

BAHAN AJAR

SISTEM KELISTRIKAN SEPEDA MOTOR



**DIREKTORAT PEMBINAAN KURSUS DAN PELATIHAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN ANAK USIA DINI DAN PENDIDIKAN MASYARAKAT
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
TAHUN 2019**

BAHAN AJAR

SISTEM KELISTRIKAN SEPEDA MOTOR



**DIREKTORAT PEMBINAAN KURSUS DAN PELATIHAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN ANAK USIA DINI DAN PENDIDIKAN MASYARAKAT
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
TAHUN 2019**

SISTEM KELISTRIKAN SEPEDA MOTOR

Tim Penulis

Suryanto
Cep Yudi Hamdani

Foto & Materi Foto

Suryanto
Cep Yudi Hamdani
Lain-lain

Editor Bahasa

Bambang Trim
Sri Yatin

Desain dan Tata Letak

Aditya Santoso
Achmad Fajrul Chakim

Ebook Digital

Bayu Antrakusuma
Frendi Wijayanto

Foto Cover

Revac Film's&Photography dari Pexels.com

Diterbitkan oleh

Direktorat Pembinaan Kursus dan Pelatihan
Direktorat Jenderal Pendidikan Anak Usia Dini dan Pendidikan Masyarakat
Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
Gedung E Lantai VI, Jl. Jenderal Sudirman
Senayan – Jakarta 19720

Telepon (021) 57904363, 572041
Faximile (021) 57904363, 5725041
Website: www.infokursus.net
Email: ditbinsus@yahoo.co.id

DIREKTORAT PEMBINAAN KURSUS DAN PELATIHAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN ANAK USIA DINI DAN PENDIDIKAN MASYARAKAT
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
TAHUN 2019

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	vii
KATA SAMBUTAN.....	viii
SKL KURSUS DAN PELATIHAN TEKNIK SEPEDA MOTOR.....	x
PROFIL LULUSAN.....	x
JABATAN PEKERJAAN.....	x
CAPAIAN PEMBELAJARAN.....	x
STANDAR KOMPETENSI LULUSAN.....	xii
REKOGNISI KEGIATAN LAMPAU.....	xvii
BAB I DASAR-DASAR KELISTRIKAN.....	1
A. Teori Dasar Kelistrikan.....	1
B. Tipe Listrik dan Sifat-sifatnya.....	3
C. Komponen Elektronika.....	8
D. Sirkuit Rangkaian Kelistrikan.....	18
E. Kemagnetan.....	23
F. Pengenalan Simbol Kelistrikan dan Elektronika pada Sepeda Motor.....	35
G. Alat Ukur Kelistrikan Otomotif.....	43
RANGKUMAN DAN EVALUASI BAB 1.....	50
BAB II SISTEM STARTER SEPEDA MOTOR.....	53
A. Pendahuluan.....	53
B. Sistem Starter Elektrik.....	55
C. Sistem Starter Mekanik (Kick Starter).....	66
D. Sistem Starter Mekanik Model Alternating Current Generator (ACG).....	69
E. Pemeliharaan Sistem Starter Pada Sepeda Motor.....	71
RANGKUMAN DAN EVALUASI BAB II.....	86
BAB III SISTEM PENGISIAN SEPEDA MOTOR.....	89
A. Pendahuluan.....	89
B. Teori Dasar Sistem Pengisian.....	90
C. Pemeriksaan, Perawatan, dan Perbaikan Sistem Pengisian.....	95
RANGKUMAN DAN EVALUASI BAB III.....	100
BAB IV SISTEM PENGAPIAN PADA SEPEDA MOTOR.....	111
A. Sistem Pengapian.....	111
B. Model Sistem Pengapian Sepeda Motor.....	117
C. Perawatan dan Perbaikan Sistem Pengapian Sepeda Motor.....	134
RANGKUMAN DAN EVALUASI BAB IV.....	150

BAB V SISTEM PENERANGAN PADA SEPEDA MOTOR.....	153
A. Teori Sistem Penerangan.....	153
B. Pemeriksaan dan Perbaikan Sistem Penerangan.....	160
RANGKUMAN DAN EVALUASI BAB V.....	175
BAB VI SISTEM INJEKSI BAHAN BAKAR PADA SEPEDA MOTOR.....	179
A. Sistem Injeksi Bahan Bakar.....	179
B. Komponen Sistem Injeksi Bahan Bakar.....	186
C. Pemeriksaan dan Perbaikan Sistem Injeksi Bahan Bakar.....	203
RANGKUMAN DAN EVALUASI BAB VI.....	223
GLOSARIUM.....	226
INDEKS.....	229
DAFTAR PUSTAKA.....	232
BIOGRAFI PENULIS.....	234

PRAKATA

Dr. AGUS SALIM, SE., M.Si.

Direktur Pembinaan Kursus dan Pelatihan

Sebagai awal yang baik, kami sampaikan puji syukur ke hadirat Allah Yang Mahakuasa atas berkat rahmat dan hidayah-Nya, bahan ajar kursus dan pelatihan ini dapat diselesaikan. Rasa terima kasih dan penghargaan yang tulus juga kami sampaikan kepada tim penyusun yang telah berupaya keras menyelesaikan bahan ajar kursus dan pelatihan ini sehingga layak untuk dipergunakan.

Kursus dan pelatihan memang tidak dapat dipisahkan dari ketersediaan bahan ajar yang bermutu guna mendukung pengembangan kapasitas SDM yang mumpuni. Pada era yang terus berubah karena kemajuan teknologi yang telah mengubah pola dan ritme kehidupan maka, diperlukan akses terhadap ilmu pengetahuan dan teknologi yang didukung oleh informasi yang memadai. Untuk itu, Direktorat Pembinaan Kursus dan Pelatihan telah menyediakan bahan ajar tidak hanya dalam bentuk cetak, tetapi juga dalam bentuk digital dengan tujuan memberi kemudahan akses seluas-luasnya terhadap siapa saja yang membutuhkan.

Bahan ajar kursus dan pelatihan ini merupakan salah satu sarana untuk mencapai tujuan pembelajaran sebagai pemenuhan kebutuhan substansi kurikulum berbasis kompetensi di setiap jenis keterampilan yang mengacu pada Standar Kompetensi Lulusan (SKL) dan berbasis Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia (KKNI). Bahan ajar ini diharapkan relevan secara kontekstual dengan kebutuhan peserta didik serta dunia kerja sehingga sangat membantu mereka dalam proses pembelajaran untuk mempersiapkan diri mengikuti uji kompetensi.

Uji kompetensi merupakan upaya yang terus dibina oleh Direktorat Pembinaan Kursus dan Pelatihan, Direktorat Jenderal Pendidikan Anak Usia Dini dan Pendidikan Masyarakat, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan agar lulusan kursus dan pelatihan memiliki kompetensi yang unggul serta selaras dengan kebutuhan dunia usaha dan dunia industri. Lebih jauh lagi peserta didik dapat berkembang sesuai dengan bakat dan minatnya serta mampu berkiprah di dunia kerja maupun untuk melanjutkan pendidikan ke jenjang yang lebih tinggi.

Melalui bahan ajar ini diharapkan dapat terwujud lulusan-lulusan kursus dan pelatihan yang kompeten, berdaya saing, dan mampu meraih peluang yang tersedia pada dunia kerja. Akhirnya, tidak lupa kami sampaikan terima kasih dan penghargaan kepada tim penyusun dan reviewer yang telah bekerja keras serta menginvestasikan waktu, pikiran, dan tenaga demi terwujudnya bahan ajar ini.

Jakarta, November 2019

Direktur,



Dr. Agus Salim, SE., M.Si.
NIP. 196308311988121001

SAMBUTAN

Ir. HARRIS ISKANDAR, Ph.D

Direktur Jenderal Pendidikan Anak Usia Dini dan
Pendidikan Masyarakat

Digitalisasi telah mengubah banyak hal di dalam sendi kehidupan manusia sehingga memunculkan fenomena disrupsi pada banyak bidang. Teknologi digital menjadi pemicu berkembangnya internet sehingga mendorong berbagai terobosan teknologi yang tidak pernah terpikirkan sebelumnya.

Kondisi ini memunculkan tantangan sekaligus peluang bagi masyarakat Indonesia untuk menguasai teknologi tinggi, sehingga kompetensi SDM menjadi kunci terhadap penguasaan teknologi agar dapat dimanfaatkan secara maslahat untuk kemajuan bangsa. Kompetensi SDM ini menyangkut pengetahuan, keterampilan, dan sikap kerja yang diperlukan untuk melaksanakan suatu pekerjaan.

Salah satu upaya peningkatan mutu SDM Indonesia adalah melalui pengembangan kursus dan pelatihan yang dibutuhkan di dalam dunia kerja dan dunia industri. Kursus dan pelatihan juga memerlukan dukungan instruktur dan bahan ajar yang bermutu dalam kegiatan pembelajaran.

Sejalan dengan upaya menyiapkan SDM unggul, Direktorat Jenderal Pendidikan Anak Usia Dini dan Pendidikan Masyarakat, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan mengemban misi “mewujudkan insan Indonesia yang berakhlak, cerdas, terampil, mandiri dan kreatif serta profesional berlandaskan gotong-royong” melalui penyelenggaraan layanan Pendidikan Anak Usia Dini dan Pendidikan Masyarakat (PAUD dan Dikmas) yang bermutu. Peran PAUD dan Dikmas menjadi strategis mengingat kedua bidang pendidikan ini merupakan pengejawantahan dari pembelajaran sepanjang hayat.

Untuk memberi akses layanan pendidikan seluas-luasnya kepada masyarakat Direktorat Jenderal PAUD dan Dikmas telah memfasilitasi penyelenggaraan kursus daring yaitu *Massive Open Online Courses* (MOOCs). Sesuai dengan namanya kursus daring ini dapat diselenggarakan secara massal tanpa batas ruang dan jarak.

Selain itu, upaya nyata yang ditempuh dalam mengemban misi di atas adalah mengembangkan dan menyediakan sarana pembelajaran yang mengacu pada Standar Kompetensi Lulusan (SKL) berbasis Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia (KKNI). Dalam konteks ini, Ditjen PAUD dan Dikmas telah berhasil mengembangkan bahan ajar tematik kursus dan pelatihan yang diharapkan dapat memperkaya khazanah sumber belajar yang ada dan menjadi jembatan antara masyarakat dan dunia kerja. Penerbitan bahan ajar ini juga diharapkan dapat meningkatkan kualitas pembelajaran pada lembaga kursus dan pelatihan serta satuan pendidikan nonformal lainnya sehingga lulusannya memiliki kompetensi yang lebih baik dan mampu bersaing di pasar nasional dan global.

Saya menyambut baik diterbitkannya buku-buku bahan ajar ini sebagai upaya meningkatkan layanan pendidikan kursus dan pelatihan dengan memperluas ketersediaan, keterjangkauan, dan kualitas layanan pendidikan masyarakat secara terarah dan terpadu.

Jakarta, November 2019

Direktur Jenderal,



Harris Iskandar

Ir. HARRIS ISKANDAR, Ph.D
NIP 196204291986011001

STANDAR KOMPETENSI LULUSAN BERBASIS KKNi

A. Profil Lulusan

Lulusan program Kursus Teknik Sepeda Motor Jenjang III ini memiliki penguasaan pengetahuan faktual dan kemampuan kerja, serta memiliki hak dan tanggung jawab dalam bidang:

1. Mengidentifikasi, memilih, menggunakan, memelihara, dan mengamankan alat tangan dengan tenaga, alat ukur, alat layanan khusus, dan peralatan penunjang bengke luntuk melakukan pekerjaan sebagai Teknisi Sepeda Motor Jenjang III;
2. dan memperbaiki cylinder head, cam chain, cylinder, piston, sistem bahan bakar, kopling (manual, semi otomatis dan otomatis), transmisi otomatis berikut komponen-komponennya, sistem pendingin berikut komponen-komponennya, sistem starter, pengisian, dan pengapian, rangkaian sistem penerangan, lampu tanda, klakson, fuel unit, dan speedometer unit (sein, dimmer, fuel meter, speed indicator, gear position, dan FI indicator), sistem rangka (kemudi, jari-jari, rem hidrolis) dan suspensi (belakang dan depan) agar kondisi sepeda motor sesuai dengan standar spesifikasinya.

B. Jabatan Kerja

Jabatan kerja yang bisa ditempati dan dilakukan oleh lulusan kursus teknik sepeda motor ini adalah sebagai teknisi setara dengan operator Jenjang III dalam KKNi.

C. Capaian Pembelajaran

1. Deskripsi Umum KKNi
Deskripsi umum KKNi sesuai dengan Peraturan Presiden Nomor 8 Tahun 2012, bahwa capaian minimum yang wajib dimiliki dan dihayati oleh setiap lulusan kursus adalah sesuai dengan ideologi Negara dan budaya Bangsa Indonesia, maka implementasi sistem pendidikan nasional dan sistem pelatihan kerja yang dilakukan di Indonesia pada setiap jenjang kualifikasi pada KKNi mencakup proses yang membangun karakter dan kepribadian manusia Indonesia sebagai berikut.
 - a. Bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa.
 - b. Memiliki moral, etika dan kepribadian yang baik di dalam menyelesaikan tugasnya.
 - c. Berperan sebagai warga negara yang bangga dan cinta tanah air serta mendukung perdamaian dunia.
 - d. Mampu bekerja sama dan memiliki kepekaan sosial dan kepedulian yang tinggi terhadap masyarakat dan lingkungannya.
 - e. Menghargai keanekaragaman budaya, pandangan, kepercayaan, dan agama serta pendapat/temuan original orang lain.
 - f. Menjunjung tinggi penegakan hukum serta memiliki semangat untuk mendahulukan kepentingan bangsa serta masyarakat luas.
2. Deskripsi Kualifikasi sesuai dengan Jenjang pada KKNi
Jabatan kerja yang bisa ditempati dan dilakukan oleh lulusan kursus teknisi sepeda motor ini adalah sebagai teknisi atau operator Jenjang III dalam KKNi, yang memiliki kemampuan berikut:
 - a. Mampu melaksanakan serangkaian tugas spesifik, dengan menerjemahkan informasi dan menggunakan alat, berdasarkan sejumlah pilihan prosedur kerja, serta mampu menunjukkan kinerja dengan mutu dan kuantitas yang terukur, yang sebagian merupakan hasil kerja sendiri dengan pengawasan tidak langsung;
 - b. Memiliki pengetahuan operasional yang lengkap, prinsip-prinsip serta konsep umum yang terkait dengan fakta bidang keahlian tertentu, sehingga mampu menyelesaikan berbagai masalah yang lazim dengan metode yang sesuai;
 - c. Mampu bekerja sama dan melakukan komunikasi dalam lingkup kerjanya;
 - d. Bertanggung jawab pada pekerjaan sendiri dan dapat diberi tanggung jawab atas kuantitas dan mutu hasil kerja orang lain.

3. Deskripsi Capaian Pembelajaran Khusus

PARAMETER DESKRIPSI CAPAIAN PEMBELAJARAN KHUSUS BIDANG TEKNIK SEPEDA MOTOR SESUAI KKNI JENJANG III	
SIKAP DAN TATA NILAI	<p>Membangun dan membentuk karakter dan kepribadian manusia Indonesia yang sebagai berikut.</p> <ol style="list-style-type: none">1. Bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa;2. Memiliki moral, etika dan kepribadian yang baik di dalam menyelesaikan tugasnya;3. Berperan sebagai warga negara yang bangga dan cinta tanah air serta mendukung perdamaian dunia;4. Bekerja sama dan memiliki kepekaan yang tinggi terhadap masyarakat dan lingkungannya.5. Menghargai keanekaragaman budaya, pandangan, kepercayaan, dan agama serta pendapat/temuan original orang lain;6. Menjunjung tinggi penegakan hukum serta memiliki semangat untuk mendahulukan kepentingan bangsa serta masyarakat luas;
KEMAMPUAN DI BIDANG KERJA	<ol style="list-style-type: none">1. Mampu mengidentifikasi, menggunakan, dan memelihara alat dengan tenaga, alat ukur, alat layanan khusus, dan peralatan penunjang bengkel untuk melakukan pekerjaan sebagai Teknisi Sepeda Motor Jenjang III;2. Mampu merawat dan memperbaiki: cylinder head, cam chain, cylinder, piston, sistem bahan bakar, kopling (manual, semi otomatis, dan otomatis), transmisi otomatis (CVT) berikut komponen-komponennya, sistem pendingin berikut komponen-komponennya, sistem starter, pengisian, dan pengapian, rangkaian sistem penerangan, lampu tanda, klakson, fuel unit, dan speedometer unit (sein, dimmer, fuel meter, speed indicator, gear position, dan FI indicator), sistem rangka (kemudi, jari-jari, rem hidrolik) dan suspensi (belakang dan depan) agar kondisi sepeda motor sesuai dengan standar spesifikasinya;3. Mampu melaporkan hasil pekerjaannya kepada atasannya (kepala teknisi).
PENGETAHUAN YANG DIKUASAI	<ol style="list-style-type: none">1. Menguasai pengetahuan faktual tentang teknik sepeda motor yang meliputi: sistem bahan bakar, engine, pemindah tenaga, kelistrikan, sistem rangka dan suspensi;2. Menguasai pengetahuan faktual tentang jenis, fungsi dan cara menggunakan alat tangan dengan tenaga, alat ukur, alat untuk layanan khusus, dan peralatan penunjang bengkel untuk melakukan pekerjaan sebagai Teknisi Sepeda Motor Jenjang III;3. Menguasai pengetahuan operasional lengkap, prinsip-prinsip serta konsep umum tentang perawatan dan perbaikan:

	<ol style="list-style-type: none"> Cylinder head , cam chain, cylinder, dan piston berikut komponen-komponennya; Sistem bahan bakar berikut komponen-komponennya; Kopling manual, semi otomatis, dan otomatis berikut komponen-komponennya; Transmisi otomatis berikut komponen-komponennya; Sistem pendingin berikut komponen-komponennya; Sistem starter, pengisian, dan pengapian; Rangkaian sistem penerangan, lampu tanda, klakson, fuel unit, dan speedometer unit (sein, dimmer, fuel meter, speed indicator, gear position, dan Flindicator); Sistem rangka (kemudi, jari-jari, rem hidrolis) dan suspensi (belakang dan depan).
HAK DAN TANGGUNG JAWAB	<ol style="list-style-type: none"> Bertanggung jawab atas pekerjaan pembongkaran, pemeriksaan, pengukuran, perbaikan, perakitan, pemasangan, dan pengujian: engine, sistem bahan bakar, pemindah tenaga, sistem pendingin, sistem kelistrikan (starter, pengisian, pengapian, dan penerangan), sistem rangka, dan suspensi sepeda motor, secara mandiri dengan mengutamakan keselamatan dan kesehatan kerja; Melakukan komunikasi yang baik dan efektif dengan rekan kerja, kepala teknisi, dan penyelia layanan (service advisor); Mempertanggungjawabkan hasil pekerjaannya kepada kepala teknisi; Dapat diberi tanggung jawab untuk menilai hasil pekerjaan teknisi sepeda motor Jenjang II.

D. Standar Kompetensi Lulusan

NO	UNIT KOMPETENSI	ELEMEN KOMPETENSI	INDIKATOR KELULUSAN
KEMAMPUAN DI BIDANG KERJA			
3.	Mampu melakukan pemeriksaan dan perbaikan: sistem starter, pengisian, dan pengapian, rangkaian sistem penerangan, lampu tanda, klakson, fuel unit, dan speedometer unit (sein, dimmer, fuel meter, speed indicator, gear position, dan Flindicator) agar kondisi sepeda motor sesuai dengan standar spesifikasi pada servis manual book.	3.1. Memeriksa dan memperbaiki sistem starter berikut komponen-komponennya.	<ol style="list-style-type: none"> 3.1.1. Mengidentifikasi peralatan yang diperlukan untuk membongkar sistem starter berikut komponen-komponennya dengan tepat. 3.1.2. Membongkar sistem starter berikut komponen-komponennya sesuai prosedur. 3.1.3. Memeriksa sistem starter berikut komponen sesuai prosedur. 3.1.4. Memperbaiki sistem starter berikut komponen sesuai prosedur.

NO	UNIT KOMPETENSI	UNIT KOMPETENSI	INDIKATOR KELULUSAN
		3.2. Memeriksa dan memperbaiki sistem pengisian berikut komponen-komponennya.	<p>3.1.5. Merakit dan memasang sistem starter berikut komponen sesuai prosedur.</p> <p>3.1.6. Menguji sistem starter berikut komponen-komponennya sesuai prosedur.</p> <p>3.2.1. Mengidentifikasi peralatan yang diperlukan untuk membongkar sistem pengisian berikut komponen-komponennya dengan tepat.</p> <p>3.2.2. Membongkar sistem pengisian berikut komponen-komponennya sesuai prosedur.</p> <p>3.2.3. Memeriksa sistem pengisian berikut komponen sesuai prosedur.</p> <p>3.2.4. Memperbaiki sistem pengisian berikut komponen sesuai prosedur.</p> <p>3.2.5. Merakit dan memasang sistem pengisian berikut komponen sesuai prosedur.</p> <p>3.2.6. Menguji sistem pengisian berikut komponen-komponennya sesuai prosedur.</p>
		3.3. Memeriksa dan memperbaiki sistem pengapian berikut komponen-komponennya.	<p>3.3.1. Mengidentifikasi peralatan yang diperlukan untuk membongkar sistem pengapian berikut komponen-komponennya dengan tepat.</p> <p>3.3.2. Membongkar sistem pengapian berikut komponen-komponennya sesuai prosedur.</p> <p>3.3.3. Memeriksa sistem pengapian berikut komponen sesuai prosedur.</p> <p>3.3.4. Memperbaiki sistem pengapian berikut komponen sesuai prosedur.</p> <p>3.3.5. Merakit dan memasang sistem pengapian berikut komponen sesuai prosedur.</p> <p>3.3.6. Menguji sistem pengapian berikut komponen-komponennya sesuai prosedur.</p>
		3.4. Memeriksa dan memperbaiki sistem pe-	3.4.1. Mengidentifikasi peralatan yang diperlukan untuk membongkar

NO	UNIT KOMPETENSI	UNIT KOMPETENSI	INDIKATOR KELULUSAN
		<p>nerangan, lampu tanda, klakson, fuel unit, dan speedometer unit berikut komponen-komponennya.</p>	<p>sistem penerangan, lampu tanda, klakson, fuel unit, dan speedometer unit(sein, dimmer, fuel meter, speed indicator, gear position, dan FI indicator) berikut komponen-komponennya dengan tepat.</p> <p>3.2.2. Membongkar sistem penerangan, lampu tanda, klakson, fuel unit, dan speedometer unit (sein, dimmer, fuel meter, speed indicator, gear position, dan FI indicator) berikut komponen-komponennya sesuai prosedur.</p> <p>3.2.3. Memeriksa sistem penerangan, lampu tanda, klakson, fuel unit, dan speedometer unit(sein, dimmer, fuel meter, speed indicator, gear position, dan FI indicator) berikut komponen-komponennya sesuai prosedur.</p> <p>3.2.4. Memperbaiki sistem penerangan, lampu tanda, klakson, fuel unit, dan speedometer unit(sein, dimmer, fuel meter, speed indicator, gear position, dan FI indicator) berikut komponen-komponennya sesuai prosedur.</p> <p>3.2.5. Merakit dan memasang sistem penerangan, lampu tanda, klakson, fuel unit, dan speedometer unit (sein, dimmer, fuel meter, speed indicator, gear position, dan FI indicator) berikut komponen-komponennya sesuai prosedur.</p> <p>3.2.6. Menguji sistem penerangan, lampu tanda, klakson, fuel unit, dan speedometer unit(sein, dimmer, fuel meter, speed indicator, gear position, dan FI indicator) berikut komponen-komponennya sesuai prosedur.</p>

NO	UNIT KOMPETENSI	UNIT KOMPETENSI	INDIKATOR KELULUSAN
PENGETAHUAN YANG DIKUASAI			
6.	Menguasai pengetahuan tentang pemeriksaan dan perbaikan: cylinder head, cam chain, cylinder, piston, sistem bahan bakar, kopling (manual, semi otomatis, dan otomatis), transmisi otomatis berikut komponen-komponennya, sistem pendingin berikut komponen-komponennya, sistem starter, pengisian, dan pengapian, rangkaian sistem penerangan, lampu tanda, klakson, fuel unit, dan speedometer unit (sein, dimmer, fuel meter, speed indicator, gear position, dan FI indicator), sistem rangka dan suspensi agar kondisi sepeda motor sesuai dengan standar spesifikasi pada servis manual.	<p>6.3. Memahami secara lengkap, prinsip-prinsip serta konsep umum tentang pemeriksaan dan perbaikan sistem starter, pengisian, dan pengapian.</p> <p>6.4. Memahami secara lengkap prinsip-prinsip serta konsep umum tentang pemeriksaan dan perbaikan rangkaian sistem penerangan, lampu tanda, klakson, fuel unit, dan speedometer unit</p> <p>6.5. Memahami secara lengkap prinsip-prinsip serta konsep umum tentang pemeriksaan dan perbaikan rangkaian sistem penerangan, lampu tanda, klakson, fuel unit, dan speedometer unit.</p>	<p>6.3.1. Menjelaskan fungsi dan cara kerja sistem starter, pengisian, dan pengapian berikut komponen-komponennya dengan tepat.</p> <p>6.3.2. Menjelaskan prosedur pembongkaran, pemeriksaan, perbaikan, dan pengujian sistem starter, pengisian, dan pengapian berikut komponen-komponennya dengan tepat.</p> <p>6.4.1. Menjelaskan fungsi dan cara kerja sistem penerangan, lampu tanda, klakson, fuel meter, dan lampu indikator (sein, dimmer, fuel meter, speed, gear position, dan FI indicator) berikut komponen-komponennya dengan tepat.</p> <p>6.4.2. Menjelaskan prosedur pembongkaran, pemeriksaan, perbaikan, perakitan, dan pengujian sistem penerangan, lampu tanda, klakson, fuel unit, dan speedometer unit (sein, dimmer, fuel meter, speed, gear position, dan FI indicator) berikut komponen-komponennya dengan tepat.</p> <p>6.5.1. Menjelaskan fungsi dan cara kerja sistem penerangan, lampu tanda, klakson, fuel meter, dan lampu indikator (sein, dimmer, fuel meter, speed, gear position, dan FI indicator) berikut komponen-komponennya dengan tepat.</p> <p>6.5.2. Menjelaskan prosedur pembongkaran, pemeriksaan, perbaikan, perakitan, dan pengujian sistem penerangan, lampu tanda, klakson, fuel unit, dan speedometer unit (sein, dimmer, fuel meter, speed, gear position, dan FI indicator) berikut komponen-komponennya dengan tepat.</p>

NO	UNIT KOMPETENSI	UNIT KOMPETENSI	INDIKATOR KELULUSAN
HAK DAN TANGGUNG JAWAB			
7.	Menguasai pengetahuan tentang pemeriksaan dan perbaikan: cylinder head, cam chain, cylinder, piston, sistem bahan bakar, kopling (manual, semi otomatis, dan otomatis), transmisi otomatis berikut komponen-komponennya, sistem pendingin berikut komponen-komponennya, sistem starter, pengisian, dan pengapian, rangkaian sistem penerangan, lampu tanda, klakson, fuel unit, dan speedometer unit (sein, dimmer, fuel meter, speed indicator, gear position, dan FI indicator), sistem rangka dan suspensi agar kondisi sepeda motor sesuai dengan standar spesifikasi pada servis manual.	<p>7.1. Bertanggung jawab atas pekerjaan pembongkaran, pemeriksaan, perbaikan, perakitan, pemasangan, dan pengujian engine, sistem bahan bakar, pemindah tenaga, kelistrikan, rangka, dan suspensi sepeda motor secara mandiri dengan mengutamakan keselamatan dan kesehatan kerja.</p> <p>7.2. Melakukan komunikasi yang baik dan efektif dengan rekan kerja dan penyedia layanan.</p> <p>7.3. Mempertanggung jawabkan hasil pekerjaannya kepada penyedia layanan.</p> <p>7.4. Dapat diberi tanggung jawab untuk menilai hasil pekerjaan teknisi jenjang II.</p>	<p>7.1.1. Mengidentifikasi alat tangan dengan tenaga, alat-alat ukur, alat layanan khusus dan peralatan penunjang bengkel senantiasa bersih, rapi, dan aman sebelum dan sesudah digunakan dengan teliti dan konsisten.</p> <p>7.1.2. Mengidentifikasi kondisi fisik cylinder head, cam chain, cylinder, piston, sistem bahan bakar, kopling, transmisi otomatis, sistem pendingin, sistem starter, pengisian, dan pengapian, sistem penerangan, lampu tanda, klakson, fuel unit, dan speedometer unit (sein, dimmer, fuel meter, speed, gear position, dan FI indicator) senantiasa dilakukan sesudah dibongkar dan dibersihkan dengan teliti dan konsisten.</p> <p>7.2.1. Bekerja sesuai alur kerja bengkel sepeda motor dalam posisinya sebagai teknisi sepeda motor.</p> <p>7.2.2. Berkomunikasi secara efektif antara atasan dan bawahan dengan baik.</p> <p>7.3.1. Melakukan tugas dan tanggung jawabnya sebagai teknisi sepeda motor dengan baik.</p> <p>7.3.2. Mengidentifikasi komponen sepeda motor yang tidak boleh dibongkar selama masa garansi sesuai ketentuan pihak Industri, diantaranya meliputi: komponen electrical (motor starter, speedometer unit, fuel unit, klakson) dan rangka (suspensi depan dan belakang).</p> <p>7.4.1. Menunjukkan tugas dan tanggung jawabnya sebagai teknisi sepeda motor dalam membimbing teknisi jenjang II dilaksanakan dengan baik.</p>

E. Rekognisi Pembelajaran Lampau

Rekognisi Pembelajaran Lampau (RPL) adalah proses penilaian dan pengakuan berbasis KKNI, atas capaian pembelajaran seseorang yang diperoleh selama hidupnya, baik melalui program pendidikan formal, informal, nonformal maupun secara otodidak. RPL dapat dikembangkan pada sektor pendidikan, ketenagakerjaan (kenaikan pangkat, jenjang karir) atau pemberian penghargaan dan pengakuan oleh masyarakat terhadap seseorang yang telah menunjukkan bukti-bukti unggul dalam keahlian atau kompetensi tertentu.

RPL diharapkan dapat memperluas akses dan kesempatan serta mempercepat waktu bagi masyarakat luas dalam meningkatkan kemampuan maupun keahliannya melalui program kursus dan pelatihan. Pengembangan dan pelaksanaan RPL harus didasari oleh beberapa prinsip berikut.

1. Mengutamakan transparansi dan akuntabilitas. Informasi tentang proses penyelenggaraan dan persyaratan untuk mengikuti RPL harus dapat diakses secara luas baik oleh pengguna (individu yang membutuhkan) maupun masyarakat umum;
2. Institusi atau lembaga penyelenggara RPL harus telah terakreditasi oleh badan akreditasi tingkat nasional, memiliki mandat yang sah dari institusi atau badan yang relevan dan berwenang untuk hal tersebut;
3. Menunjukkan kesadaran mutu terhadap penyelenggaraan dan implikasi RPL pada lulusan, khususnya dan masyarakat luas pada umumnya;
4. Setiap institusi atau lembaga penyelenggara RPL harus melakukan evaluasi secara berkelanjutan untuk menjamin pencapaian mutu lulusan sesuai dengan standar yang ditetapkan;
5. Penyelenggara kursus dan pelatihan yang memiliki sifat multidisiplin perlu mempertimbangkan kemungkinan untuk menyelenggarakan program RPL.

Terkait dengan Kursus Teknik Sepeda Motor Jenjang III, maka pembelajaran lampau yang dapat diakui sebagai bagian dari capaian pembelajaran khusus adalah pengalaman kerja teknisi di bengkel, belajar mandiri mengenai teknik sepeda motor, atau mengikuti jenjang kursus teknik sepeda motor yang resmi diakui oleh pemerintah.



KLEIN TOOLS. MM1000

Apo

AT

14.04 V

RELA

RANGE

MAX/MIN

HOLD

SELECT

OFF

Hz

Duty

Ω

mA

μA

mV

A

F °C

V

Temp

10A MAX FUSED

400mA MAX FUSED

MAX CAT II 600V

MAX CAT III 300V

COM

BAB 1

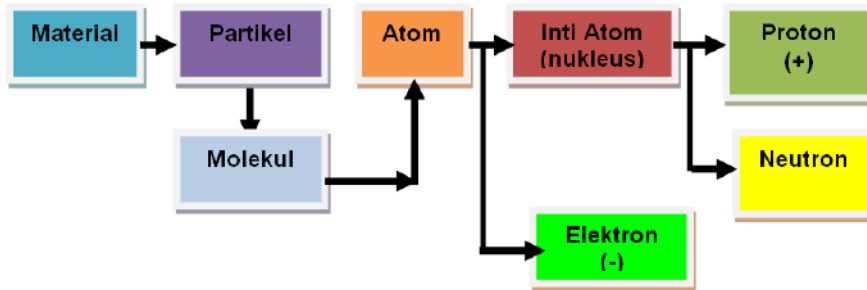
DASAR-DASAR KELISTRIKAN

A. Teori Dasar Kelistrikan

Kelistrikan pada operasional kerja sepeda motor merupakan bagian terpenting yang sangat dibutuhkan. Beberapa komponen dan peralatan yang terdapat pada mekanisme kerja mesin banyak yang dihasilkan karena kerja listrik. Didasarkan pada sifat-sifat dan kerja kelistrikannya, maka sangat diperlukan pengetahuan tentang teori dasar kelistrikan untuk mendukung pemahaman dan cara kerja peralatan dan komponen kelistrikan yang digunakan pada sepeda motor.

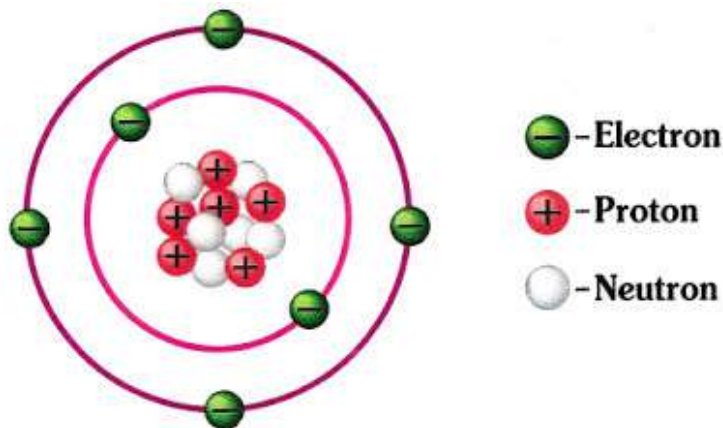
1. Teori Elektron

Semua material terdiri atas beberapa partikel, dan setiap partikel terbagi atas beberapa molekul dan setiap molekul terdiri atas beberapa atom. Setiap atom selalu memiliki inti atom (nukleus). Inti atom yang terdapat pada setiap atom memiliki muatan listrik positif (proton) dan muatan netral (neutron). Setiap atom memiliki beberapa muatan listrik negatif (elektron) yang beredar disekitarnya. Muatan listrik negatif yang dimiliki oleh elektron seimbang dengan muatan listrik positif yang dimiliki oleh proton. Hal ini dikenal sebagai ikatan elektron seperti pada diagram di bawah ini!



Sumber: Sunyanto dan Cep Yudi (dibuat 10/06/2019)

Gambar 1.1 Diagram teori elektron



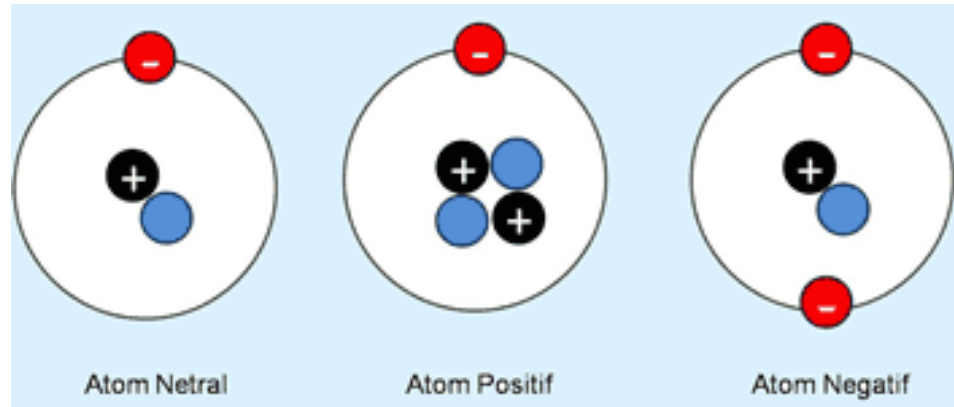
Sumber: <http://ivanpermana28.blogspot.com> (11/06/2019)

Gambar 1.2 Diagram teori elektron

Dalam teori atom dapat disimpulkan beberapa poin-poin sebagai berikut.

- Elektron adalah bagian dari atom yang bermuatan negatif.
- Atom adalah bagian terkecil dari suatu benda terdiri atas partikel-partikel bermuatan positif disebut dengan proton, partikel bermuatan negatif disebut dengan elektron dan partikel tidak bermuatan disebut dengan neutron.
- Sebuah atom dikatakan bermuatan listrik jika memiliki muatan elektron lebih besar dari muatan protonnya atau kebalikannya.
- Sebuah atom dikatakan tidak bermuatan listrik (netral) jika muatan listrik pada protonnya sama dengan muatan listrik pada elektronnya.
- Bila atom menerima atau kehilangan sebuah elektron maka atom akan mempunyai muatan. Atom akan dikatakan bermuatan positif jika ada satu atau lebih elektron yang hilang. Sedangkan, atom akan dikatakan bermuatan negatif jika menerima satu atau lebih elektron.

- f. Tidak semua benda mempunyai atom yang elektronnya bisa berpindah-pindah. Sebuah benda mempunyai elektron yang sangat mudah berpindah dari satu benda ke benda lainnya disebut dengan benda konduktor atau penghantar listrik. Contoh benda konduktor adalah logam baja, besi, tembaga, seng, dan sebagainya. Sedangkan benda yang elektron-elektronnya sukar berpindah disebut dengan isolator atau penyekat.



Sumber: [https://www.yuksinau.id \(11/06/2019\)](https://www.yuksinau.id (11/06/2019))

Gambar 1.3 Teori atom

2. Elektron Bebas

Elektron-elektron yang orbitnya paling jauh disebut dengan valensi elektron. Karena elektron yang mempunyai orbit paling jauh dari inti gaya tariknya lemah maka elektron ini cenderung akan berpindah ke atom lain yang memiliki sifat konduktor seperti tembaga, aluminium, perak, logam, dan lainnya. Valensi elektron yang bergerak bebas terhadap intinya disebut dengan elektron bebas. Elektron bebas akan memiliki kecenderungan berpindah pada benda melalui penghantar (konduktor) yang diberikan beda potensial (gaya gerak listrik).

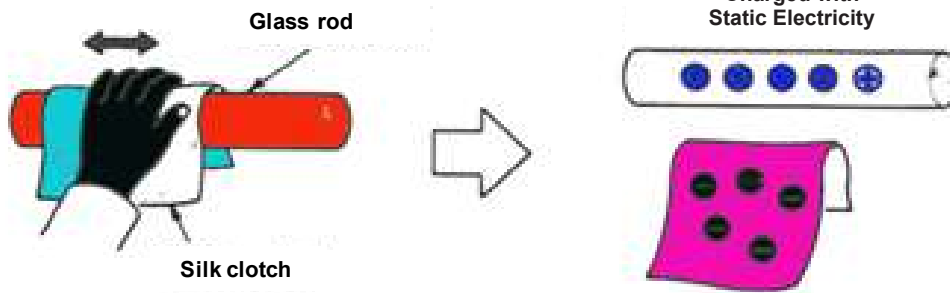
B. Tipe Listrik dan Sifat-sifatnya

Terdapat dua tipe listrik yaitu listrik statis dan listrik dinamis. Listrik dinamis dibagi menjadi arus searah (*Direct Current/DC*) dan arus bolak-balik (*Alternating Current/AC*).

1. Listrik Statis

Bila sebatang kaca (*glass rod*) digosok dengan kain sutera maka pada kedua permukaan benda tersebut akan bermuatan listrik yang satu memiliki muatan positif dan lainnya bermuatan negatif. Tanpa menyentuh kedua benda tersebut dan menghubungkannya dengan konduktor, muatan listrik akan tetap berada pada permukaan batang kaca atau kain sutera karena tidak terjadi gerakan maka tipe kelistrikan ini disebut dengan listrik statis.

Dalam rumus elektron bebas, listrik statis adalah suatu keadaan dimana elektron bebas sudah terpisah dari atomnya masing-masing, tetapi tidak bergerak dan hanya berkumpul di atas permukaan benda. Perhatikan gambar di bawah ini!

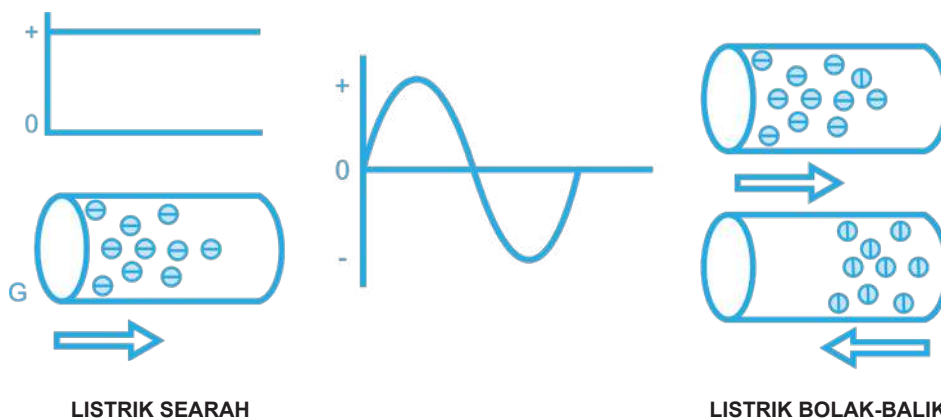


Sumber: [http://saputranett.blogspot.com \(11/06/2019\)](http://saputranett.blogspot.com (11/06/2019))

Gambar 1.4 Proses terbentuknya arus listrik statis (*static electricity*) pada batangan kaca (*glass rod*) yang digosok dengan kain sutra (*silk cloth*)

2. Listrik Dinamis

Listrik dinamis adalah suatu keadaan dimana terjadinya pergerakan dari elektron bebas melalui suatu konduktor.



Sumber: [https://www.teknik-otomotif.com \(11/06/2019\)](https://www.teknik-otomotif.com (11/06/2019))

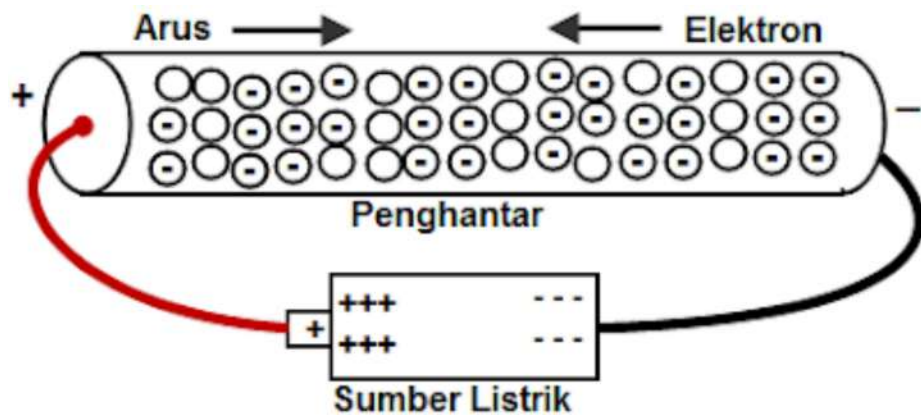
Gambar 1.5 Arah gerakan elektron

Sifat listrik dinamis sangat berbeda dengan sifat listrik statis, bila pada listrik statis tidak ada atau tidak terjadi perpindahan elektron, tetapi pada listrik dinamis terjadi perpindahan elektron atau gerakan elektron. Gerakan atau perpindahan elektron antara atom satu dengan atom lainnya yang terdapat pada suatu penghantar (konduktor) memiliki sifat listrik dinamis. Sifat listrik dinamis ini ada yang searah (arus DC) dan ada yang bergerak dengan arah bolak-balik (arus AC).

Disebut dengan arus listrik searah atau arus DC, bila gerakan perpindahan elektron ini memiliki arah yang tetap (searah). Sedangkan bila perpindahan elektron ini memiliki arah yang berubah secara periodik maka sifat listrik jenis ini disebut dengan listrik arus bolak-balik atau arus AC. Listrik dinamis dengan arus DC dapat dicontohkan pada baterai atau accu sedangkan listrik dengan arus AC dapat dicontohkan pada listrik PLN atau pada generator/alternator..

3. Arus Listrik

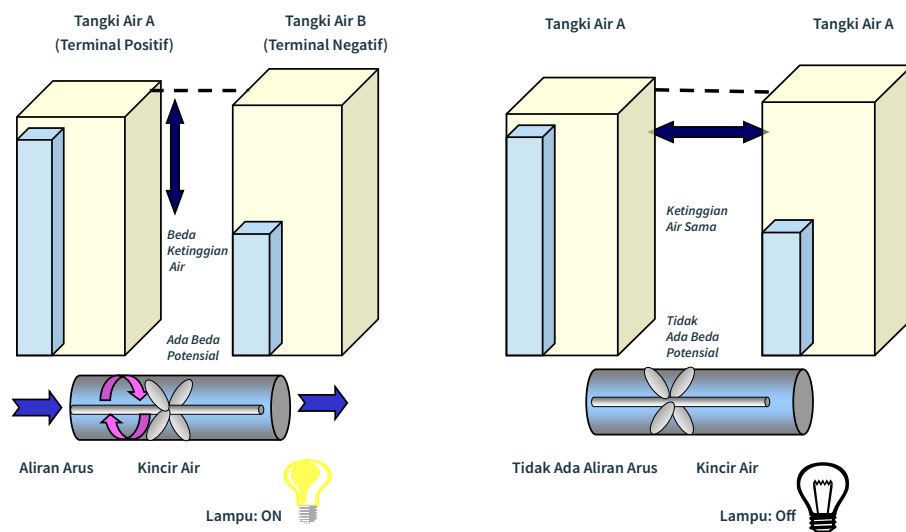
Lampu dapat menyala pada suatu rangkaian listrik karena adanya arus listrik yang mengalirinya. Arus Listrik adalah banyaknya muatan listrik yang disebabkan dari pergerakan elektron-elektron, mengalir melalui suatu titik dalam sirkuit listrik tiap satuan waktu atau secara singkatnya adalah aliran elektron yang bergerak pada suatu penghantar (konduktor) listrik dengan kecepatan tertentu.



Sumber: <http://ivanpermana28.blogspot.com> (11/06/2019)

Gambar 1.6 Aliran elektron pada suatu batang penghantar (konduktor)

Arus listrik dapat juga digambarkan sebagai tingkat aliran elektron. Ukuran jumlah aliran elektron dapat diperumpamakan seperti pada pipa air. Pipa yang lebih besar memiliki kapasitas lebih besar untuk mengalirkan aliran. Artinya, aliran arus akan lebih banyak jika jumlah elektron yang bergerak banyak sehingga kincir air akan bergerak seperti terlihat pada gambar di bawah ini!



Sumber: Suryanto dan Cep Yudi (10/06/2019)

Gambar 1.7 Perumpamaan proses mengalirnya arus listrik

Satuan arus listrik adalah ampere yang lambang satuannya dituliskan dengan huruf A (ampere) sedangkan simbolnya dituliskan dengan huruf I (intensity). 1 ampere dapat diartikan sama dengan jumlah muatan listrik (1 coulomb) yang mengalir selama 1 detik pada suatu penghantar/konduktor dan ditulis dengan rumus:

$I = \frac{Q}{t}$	<p>Keterangan:</p> <p><i>I</i> = Kuat Arus Listrik</p> <p><i>Q</i> = Muatan Listrik</p> <p><i>t</i> = Waktu (detik)</p>
-------------------	---

4. Muatan Listrik

Satuan dari muatan listrik disebut coulomb yang lambang satuannya ditulis dengan huruf C, dan simbolnya dituliskan dengan huruf Q. 1 (satu) Coulomb adalah jumlah aliran elektron bebas yang mengalir pada suatu penghantar (konduktor) sebanyak $6,25 \times 10^{18}$ dalam waktu 1 detik.

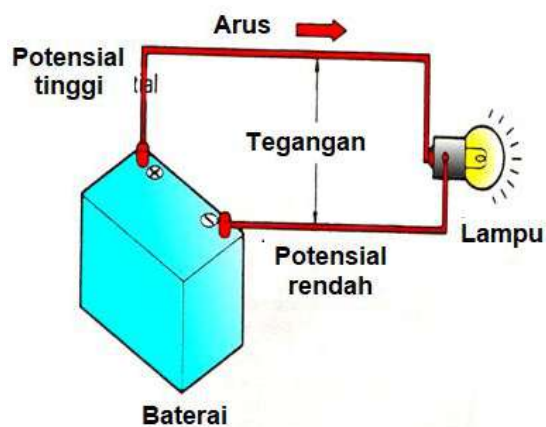
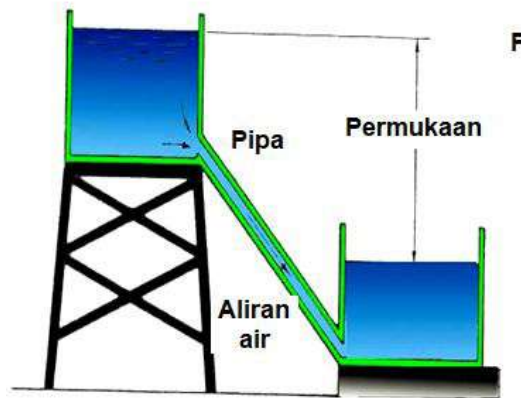
<i>1 Amper</i>	= 1000 mA (<i>mili Amper</i>)
<i>1 Kilo Amper</i>	= 1000 A
<i>1 Coulomb</i>	= 1000 mC (<i>mili Coulomb</i>)

Bila arus mengalir pada suatu konduktor atau elektrolit akan menyebabkan tiga kejadian, sebagai berikut.

- a. Terjadinya pembangkitan panas contoh *headlight*, *cigarette lighter*, dan sebagainya.
- b. Terjadinya reaksi kimia pada elektrolit baterai karena adanya aksi kimia pengosongan arus listrik (*discharging*) dan pengisian arus listrik (*recharging*).
- c. Terjadinya pembangkitan magnet (*electromagnetic*), bila arus listrik mengalir pada kumparan contoh *relay*, *solenoid*, dan sebagainya.

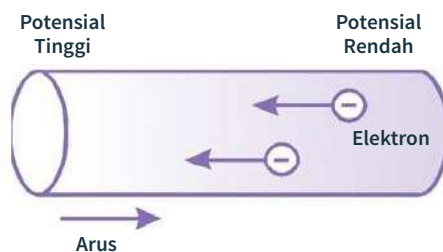
5. Tegangan Listrik

Tegangan listrik adalah perbedaan potensial listrik di antara dua titik dalam rangkaian listrik yang dinyatakan dalam satuan volt. Besaran ini mengukur energi potensial dari sebuah medan listrik yang mengakibatkan adanya aliran listrik dalam sebuah konduktor listrik. Satuan tegangan listrik dinyatakan dengan volt (V) disimbolkan dengan huruf E, V, atau u. Secara definisi tegangan listrik dapat menyebabkan benda bermuatan listrik negatif tertarik dari tempat bertegangan rendah menuju tempat bertegangan lebih tinggi. Dengan demikian, arah arus listrik konvensional dalam suatu konduktor mengalir dari tegangan tinggi menuju tegangan rendah. Dapat diilustrasikan dengan dua buah tangki air yang berbeda tingginya dihubungkan dengan pipa maka air akan mengalir dari tangki lebih tinggi ke tangki lebih rendah. Hal ini disebabkan adanya perbedaan tinggi sehingga terjadi perbedaan tekanan (beda potensial). Hal yang sama juga terjadi, bila lampu dihubungkan dengan baterai oleh kabel.



Sumber: <http://ivanpermana28.blogspot.com> (11/06/2019)

Gambar 1.8 Perumpamaan tegangan listrik



Sumber: <http://ivanpermana28.blogspot.com> (11/06/2019)

Gambar 1.9 Arah arus listrik konvensional dalam suatu konduktor mengalir dari tegangan tinggi menuju tegangan rendah

Pada dasarnya, beda potensial (tegangan) inilah yang menyebabkan aliran elektron mengalir dari potensial rendah (negatif) ke potensial tinggi (positif). Artinya, adanya arus listrik disebabkan karena adanya tegangan listrik pada dua titik (kutub positif dan kutub negatif). Pada rangkaian listrik, bisa jadi setiap komponen listrik mempunyai beda potensial yang berbeda bergantung pada hambatan komponen tersebut. Alat yang digunakan untuk mengukur besaran tegangan listrik, antara lain voltmeter dan osiloskop. Tegangan listrik akan terjadi jika terdapat perbedaan:

- Antara pasangan elektron yang rapat dan kurang rapat;
- Antara tempat yang mempunyai kerapatan elektron tinggi dan rendah; dan
- Antara tempat yang kekurangan elektron dan kelebihan elektron.

C. Komponen Elektronika

1. Transistor

Transistor kependekan dari kata *Transfer Resistor* atau suatu komponen elektronika yang dapat mengalirkan atau memutuskan aliran arus yang besar dengan pengendalian arus listrik yang relatif sangat kecil, dengan mengubah resistansi lintasannya. Terdapat dua jenis transistor, yaitu tipe NPN (*Negative Positive Negative*) dan tipe PNP (*Positive Negative Positive*).

Nama Komponen	Gambar	Simbol
Transistor		

Sumber: <https://teknikelektronika.com/10/06/2019/>

Gambar 1.10 Bentuk dan simbol transistor
(E = emiter, B = basis/gate, C = kolektor)

Untuk menentukan apakah suatu transistor tipe NPN atau tipe PNP kita dapat melihat dari kode dan mencocokkannya dengan *Transistor handbook*. Pada transistor terdapat dua aliran arus listrik, yaitu arus dari kaki basis ke emiter (atau sebaliknya), yaitu IB-E dan arus yang mengalir dari kolektor ke emiter (atau sebaliknya) yaitu IC-E.

Aplikasi atau penerapan transistor dalam sistem kelistrikan banyak digunakan sebagai saklar elektronik. Adapun cara kerja transistor secara ringkas, yaitu jika ada arus pemicu (arus kecil) yang mengalir dari basis ke emiter maka arus yang besar akan mengalir dari kolektor ke emiter (untuk jenis NPN) atau jika ada arus pemicu (arus kecil) dari emiter ke basis maka arus yang besar akan mengalir dari emiter ke kolektor (untuk jenis PNP). Bentuk dari transistor terdiri atas 3 kaki terminal.

Transistor pada rangkaian elektronika memiliki fungsi yang berbeda-beda sesuai dengan keperluannya. Berikut beberapa fungsi dari transistor.

a. Transistor Sebagai Penguat

Transistor sebagai penguat artinya transistor dapat membuat sinyal kecil menjadi keluaran sinyal besar, sinyal yang dimaksud seperti tegangan AC maupun DC, arus, sinyal audio (penggunaan mikrofon dan speaker).

b. Transistor Sebagai Pembangkit Oscillator

Transistor sebagai pembangkit oscillator artinya transistor dapat menghasilkan atau membangkitkan pulsa, contoh penggunaan pulsa ini seperti pemicu dari fungsi pencacah atau counter, atau biasa digunakan sebagai fungsi pada lampu LED berjalan. Rangkaian flipflop adalah salah satu dari contoh transistor sebagai pembangkit oscillator.

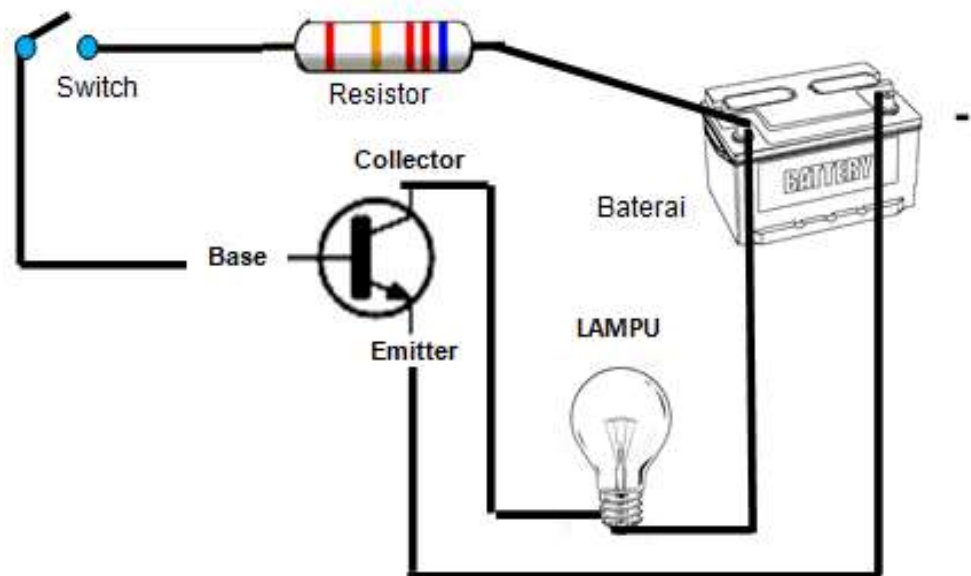
c. Transistor Sebagai Saklar (Switch)

Transistor sebagai saklar (Switch) artinya transistor dapat dibuat menjadi saklar, ON atau OFF saklar ini dikendalikan oleh besaran tegangan yang diberikan pada base (B) bergantung pada jenis transistornya.

a. Fungsi Transistor sebagai Saklar (Switch) Tipe NPN

1) Sebagai Switch OFF

Pada saat *switch* OFF lampu mati (belum menyala) arus dari kolektor (+) belum mengalir ke emiter (-) karena basis dari transistor belum mendapat arus listrik dari (+) baterai, sebagaimana ilustrasi di bawah ini!

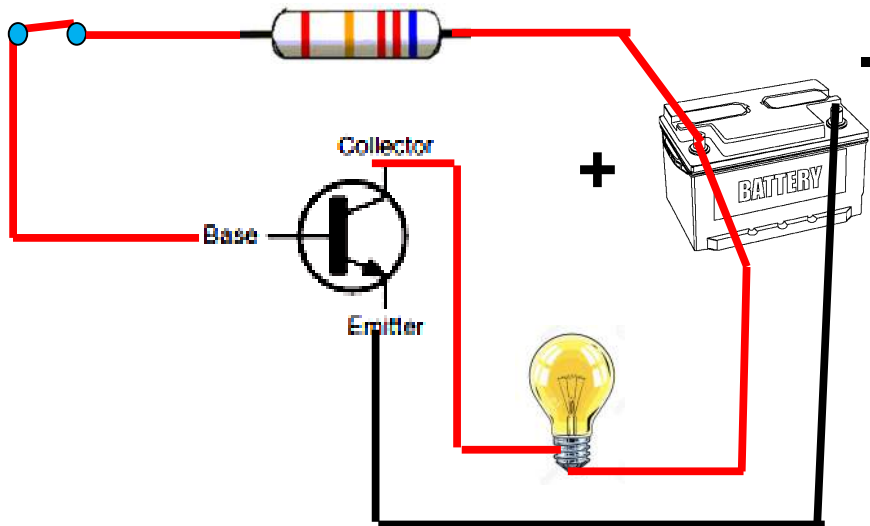


Sumber: Suryanto dan Cep Yudi (09/06/2019)

Gambar 1.11 Fungsi transistor tipe NPN sebagai saklar saat posisi OFF

2) *Sebagai Switch ON*

Saat *switch ON* maka lampu akan menyala karena aliran arus listrik dari kolektor (+) dapat mengalir ke emiter (-) karena basis dari transistor sudah mendapat sinyal arus listrik dari (+) baterai atau *switch*.



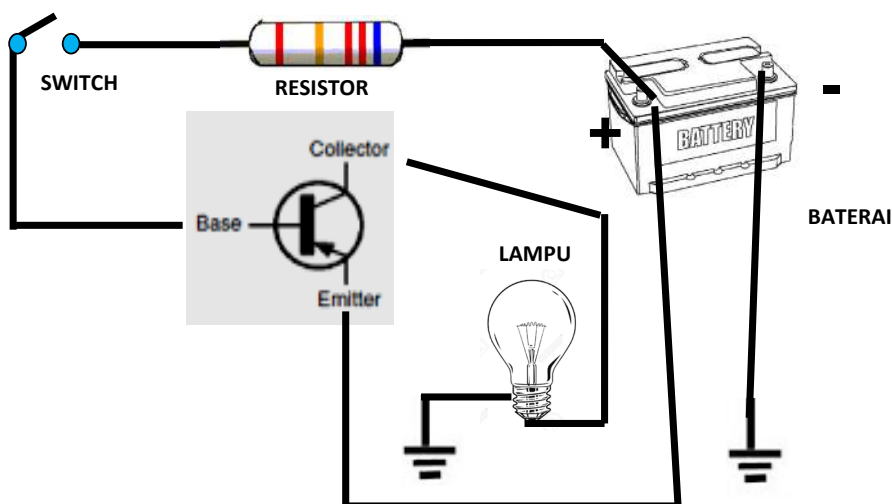
Sumber: Suryanto dan Cep Yudi (09/06/2019)

Gambar 1.12 Fungsi transistor tipe NPN sebagai saklar saat posisi ON

b. *Fungsi Transistor Sebagai Saklar (Switch) Tipe NPN*

1) *Sebagai Switch OFF*

Pada saat *switch OFF* lampu mati (belum menyala) arus dari emiter (+) belum mengalir ke kolektor (-) karena basis dari transistor belum mendapat arus listrik dari (+) baterai sebagaimana ilustrasi di bawah ini.

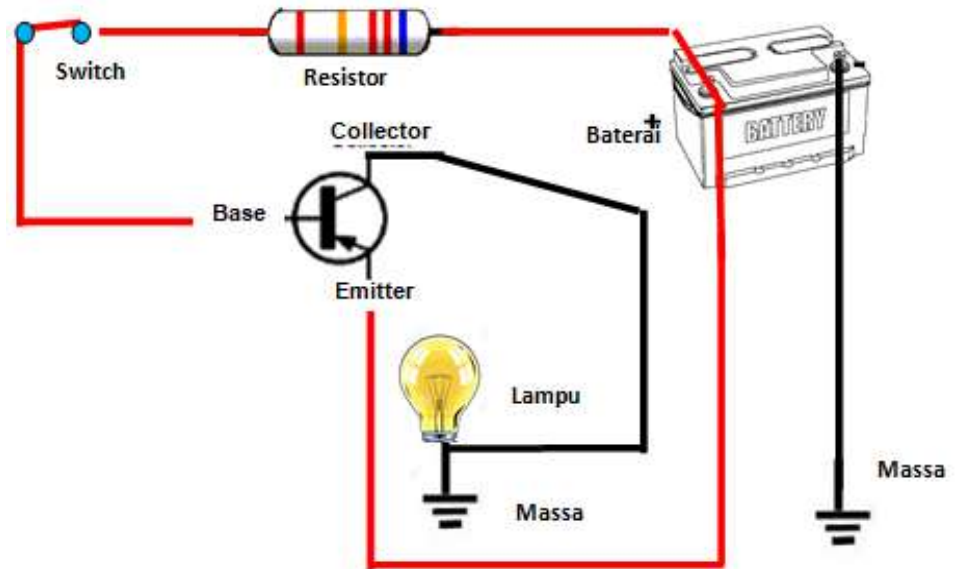


Sumber: Suryanto dan Cep Yudi (09/06/2019)

Gambar 1.13 Fungsi transistor tipe NPN sebagai saklar saat posisi OFF

2) Sebagai Switch ON

Ketika *switch* ON maka lampu akan menyala karena aliran arus listrik dari emiter (+) sudah dapat mengalir ke kolektor (-) karena basis dari transistor sudah mendapat sinyal arus listrik dari (+) baterai atau *switch*.



Sumber: Suryanto dan Cep Yudi (09/06/2019)

Gambar 1.14 Fungsi transistor tipe PNP sebagai saklar saat posisi ON

Beberapa keuntungan dan kelemahan penggunaan transistor sebagai pengontrol, yakni sebagai berikut:

a. Keuntungan

- Arus pengendali kecil
- Bentuk lebih simple
- Lebih ringan
- Dapat diagnosa dengan tepat
- Perawatan lebih mudah

b. Kerugian atau kelemahan

- Konstruksi dan rangkaian lebih rumit
- Harga lebih mahal
- Sangat sensitif

2. Resistor

Resistor dikenal juga sebagai tahanan, *resistance* atau *werstand*, yaitu komponen yang banyak digunakan dalam rangkaian elektronik karena sifat dan fungsinya yang penting pada rangkaian elektronik seperti membatasi arus listrik. Satuan dari tahanan adalah ohm ditulis dengan lambang satuan Ω (rho) dan simbolnya ditulis dengan huruf R (Resistance).

1 ohm = 1000 m Ω (mili ohm)
1 Kilo ohm = 1000 Ω
1 Mega ohm = 1000 k Ω (kilo ohm)

Setiap benda konduktor atau benda logam memiliki nilai tahanan (*resistivity*) berbeda-beda. Beberapa besaran nilai tahanan suatu benda logam ditampilkan pada tabel di bawah ini!

Tabel 1.1
Nama Logam/Konduktor dan Besaran Nilai Tahanannya

NO	Nama Benda Logam	Besarnya Nilai Tahanan
1	Tembaga	0,0178
2	Aluminium	0,028
3	Besi	0,12
4	Perak	0,016
5	Emas	0,0023

Macam-macam model tahanan, terbagi dalam 5 macam, yaitu:

a. Tahapan Tetap

Tahanan tetap adalah model tahanan yang nilai tahanannya sudah ditetapkan oleh pabrik pembuatnya. Pada tahanan tetap untuk mengetahui nilainya dapat diketahui melalui kode warna dan nilai tahanan yang tercatat. Model tahanan tetap ini terdapat pada tahanan keramik. Pada umumnya warna yang terdapat pada gelang/cincin resistor hanya 4, namun pada beberapa kasus ada resistor yang memiliki 5 gelang warna.

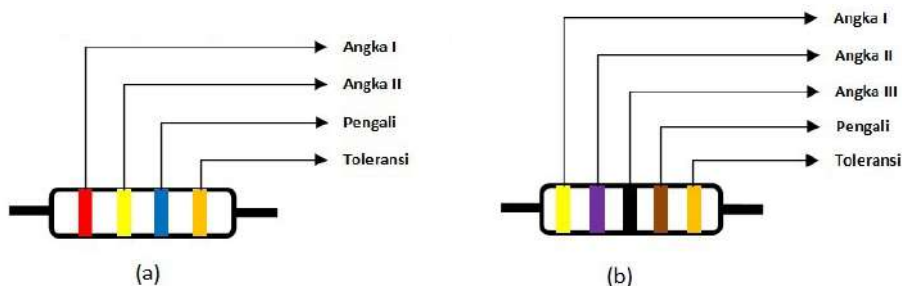
Pembacaan nilai komponen resistor adalah awal mempelajari elektronika. Resistor adalah komponen pasif penghambat arus yang selalu ada pada setiap rangkaian elektronika. Tidak seperti pada kapasitor atau komponen elektro lainnya, nilai resistor tidak ditulis pada komponen. Tapi nilai resistor ditunjukkan dalam kode warna. Kode warna ini berupa gelang yang ada pada komponen. Ada yang memiliki 4 gelang, 5 gelang, atau 6 gelang warna (jarang dipakai). Resistor yang umum dipakai adalah resistor menggunakan 4 gelang warna dengan toleransi nilai hambatan 5%-10%. Cara membaca nilai resistor 4 gelang warna adalah

- * Gelang-1 dan 2 adalah nilai angka depan.
- * Gelang-3 adalah pengali.
- * Gelang-4 adalah toleransi.

Contoh:

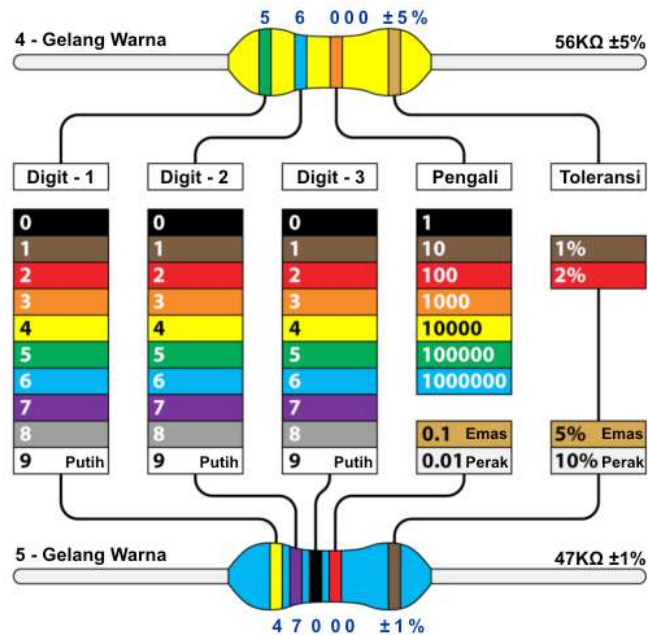
Resistor dengan warna : **Merah – Merah – Merah – Emas**

Maka cara membacanya adalah : **22 x 100 = 2200Ω** atau **2,2KΩ** atau **2K2**, dengan toleransi **5%**



Gambar Gelang Resistor (a) 4 gelang, (b) 5 gelang

Kode Warna Resistor



Sumber: <https://mikroelektro.wordpress.com/9/06/2019/> Sumber: <https://copypaste-elkin.blogspot.com/9/06/2019/>

Gambar 1.15 Kode warna resistor model keramik

b. Tahanan Tidak Tetap

Tahanan yang nilai tahanannya dapat diatur sesuai dengan kebutuhan adalah model tahanan tidak tetap, yaitu potensio meter, trimmer, dan tahanan geser.

c. Tahanan Yang Peka Terhadap Cahaya

Tahanan yang peka terhadap cahaya atau LDR (*Light Depending Resistor*) adalah komponen semi konduktor dimana nilai tahanannya akan berubah apabila terkena cahaya atau sinar. Pada ruang yang gelap nilai tahanannya besar dan pada ruang yang terang dengan cahaya nilai tahanannya kecil. Penggunaan tahanan model ini biasanya terdapat pada rangkaian auto dim, rear view mirror atau pada lampu jalan dan lampu taman.

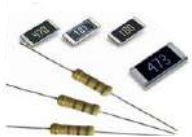



d. Tahanan Yang Peka Terhadap Tegangan

Tahanan yang peka terhadap tegangan atau VDR (*Voltage Dependent Resistance*) adalah komponen semi konduktor dimana nilai tahanannya akan berubah tergantung dari besarnya tegangan yang diberikan pada kedua ujung VDR tersebut.

e. Tahanan Yang Peka Terhadap Temperatur

Jenis tahanan pada model ini dibagi menjadi 2 macam, yaitu

- 1) PTC (*Positive Temperature Coefisien*) adalah jenis resistor dimana nilai tahanannya akan naik bila temperaturnya naik.
- 2) NTC (*Negatif Temperature Coefisien*) disebut juga *thermistor* yaitu suatu jenis resistor dimana nilai tahanannya akan bertambah bila temperaturnya berkurang dan fungsi dari tahanan model ini adalah sebagai pembatas atau pengatur arus dan sebagai pengatur tegangan dan arus sesuai dengan kebutuhan.

Nama Komponen	Gambar
Resistor (Nilai Tetap)	
Variabel Resistor	
LDR (Light Depending Resistor)	
Thermistor (NTC/PTC)	

Sumber: <https://denypsi17.wordpress.com/9/06/2019/>

Gambar 1.16 Macam-macam model resistor

3. Dioda

Dioda adalah suatu bahan semi konduktor yang dibuat dari bahan PN *junction*, yaitu bahan campuran terdiri dari germanium atau silikon dengan alumunium dan germanium atau silikon dengan fosfor. Macam-macam dioda menurut dari segi konstruksi atau bentuknya terbagi atas tiga macam, yaitu dioda germanium, dioda selenium, dan dioda cuprok.



Sumber: <https://indonesian.alibaba.com/9/06/2019/>

Gambar 1.17 Model dioda ditinjau dari bahannya

1) Germanium, 2) selenium, 3) cuprok

a. Dioda Zener

Fungsi dioda zener sebagai penstabil (*stabilizer*) tegangan. Dioda zener pada umumnya dipergunakan pada rangkaian power supply. Beberapa jenis dioda ini memiliki harga pembatas misalnya 5V, 6V, 12 Vll.

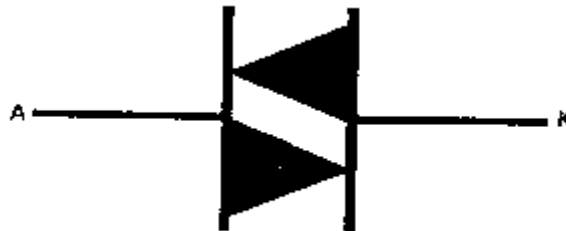


Sumber: <http://www.ilmuhabib.com/9/06/2019>

Gambar 1.18 Model dioda zener

b. Dioda Diac

Diac adalah singkatan dari *Dioda Alternating Current*. Fungsi dari dioda diac adalah dioda yang dapat mengalirkan arus listrik bolak balik (AC). Dioda diac terdiri atas 2 buah dioda yang disusun secara berlawanan. Dioda diac pada umumnya dipergunakan sebagai pemicu atau men-trigger dan mengendalikan komponen SCR (*Silicon Control Rectifier* atau mengatur daya).



Sumber: <https://www.pricearea.com/9/06/2019>

Gambar 1.19 Model dioda diac

c. Dioda LED

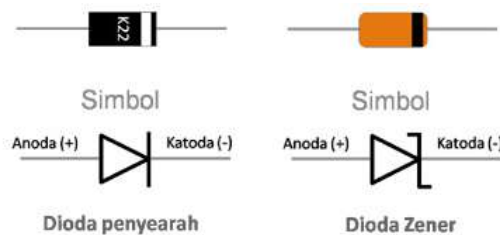
LED adalah singkatan dari *Light Emmiting Dioda* atau dioda yang bisa memancarkan cahaya. Cahaya yang dipancarkan LED bermacam-macam (merah, hijau, dan kuning). Bahan dioda LED adalah *silikon/germanium*.

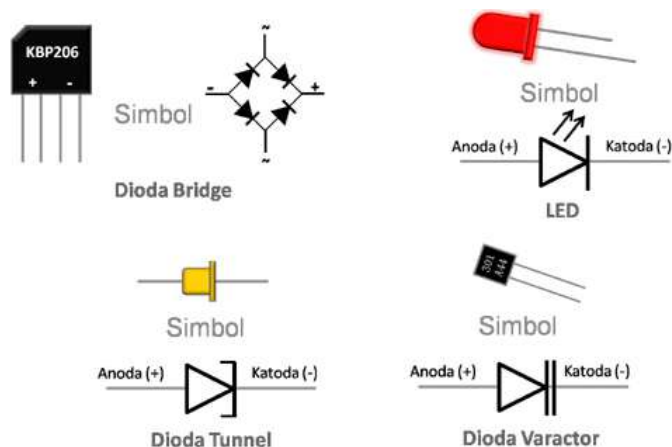
d. Dioda Veractor

Dioda yang dilengkapi dengan sebuah kondensator sehingga kondensator tersebut akan dimuati arus apabila ada arus yang mengalir melalui data tersebut.

e. Dioda Foto Cell

Dioda yang nilai tahanannya akan berubah apabila terkena cahaya. Besarnya perubahan kapasitas bergantung pada intensitas cahaya yang mengenai permukaan fotocell.

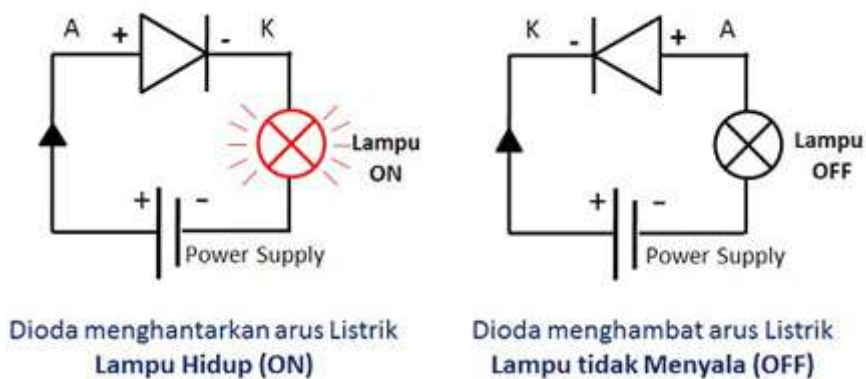




Sumber: <https://duniaberbagiilmuuntuksemua.blogspot.com/9/06/2019/>

Gambar 1.20 Berbagai macam model dioda

Sifat dioda hanya dapat dialiri arus listrik pada satu arah saja



Sumber: <https://skemaku.com/9/06/2019/>

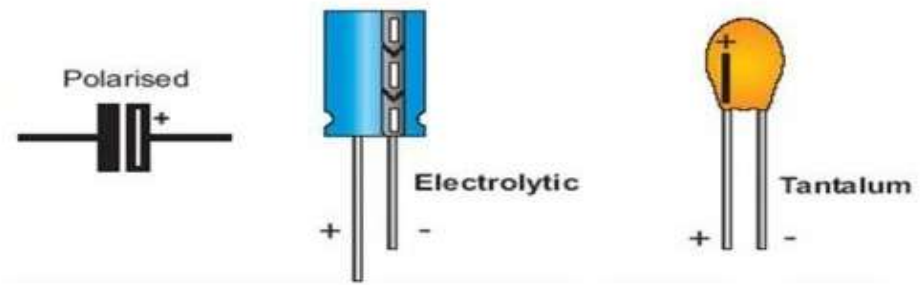
Gambar 1.21 Kerja dioda pada rangkaian listrik

3. Kapasitor/Kondensator

Kapasitor merupakan komponen listrik yang dapat menyimpan energi listrik dalam jangka waktu tertentu. Dikatakan dalam jangka waktu tertentu karena walaupun kapasitor diisi sejumlah muatan listrik, muatan tersebut akan habis setelah beberapa saat, bergantung pada besarnya kapasitas kapasitor. Besarnya kapasitas kapasitor diukur dalam satuan Farad. Dalam praktiknya ukuran ini terlalu besar sehingga digunakan satuan yang lebih kecil seperti microfarad (μF), nanofarad, atau pikofarad. Kapasitor memiliki dua jenis.

a. Kapasitor Polar

Pada kapasitor polar, adanya penentuan kutub-kutub kapasitor bila hendak dihubungkan dengan suatu rangkaian, dan hanya bekerja pada tegangan DC. Kapasitor polar memiliki kapasitas yang relatif besar.

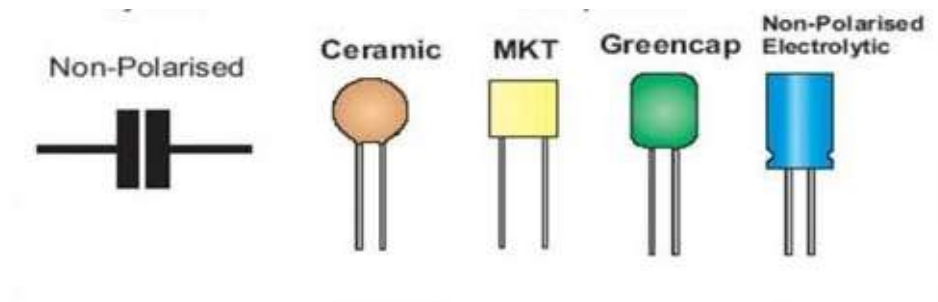


Sumber: <https://www.servicesparepart.com> (9/06/2019)

Gambar 1.22 Macam-macam model kapasitor polar

b. Kapasitor Non Polar

Pada kapasitor nonpolar tidak memiliki kutub-kutub sehingga dapat dipasang pada posisi terbalik pada rangkaian, serta dapat dihubungkan dengan tegangan AC. Ukuran kapasitor nonpolar kebanyakan relatif kecil dengan satuan nanofarad dan pikofarad.

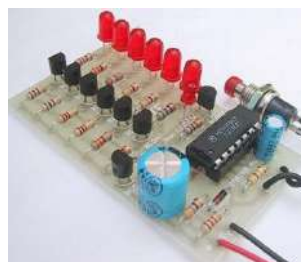


Sumber: <https://www.servicesparepart.com> (9/06/2019)

Gambar 1.23 Simbol dan bentuk komponen kapasitor nonpolar

4. Intergrated Circuit(IC)

Integrated Circuit (IC) adalah komponen elektronika aktif terdiri atas gabungan ratusan, ribuan bahkan jutaan transistor, dioda, resistor, dan kapasitor yang diintegrasikan menjadi suatu rangkaian elektronika dalam sebuah kemasan kecil. Bahan utama yang membentuk sebuah IC adalah bahan semikonduktor. Silikon merupakan bahan semikonduktor yang paling sering digunakan dalam teknologi fabrikasi *Integrated IC*. Dalam bahasa Indonesia, *Integrated Circuit* atau IC sering diterjemahkan menjadi sirkuit terpadu. Pada IC memiliki bermacam-macam kaki (8, 14, 16, 32, dan lain-lain) yang disusun dalam bentuk garis.



Sumber: <https://rangkaiaelektronika.info> (9/06/2019)

Gambar 1.24 Komponen IC

- Hal-hal yang harus kita perhatikan jika kita menggunakan IC, yaitu
- pemberian tegangan harus sesuai dengan ketentuan;
 - pemasangan kaki jangan sampai terbalik;
 - dalam pemasangan harus mempunyai soket IC; dan
 - saat pemasangan pada rangkaian, usahakan dipasang terakhir kali.

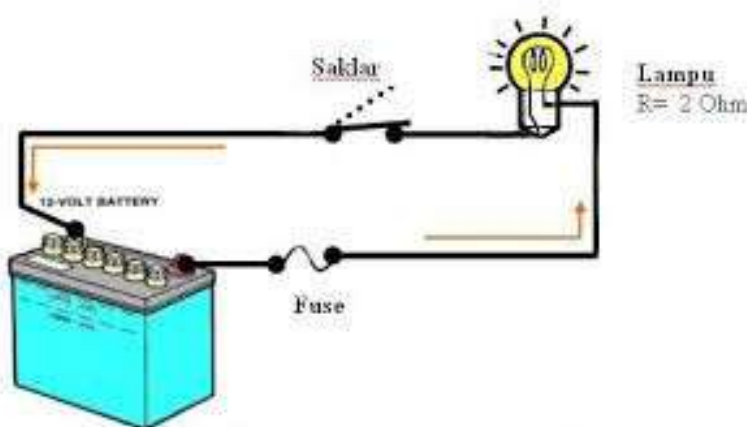
D. Sirkuit Rangkaian Kelistrikan

Rangkaian kelistrikan sirkuit kelistrikan (*electrical circuit*) merupakan sambungan dari beberapa komponen kelistrikan, dari sumber listrik, saklar, elemen listrik pasif, beban kelistrikan yang semua komponen tersebut dihubungkan dengan komponen penghantar kelistrikan.

Sumber kelistrikan dapat berasal dari baterai atau generator listrik, sedangkan kelistrikan pasif seperti transistor, kapasitor, induktor, dan lain-lain. Beban kelistrikan misalnya lampu, klakson, audio, motor starter, dan lain-lain. Komponen penghantar kelistrikan dapat berupa kabel dan rangka (*frame*) kendaraan yang digunakan untuk massa (penghubung negatif baterai).

Ketika semua komponen kelistrikan dirangkai menjadi satu maka arus listrik dapat mengalir dari positif baterai menuju kembali ke negatif baterai disebut dengan rangkaian kelistrikan atau sirkuit kelistrikan.

Untuk lebih jelasnya rangkaian kelistrikan dapat dilihat pada gambar di bawah ini!



Sumber: <https://bsd.pendidikan.id/9/06/2019>

Gambar 1.25 Rangkaian kelistrikan sederhana

Pada gambar di atas arus listrik mengalir dari terminal positif baterai > kabel rangkaian > saklar (*switch*) > lampu > fuse > terminal negatif baterai. Pada rangkaian kelistrikan beban adalah perlengkapan kendaraan yang menggunakan listrik, seperti lampu, klakson, dan lain-lain.

1. Hukum Ohm

Hukum Ohm digunakan secara luas dalam rangkaian elektronika dan merupakan hukum dasar pada rangkaian listrik. Dengan menggunakan hukum Ohm, kita tidak hanya dapat menghitung, tapi juga dapat memperkecil arus listrik, memperkecil tegangan pada rangkaian juga untuk memperoleh nilai tahanan (resistansi) atau hambatan yang diperlukan.

Bunyi hukum Ohm adalah kuat arus dalam suatu rangkaian berbanding lurus dengan tegangan pada ujung-ujung rangkaian dan berbanding terbalik dengan hambatan rangkaian. Hukum Ohm digunakan untuk menghitung tegangan listrik, hambatan listrik, atau kuat arus dalam rangkaian listrik.

Simbol yang digunakan pada hukum Ohm adalah V untuk voltase atau tegangan listrik yang diukur dalam satuan volt, R untuk resistansi atau hambatan yang diukur dalam satuan Ohm (Ω), dan I untuk arus listrik yang diukur dalam satuan ampere.

Sesuai dengan bunyi hukum Ohm secara matematis untuk menghitung besar voltase listrik menggunakan rumus:

$$V = I \times R$$

Dan untuk menghitung kuat arus listrik, rumus diatas dipakai kembali sehingga:

$$I = \frac{V}{R}$$

Rumus diatas dapat dituliskan kembali untuk mendapatkan hambatan:

$$R = \frac{V}{I}$$

Agar mudah diingat hukum Ohm dapat kita ilustrasikan dengan gambar di bawah ini!



Sumber: <https://www.studiobelajar.com/9/06/2019>

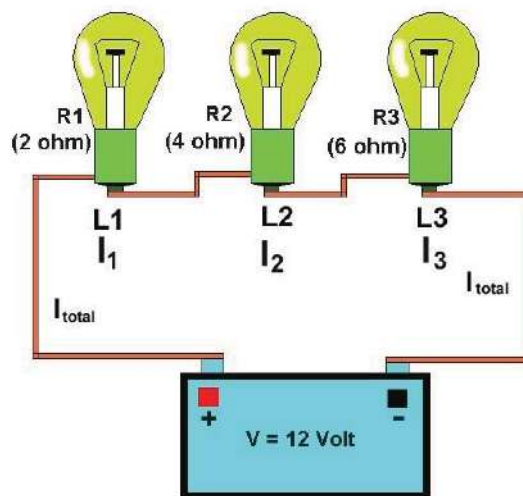
Gambar 1.26 Piramida hukum Ohm

Dari gambar di atas kita dapat mengingat rumus dengan mudah dengan cara menutup salah satu huruf untuk mencari rumusnya. Contoh jika kita ingin mencari nilai tegangan listrik, tutup huruf V pada segi tiga di atas maka didapat rumus IR atau $I \times R$ begitu pula untuk mencari rumus yang lain dapat menggunakan caranya yang sama.

Rangkaian adalah lintasan listrik yang dilalui dari sumber daya dan kembali lagi. Semua bagian dari rangkaian sederhana harus menghantarkan listrik dan terhubung satu sama lain. Ada tiga jenis rangkaian listrik, yakni rangkaian seri, rangkaian paralel, dan rangkaian seri-paralel.

2. Rangkaian Seri

Pada rangkaian seri, tahanan atau beban listrik dipasang secara berderet seperti pada gambar di bawah ini!



Sumber: <https://totalotomotif.com/9/06/2019/>

Gambar 1.27 Rangkaian seri

Pada rangkaian seri, jumlah arus yang mengalir selalu sama pada setiap titik/tempat komponen. Sedangkan, tahanan total adalah sama dengan jumlah dari masing-masing tahanan R1, R2, dan R3.

Dengan adanya tahanan listrik dalam sirkuit maka bila ada arus listrik yang mengalir akan menyebabkan tegangan turun setelah melewati tahanan. Besarnya perubahan tegangan dengan adanya tahanan disebut dengan penurunan tegangan (voltage drop). Pada rangkaian seri, penjumlahan penurunan tegangan setelah melewati tahanan akan sama dengan tegangan sumber (V_t). Adapun rumus arus listrik, tahanan dan tegangan pada rangkaian seri sebagai berikut.

$$I_{total} = I_1 = I_2 = I_3$$

$$R_{total} = R_1 + R_2 + R_3$$

$$V_{total} = V_1 + V_2 + V_3$$

Kuat arus I yang mengalir pada rangkaian seri besarnya sama pada R1, R2 dan R3, sehingga dapat dihitung menjadi :

$$I = \frac{V}{R_{total}} = I = \frac{V}{R1 + R2 + R3}$$

Bila arus I mengalir pada sirkuit/rangkaian, penurunan tegangan V1, V2, dan V3 setelah melewati R1, R2, dan R3 dihitung dengan hukum Ohm.

$$V1 = R1 \times I$$

$$V2 = R2 \times I$$

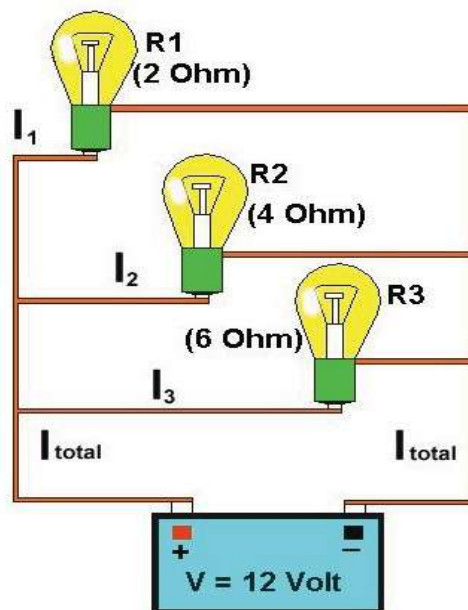
$$V3 = R3 \times I$$

Rangkaian seri mempunyai karakteristik berikut

- tahanan total/kombinasi (combined resistance) selalu lebih besar dari nilai tahanan terbesar;
- arus yang mengalir pada tiap-tiap hambatan sama; dan
- tegangan sumber adalah hasil penjumlahan tegangan-tegangan jatuh (voltage drop).

3. Rangkaian Paralel

Rangkaian paralel memiliki baterai atau komponen lain yang terhubung saling menyilang atau bercabang seperti pada gambar di bawah ini!



Sumber: <https://totalotomotif.com/9/06/2019>

Gambar 1.28 Rangkaian paralel

Pada rangkaian paralel, tegangan sumber (baterai) V adalah sama untuk seluruh tahanan. Sedangkan jumlah arus I adalah sama dengan jumlah arus I_1 , I_2 , dan I_3 yaitu arus yang mengalir melalui masing-masing resistor R_1 , R_2 , dan R_3 . Adapun rumus arus listrik tahanan dan tegangan pada rangkaian seri adalah

$$V_{\text{total}} = V_1 = V_2 = V_3$$

$$I_{\text{total}} = I_1 + I_2 + I_3$$

$$\frac{1}{R_{\text{total}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

Kuat arus I yang mengalir pada R_1 , R_2 , dan R_3 dapat dihitung menjadi

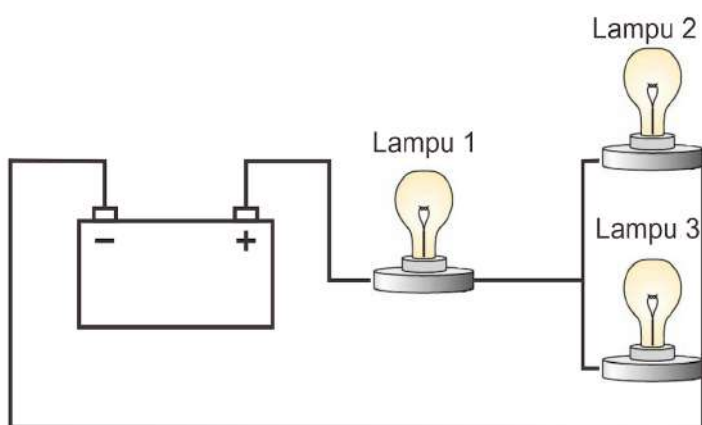
$$I_1 = \frac{V}{R_1} \quad I_2 = \frac{V}{R_2} \quad I_3 = \frac{V}{R_3}$$

Rangkaian paralel mempunyai karakteristik berikut

- tahanan kombinasi selalu lebih kecil dari nilai tahanan terkecil;
- tegangan pada tiap-tiap tahanan adalah sama; dan
- arus total adalah penjumlahan dari arus-arus yang melewati tiap-tiap tahanan.

4. Rangkaian Seri-Paralel

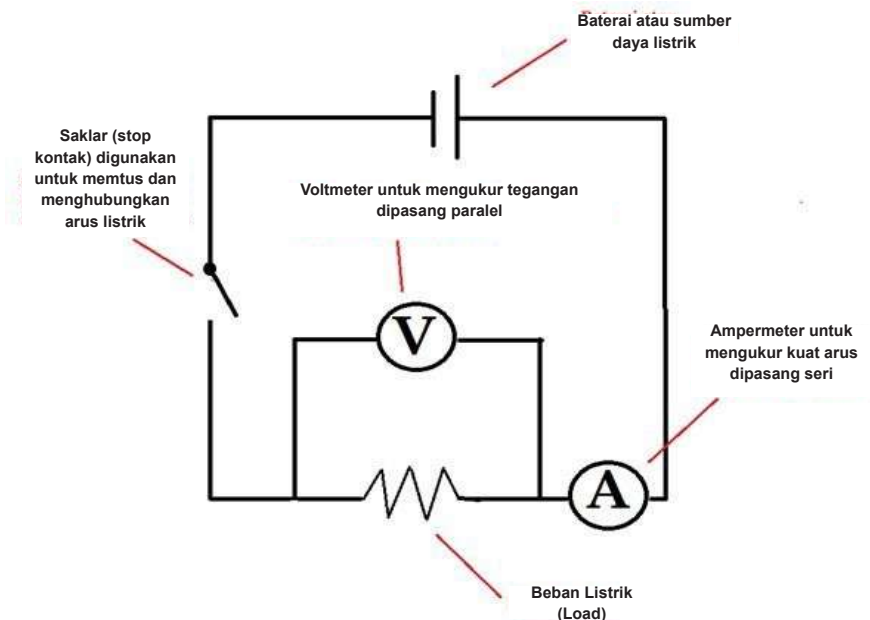
Rangkaian seri – paralel merupakan kombinasi atau gabungan antara rangkaian seri dan rangkaian paralel, seperti pada gambar di bawah ini:



Sumber: <https://www.teknik-otomotif.com> (9/06/2019)

Gambar 1.29 Rangkaian seri-paralel

Pada rangkaian listrik, tegangan, resistansi, atau arus yang lewat dapat dihitung dengan rumus hukum Ohm. Di samping itu, komponen dalam suatu rangkaian listrik masing-masing digambarkan dengan simbol khusus dan berbeda-beda. Hal ini dimaksudkan agar komponen dan koneksi dapat digambarkan dengan jelas. Pada diagram komponen sederhana di bawah ini dapat dilihat berbagai simbol yang dipakai pada komponen listrik. Gambar diagram rangkaian dibuat untuk memudahkan dan menyederhanakan komponen listrik sesungguhnya.



Sumber: <https://www.studiobelajar.com/9/06/2019/>

Gambar 1.30 Simbol tegangan, resistansi, dan arus listrik yang dipakai pada rangkaian listrik

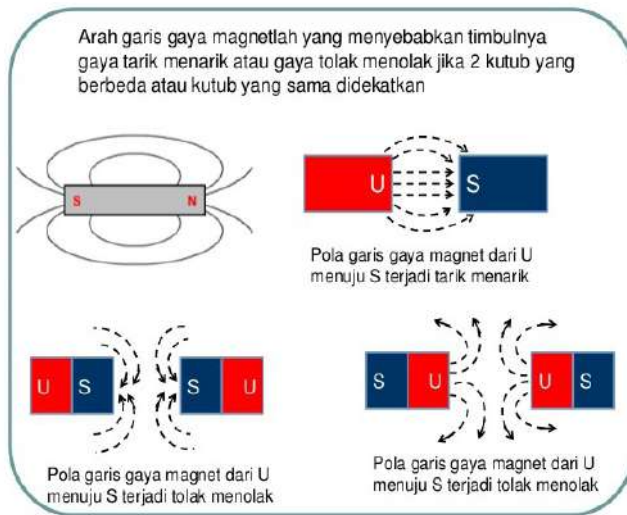
Makin besar resistansi atau hambatan dalam rangkaian, makin kecil arus yang mengalir. Begitu pula sebaliknya, jika sumber daya yang diberikan terlalu besar maka beban juga harus mampu menerima daya yang besar. Jika beban menerima daya di atas kemampuannya maka dapat terjadi kerusakan komponen pada alat tersebut (*overload*). Jika arus yang mengalir pada rangkaian terlalu besar untuk dapat diterima beban maka dipakai satu komponen listrik (resistor). Resistor adalah salah satu komponen listrik yang menyebabkan tegangan listrik turun.

E. Kemagnetan

Kemagnetan merupakan dasar pokok gaya, terutama yang berhubungan dengan listrik. Beberapa komponen yang terdapat pada sepeda motor sebagian ada yang menggunakan gaya dan prinsip kemagnetan, elektromagnet, gaya elektromagnet, dan induksi elektromagnet, contoh diantaranya adalah terdapat pada motor starter, generator, ignition coil, dan lain sebagainya. Untuk itu pemahaman tentang sifat-sifat kemagnetan dan kerja kemagnetan sangat penting untuk diketahui dan dipelajari.

1. Kutub-Kutub Magnet

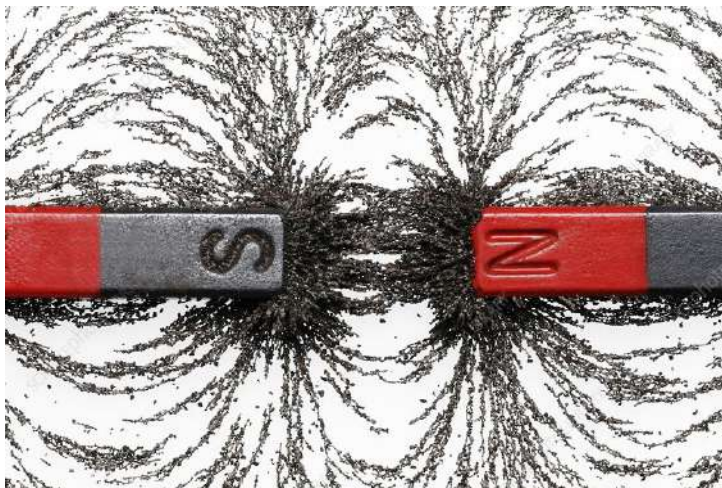
Magnet akan menarik logam karena mempunyai daya kemagnetan. Semua benda yang mempunyai kemagnetan disebut dengan magnet. Kutub magnet (*magnetic pole*) adalah bagian pada magnet yang mempunyai kemagnetan kuat. Bila magnet batang digantung dengan tali maka magnet akan menunjuk ke arah Kutub Utara dan Kutub Selatan. Kutub magnet yang menunjuk ke arah Kutub Utara bumi disebut Utara (U)/North (N), sebaliknya kutub magnet yang menunjuk ke arah Kutub Selatan bumi disebut Selatan (S)/South (S).



Sumber: <https://www.slideshare.net/9/06/2019>

Gambar 1.31 Arah kutub utara (N) dan kutub selatan (S) magnet

Bila dua buah magnet dengan kutub yang sama saling didekatkan, maka magnet tersebut akan tolak-menolak. Namun bila dua buah magnet dengan kutub yang berbeda saling didekatkan, maka magnet tersebut akan tarik-menarik. Gaya tarik-menarik dan tolak-menolak ini disebut gaya magnet.



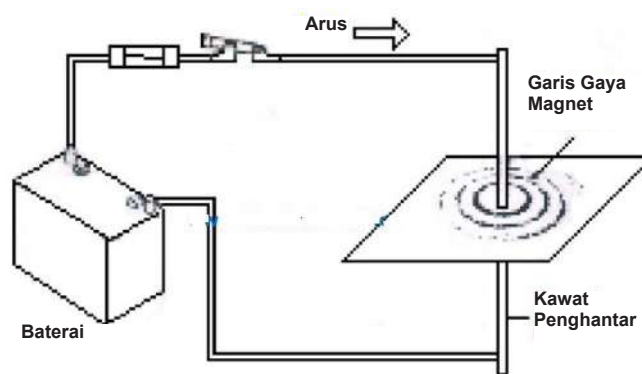
Sumber: <https://www.sciencephoto.com/9/06/2019>

Gambar 1.32 Garis gaya magnet yang dibentuk oleh serbuk besi

Bila serbuk besi ditaburkan di atas kaca dan sebuah magnet berbentuk tapal kuda ditempatkan di bawah kaca maka serbuk besi akan membentuk formasi seperti pada gambar di atas. Garis-garis yang dibentuk oleh serbuk besi disebut garis-garis gaya magnet (*magnetic line*) atau *magnetic flux*. Fluksi magnet (*magnetic flux*) dimulai dari Kutub Utara ke Kutub Selatan.

2. Arus Listrik dan Kemagnetan

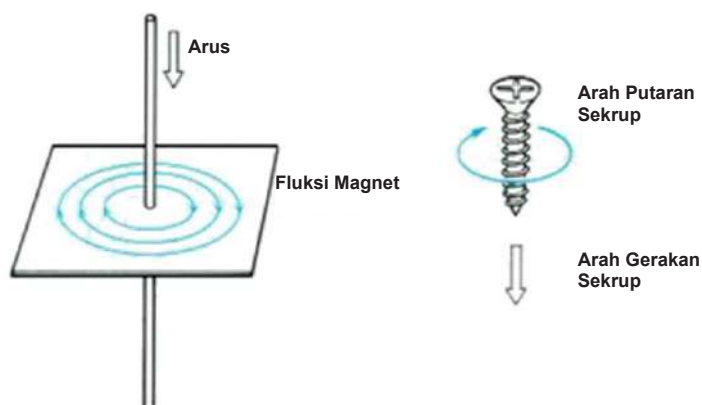
Bila selembar kertas dan kawat disusun seperti pada gambar di bawah, kemudian kawat dialiri arus listrik maka serbuk besi yang disebar akan membentuk lingkaran-lingkaran. Kerapatan serbuk besi makin mendekati titik, makin rapat menunjukkan bahwa medan magnet makin kuat.



Sumber: <https://www.teknik-otomotif.com/9/06/2019/>

Gambar 1.33 Arus listrik dan garis gaya magnet

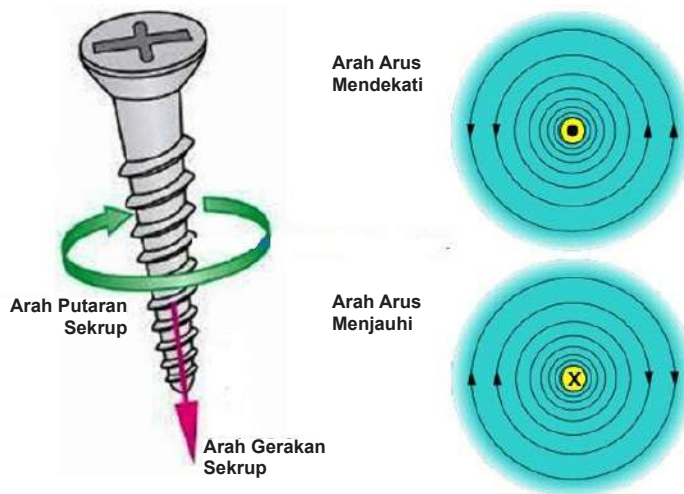
Saat diletakkan jarum magnet kecil pada kertas. Jarum akan menunjukkan arah fluksi magnet.



Sumber: <http://komponenalat-berat.blogspot.com/9/06/2019/>

Gambar 1.34 Arah fluksi magnet

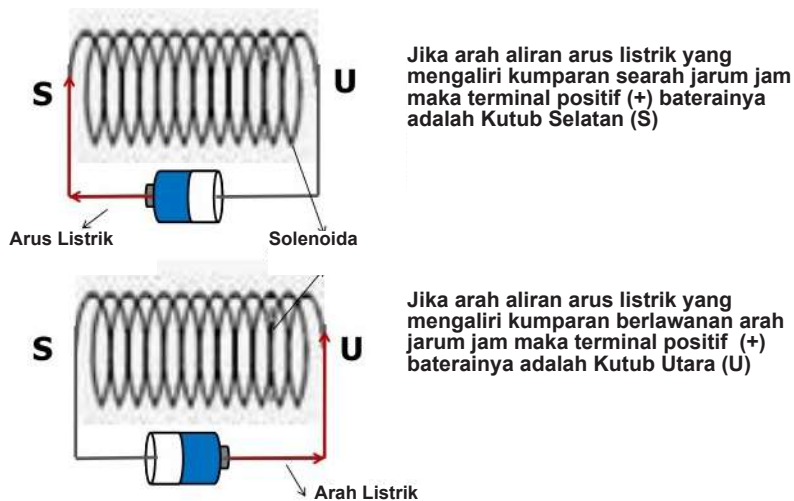
Arah arus dan arah *magnetic flux* dapat dinyatakan dengan kaidah ulir kanan, berbunyi “ketika arus listrik searah dengan gerakan sekrup ulir kanan saat diputar masuk, fluksi magnet yang dihasilkan searah dengan gerakan memutar dari sekrup”.



Sumber: <https://www.teknik-otomotif.com> (9/06/2019)

Gambar 1.35 Arah arus dan fluksi magnet

Bila konduktor lurus dibengkokkan sehingga terbentuk lingkaran akan menghasilkan *magnetic flux* yang lebih besar dan lebih kuat. Hal ini akan menghasilkan Kutub Utara dan Kutub Selatan seperti pada gambar di bawah ini!



Sumber: <https://www.slideshare.net> (10/06/2019)

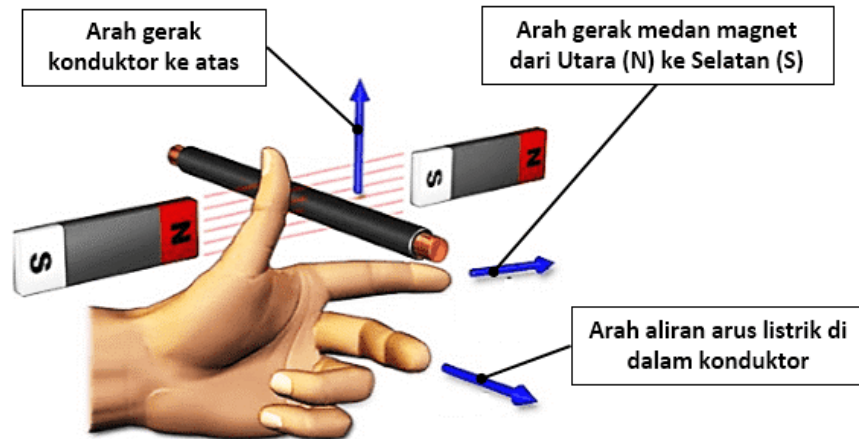
Gambar 1.36 Arah kumparan dan kutub magnet yang dihasilkan

Bila konduktor dililitkan berbentuk kumparan seperti pada gambar di atas disebut solenoida (*solenoid*). Bila arus mengalir seperti pada gambar, arah *magnetic flux* sedemikian rupa sehingga Kutub S berada di bawah solenoid sedangkan Kutub U berada di atas. Garis gaya magnet akan bertambah sebanding dengan jumlah gulungan dan besarnya arus yang mengalir pada kumparan dan bila kita letakkan inti besi dalam kumparan.

3. Gaya Elektromagnetik

Gaya elektromagnetik adalah gaya yang bekerja pada suatu konduktor yang dialiri arus listrik dalam medan magnet. Bila sebuah konduktor dan dua buah magnet dengan kutub yang berbeda, disusun seperti pada Gambar 1.32 kemudian arus listrik dialirkan pada konduktor maka akan terjadi gaya elektromagnetik (*electromagnetic force*).

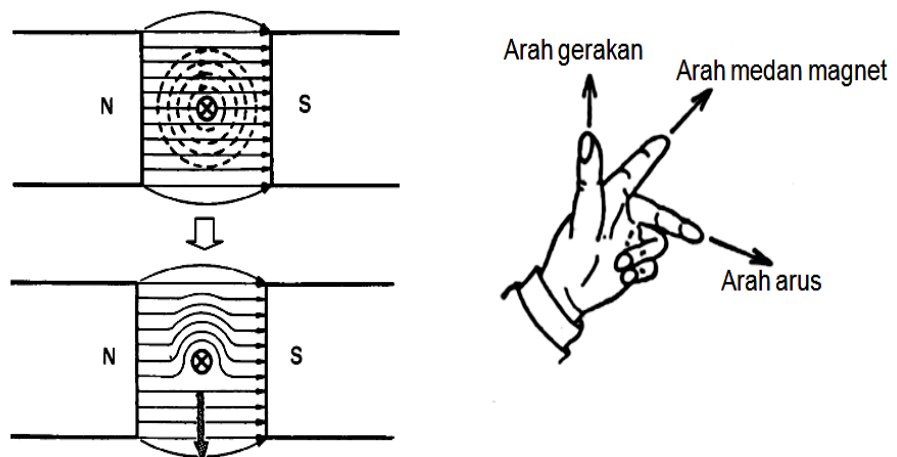
Garis-garis gaya magnet di atas konduktor adalah lebih kecil karena fluksi magnet yang dihasilkan oleh magnet arahnya berlawanan dengan yang dihasilkan oleh arus listrik.



Sumber: [https://starter-motor.blogspot.com \(10/06/2019\)](https://starter-motor.blogspot.com (10/06/2019))

Gambar 1.37 Gaya elektromagnetik

Sebaliknya garis-garis gaya magnet di bawah konduktor adalah lebih besar karena arahnya sama sehingga menyebabkan konduktor akan terdorong ke atas. Gaya ini disebut gaya elektromagnetik. Arah gaya elektromagnetik dapat ditentukan oleh kaidah tangan kiri Fleming. Dimana, jari telunjuk menunjukkan arah fluksi magnet, jari tengah menunjukkan arah arus, dan ibu jari menunjukkan arah gerakan konduktor.



Sumber: [https://www.kitapunya.net \(9/06/2019\)](https://www.kitapunya.net (9/06/2019))

Gambar 1.38 Kaidah tangan kiri Fleming

4. Induksi Elektromagnetik

Pada beberapa komponen kelistrikan sepeda motor memiliki fungsi untuk menghasilkan arus listrik atau tegangan listrik dan ada pula yang membangkitkan arus listrik atau tegangan listrik. Kerja dari beberapa komponen ini menerapkan prinsip kerja dari induksi elektromagnetik, yaitu proses pembangkitan tegangan listrik yang dilakukan dengan cara memotong garis medan magnet oleh suatu penghantar atau dengan cara lain dengan memutuskan kemagnetannya seketika. Pembahasan tentang induksi elektromagnetik ini menjadi bagian terpenting dalam pengerjaan perbaikan komponen kelistrikan sepeda motor nantinya.

a. Prinsip Kerja Generator

Jika suatu kabel penghantar yang dialiri arus listrik diletakkan pada medan magnet maka akan dihasilkan suatu gaya elektromagnetik yang akan menggerakkan kabel penghantar sesuai dengan kaidah tangan kiri Fleming. Sebaliknya, jika suatu penghantar digerakan memotong suatu medan magnet maka pada penghantar tersebut akan dihasilkan suatu arus listrik. Listrik yang dihasilkan disebut induksi elektromagnetik (*electromagnetic induction*). Semakin cepat kita menggerakkan penghantar maka akan semakin besar induksi elektromagnetik yang dihasilkan. Semakin banyak penghantar yang memotong medan magnet maka akan semakin besar induksi elektromagnetik yang dihasilkan. Semakin kuat medan magnet yang dipotong oleh penghantar maka akan semakin besar induksi elektromagnetik yang dihasilkan. Besarnya induksi elektromagnetik dapat dirumuskan berikut.

$$E = B.L.V$$

E : Besar induksi elektromagnetik

B : Kuat medan magnet

L : Panjang penghantar

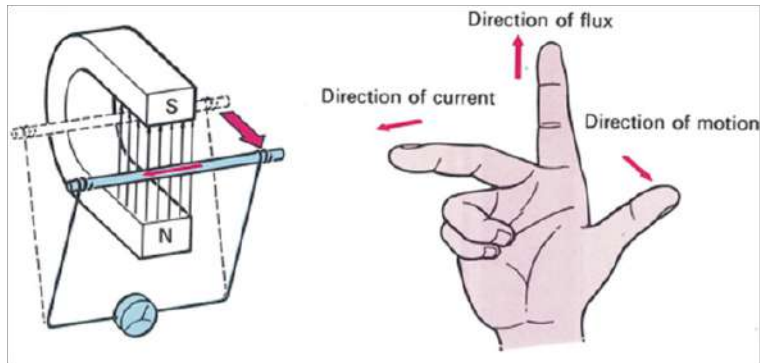
V : Kecepatan memotong medan magnet

Dari rumus tersebut tampak bahwa besarnya induksi elektromagnetik yang dihasilkan berbanding lurus dengan:

- 1) kecepatan pemotongan medan magnet;
- 2) panjang penghantar yang memotong medan magnet; dan
- 3) kuat medan magnet.

Arah arus listrik ditentukan oleh arah gerakan penghantar dan arah garis gaya magnet dan arah gerak memotong. Kaidah tangan kanan Fleming merupakan kaidah yang menunjukkan hubungan antara arah garis gaya magnet, arah gerak penghantar memotong, dan arah arus yang dihasilkan.

Menurut kaidah Fleming, ibu jari menunjukkan arah gerakan penghantar (*direction of motion*), jari telunjuk menunjukkan arah garis gaya magnet (*direction of flux*), dan jari tengah menunjukkan arah arus listrik yang dihasilkan (*direction of current*).

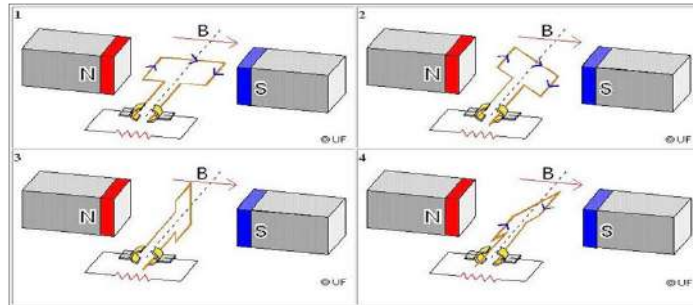


Sumber: <http://bukanyugioh.blogspot.com> (9/06/2019)

Gambar 1.39 Kaidah tangan kiri Fleming

Kaidah tangan kanan Fleming atau induksi elektromagnetik ini diterapkan pada prinsip kerja generator. Prinsip kerja generator bekerja berdasarkan prinsip hukum Faraday. Hukum Faraday menyebutkan bahwa “jika terjadi perubahan garis gaya magnet pada sebuah kumparan kawat maka akan timbul gaya gerak listrik (GGL) pada kawat tersebut”. Jika kumparan kawat dihubungkan dengan rangkaian listrik tertutup maka akan timbul pula arus listrik yang mengalir pada rangkaian tersebut.

Generator yang digunakan pada sistem pengisian bekerja mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Generator umumnya dibedakan menjadi 2 macam, yaitu generator arus DC dan generator arus AC. Pada generator arus DC arus listrik yang dihasilkan berupa arus listrik searah (*direct current*).



Sumber: <http://trikueni-desain-sistem.blogspot.com> (9/06/2019)

Gambar 1.40 Prinsip kerja generator DC

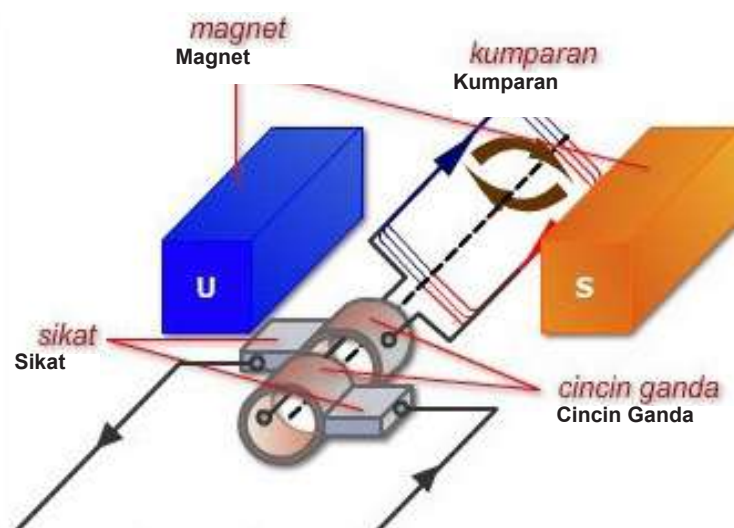
Keterangan:

- Pada gambar generator DC Sederhana dengan sebuah kumparan penghantar yang berputar antara medan magnet (N) dan medan magnet (S) maka pada ujung kumparan penghantar akan timbul induksi elektromagnetik (garis gaya listrik). Lihat Gambar 1.
- Kumparan penghantar ABCD terletak dalam medan magnet sedemikian rupa sehingga sisi A-B dan C-D terletak tegak lurus pada arah fluks magnet (medan magnet). Lihat Gambar 3.
- Kumparan penghantar ABCD diputar dengan kecepatan sudut yang tetap terhadap sumbu putarnya yang sejajar dengan sisi A-B dan C-D. Lihat Gambar 2.
- Garis gaya listrik (GGL) atau induksi elektromagnetik yang terbentuk pada sisi A-B dan sisi C-D besarnya sesuai dengan perubahan fluks magnet yang dipotong oleh kumparan penghantar ABCD dan kecepatan putaran kumparan penghantar ABCD.

Sedangkan, pada generator arus AC (*Alternating Current*), rotor generator diskemakan dengan kawat penghantar listrik (*armature*) yang membentuk persegi panjang. Setiap ujung kawat angker terhubung dengan cincin logam (*slip ring*). *Slip ring* ini termasuk bagian dari rotor sehingga ikut berputar dengan rotor. Pada generator AC, *slip ring* berbentuk lingkaran penuh dan terhubung dengan ujung armatur.

Untuk sisi stator generator tersusun atas dua magnet dengan kutub berbeda yang saling berhadapan. Pada bagian yang kontak langsung dengan *slip ring*, stator dilengkapi dengan sikat karbon yang berfungsi untuk menghubungkan arus listrik yang dibangkitkan pada kawat angker ke rangkaian listrik di luar generator. Ujung-ujung kumparan yang berada di dalam medan magnetik terhubung pada cincin 1 dan cincin 2 yang ikut berputar apabila kumparan diputar. Cincin-cincin tersebut terhubung dengan sikat karbon A dan B. Kedua sikat karbon ini tidak ikut berputar bersamaan dengan cincin dan kumparan.

Ketika kumparan berputar terjadi arus listrik induksi pada kumparan. Arus induksi ini mengalir melalui sikat karbon. Saat posisi kumparan tegak lurus terhadap arah medan magnetik, arus induksi berhenti mengalir. Beberapa saat setelah kumparan melanjutkan putarannya, arus listrik induksi kembali mengalir dalam kumparan tetapi dengan arah yang berbeda. Generator arus bolak-balik menghasilkan arus bolak-balik yang dinamakan arus AC (*Alternating Current*). Grafik arus bolak-balik (AC) yang dihasilkan generator arus bolak-balik (AC) dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Sumber: [https://sumberbelajar.belajar.kemdikbud.go.id \(/06/2019\)](https://sumberbelajar.belajar.kemdikbud.go.id (/06/2019))

Gambar 1.41 Prinsip kerja generator AC

b. Koil Pengapian (Ignition Coil)

Untuk menghasilkan percikan bunga api pada elektroda busi di sistem pengapian, listrik harus melompat melewati celah udara yang terdapat di antara dua elektroda pada busi. Karena udara merupakan isolator, tegangan yang sangat tinggi dibutuhkan untuk mengatasi tahanan dari celah udara tersebut, juga untuk mengatasi sistem itu sendiri dan seluruh komponen sistem pengapian lainnya. Koil pengapian mengubah sumber tegangan rendah dari baterai 12 V menjadi sumber tegangan tinggi 10 kV atau lebih yang diperlukan untuk menghasilkan loncatan bunga api yang kuat pada celah elektroda busi dalam sistem pengapian.

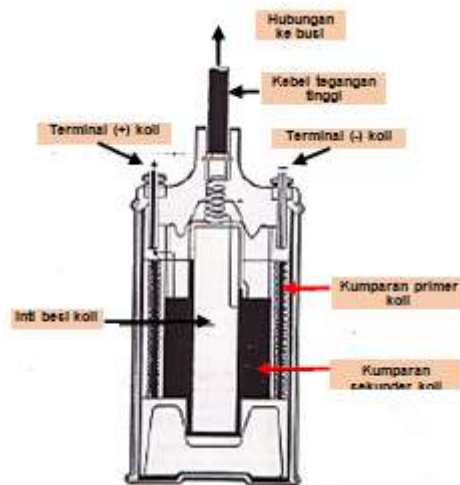
Pada koil pengapian, terdapat kumparan primer dan sekunder digulung pada inti besi. Kumparan-kumparan ini akan menaikkan tegangan yang diterima dari baterai menjadi tegangan yang sangat tinggi melalui induksi elektromagnetik. Inti besi (*core*) dikelilingi kumparan yang terbuat dari baja silikon tipis. Untuk mencegah terjadinya hubungan singkat (*short circuit*) maka antara lapisan kumparan disekat dengan kertas khusus yang mempunyai tahanan sekat yang tinggi. Ujung kumparan primer dihubungkan dengan terminal negatif primer, sedangkan ujung yang lainnya dihubungkan dengan terminal positif primer. Kumparan sekunder dihubungkan dengan cara serupa di mana salah satunya dihubungkan dengan kumparan primer lewat (pada) terminal positif primer yang lainnya dihubungkan dengan tegangan tinggi melalui suatu pemisah dan keduanya digulung.

Prinsip kerja koil pengapian, medan magnet akan dibangkitkan saat arus dari baterai mengalir pada gulungan (kumparan) primer dan dihubungkan ke massa oleh kontak pemutus (platina). Garis gaya magnet yang dibangkitkan pada inti besi berlawanan dengan garis gaya magnet dalam kumparan primer. Arus yang mengalir pada rangkaian primer tidak akan segera mencapai maksimum karena adanya perlawanan oleh induksi diri pada kumparan primer. Diperlukan waktu agar arus maksimum pada rangkaian primer dapat tercapai.

Bila arus yang mengalir dalam kumparan primer untuk kemudian arus tersebut diputuskan tiba-tiba maka akan dibangkitkan tegangan dalam kumparan primer berupa induksi sendiri sebesar 300-400 V, searah dengan arus yang mengalir sebelumnya. Kumparan primer terhubung dengan kumparan sekunder, induksi elektromagnetik yang terjadi pada kumparan primer juga akan memberikan induksi elektromagnetis ke kumparan sekunder yang besarnya sebesar 10 KV atau lebih. Terdapat tiga tipe utama koil pengapian yang umum digunakan pada sepeda motor, yaitu:

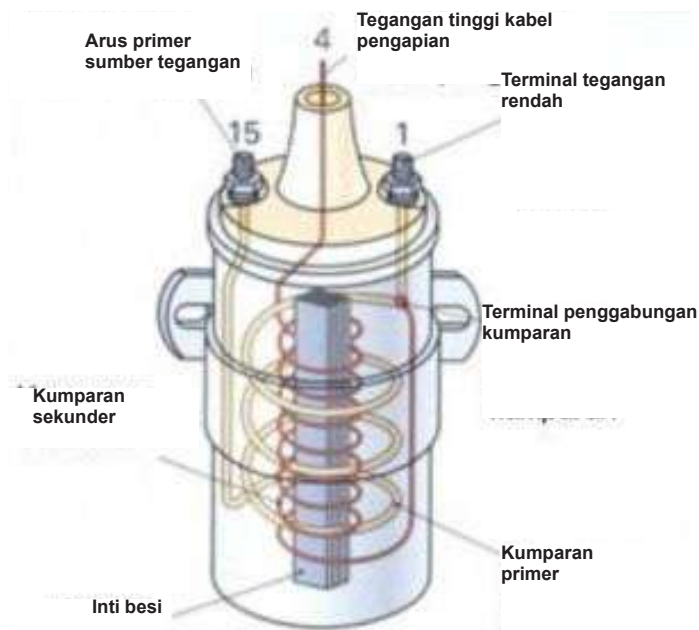
1) Tipe Canister

Tipe ini mempunyai inti besi di bagian tengahnya dan kumparan sekunder mengelilingi inti besi tersebut. Kumparan primernya berada di sisi luar kumparan sekunder. Keseluruhan komponen dirakit dalam satu rumah di logam canister. Kadang-kadang canister diisi dengan oli (pelumas) untuk membantu meredam panas yang dihasilkan koil. Konstruksi koil jenis ini umumnya digunakan di mobil. Konstruksi tipe canister seperti terlihat pada gambar dibawah :



Sumber: <https://conectingwillys.blogspot.com> (14/10/2019)

Gambar 1.42 Konstruksi potongan koil pengapian tipe canister

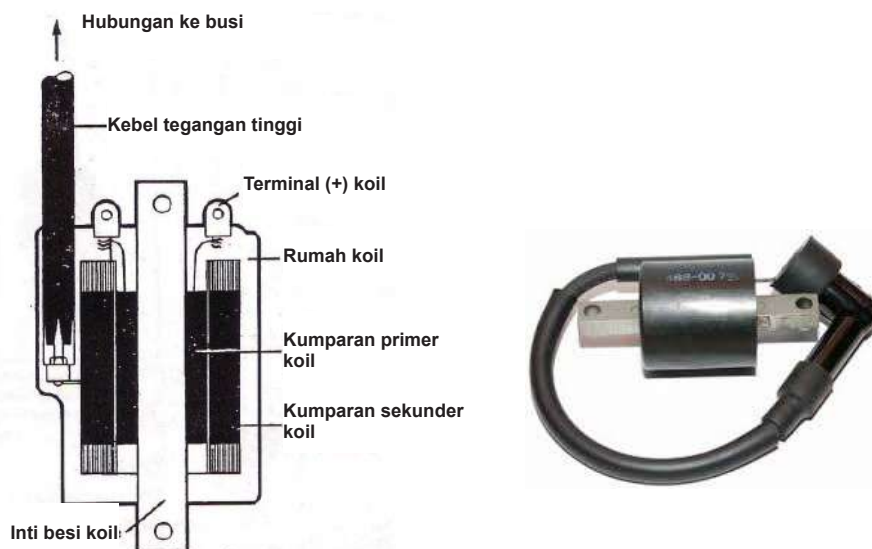


Sumber: <http://totalotomotif.com> (07/06/2019)

Gambar 1.43 Kongsruksi koil pengapian tipe canister

2) Tipe Moulded Coil

Tipe moulded coil merupakan tipe yang sekarang umum digunakan. Pada tipe ini inti besi di bagian tengahnya dikelilingi oleh kumparan primer, sedangkan kumparan sekunder berada di sisi luarnya. Keseluruhan komponen dirakit kemudian dibungkus dalam resin (damar) supaya tahan terhadap getaran yang biasanya ditemukan dalam sepeda motor. Tipe moulded coil menjadi pilihan yang populer sebab konstruksinya yang tahan dan kuat. Pada mesin multicylinder (silinder banyak) biasanya satu coil melayani dua busi karena mempunyai dua kabel tegangan tinggi dari kumparan sekunder.

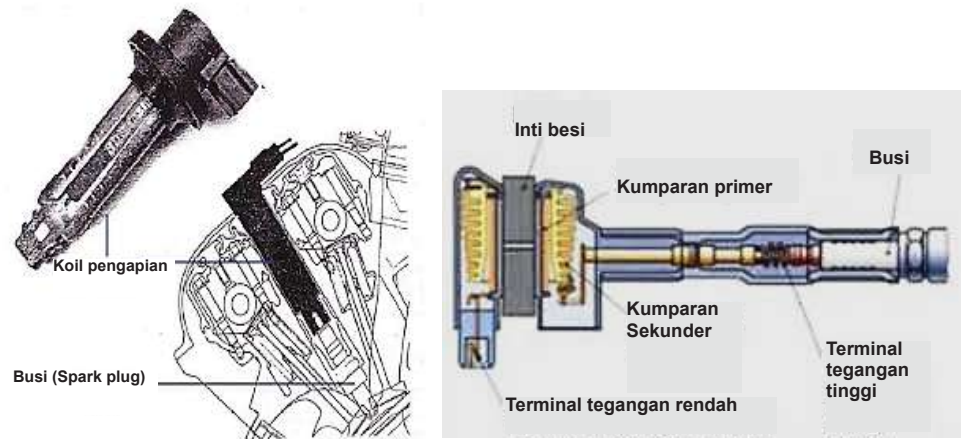


Sumber: <https://conectingwillys.blogspot.com> (14/10/2019)

Gambar 1.44 Kongsruksi potongan koil pengapian tipe moulded

3) Tipe Koil Gabungan (Menyatu) dengan Tutup Busi (Spark Plug)

Tipe koil ini merupakan tipe paling baru dan sering disebut sebagai koil batang (stick coil). Ukuran besar dan beratnya lebih kecil dibanding tipe moulded coil dan keuntungan paling besar adalah koil ini tidak memerlukan kabel tegangan tinggi.

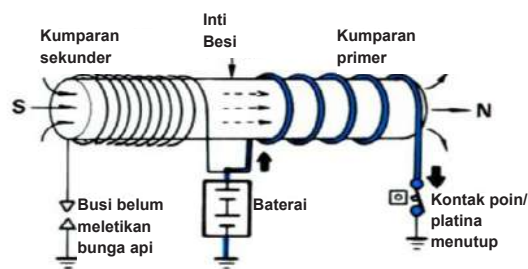


Sumber: <https://conectingwillys.blogspot.com> (14/10/2019)

Gambar 1.45 Konstruksi potongan koil pengapian tipe menyatu (stick coil)

Secara garis besar cara kerja koil pengapian (*ignition coil*) dicontohkan pada model platina adalah sebagai berikut:

1) Saat Kontak Poin Menutup (Kumparan Primer Mengalami Kemagnetan)

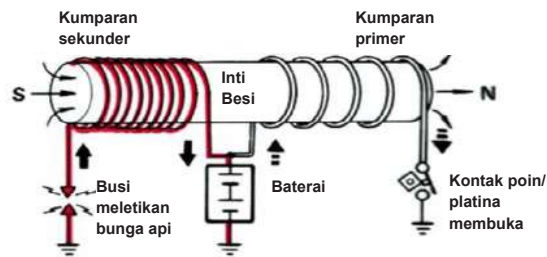


Sumber: <https://slideplayer.com> (9/06/2019)

Gambar 1.46 Cara kerja koil pengapian saat platina menutup atau saat kumparan primer mengalami kemagnetan

Saat terjadi aliran arus listrik pada kumparan primer, maka kumparan primer akan mengalami kemagnetan. Terjadinya aliran arus listrik yang ke kumparan primer disebabkan karena kontak poin platina terhubung (sistem pengapian konvensional) sedangkan pada model sistem pengapian elektronik yaitu saat source coil memberikan arus listrik ke kumparan primer. Besarnya kemagnetan yang terjadi pada kumparan primer dipengaruhi oleh banyak jumlah lilitan dan juga lama waktu arus listrik mengalir ke kumparan primer (namun demikian juga jika terlalu lama waktu pengaliran arus listrik juga akan menyebabkan menurunnya kemagnetan).

2) Saat Kontak Poin Membuka (Kumparan Primer Terjadi Pembangkitan Tegangan)



Sumber: <https://slideplayer.com/9/06/2019/>

Gambar 1.47 Cara kerja coil pengapian saat platina membuka atau saat kemagnetan pada kumparan primer terputus (hilang)

Saat terjadi pemutusan aliran arus listrik pada kumparan primer ketika platina terbuka (sistem pengapian konvensional) atau terputusnya arus listrik dari source coil (sistem pengapian elektronik), maka kumparan primer akan mengalami induksi elektromagnet (pembangkitan tegangan listrik) yang besarannya sebanding dengan jumlah lilitannya, Induksi elektromagnet yang terjadi pada kumparan primer biasanya sekitar 300 – 400 volt. Oleh karena terangkai dengan kumparan sekunder, maka pada kumparan sekunder juga akan mengalami induksi elektromagnet yang besarnya juga sebanding dengan jumlah lilitannya, sehingga besarnya induksi elektromagnet pada kumparan sekunder berkisar antara 15 Kilo volt – 20 kilo volt.

Besarnya induksi tegangan listrik yang dibangkitkan oleh kumparan sekunder ditentukan oleh faktor-faktor sebagai berikut.

- 1) Banyaknya garis gaya magnet, yaitu semakin banyak garis gaya magnet yang terbentuk dalam kumparan coil pengapian maka semakin besar tegangan listrik yang diinduksikan.
- 2) Banyaknya kumparan, yaitu semakin banyak lilitan pada kumparan coil pengapian maka semakin tinggi tegangan listrik yang diinduksikan.
- 3) Perubahan garis gaya magnet, yaitu semakin cepat pembukaan kontak poin/platina (perubahan banyaknya garis gaya magnet yang dibentuk pada kumparan coil pengapian) maka semakin tinggi tegangan listrik yang diinduksikan.

F. Pengenalan Simbol Kelistrikan dan Elektronika pada Sepeda Motor

Dalam rangkaian kelistrikan dan elektronika sering dijumpai simbol-simbol yang menjelaskan nama komponen kelistrikan ataupun nama komponen elektronika. Ada banyak sekali simbol yang digunakan dalam sistem rangkaian kelistrikan maupun elektronika di sepeda motor. Simbol-simbol tersebut selain berguna saat hendak menggambar sebuah rangkaian, juga untuk menjelaskan dan memahami kerja pada sebuah rangkaian sehingga dapat pula untuk melakukan analisis gangguan kerusakan dan menemukan sumber masalahnya. Berikut ini akan di uraikan tentang pembacaan simbol-simbol kelistrikan maupun elektronika yang biasa digunakan pada sistem rangkaian kelistrikan di sepeda motor.

1. Simbol Kelistrikan

NO	SIMBOL	NAMA	NO	SIMBOL	NAMA
1.		KABEL	8.		FUSE / SEKERING
2.		KABEL BERHUBUNGAN LANGSUNG	9.		SPARK PLUG = BUSI
3.		KABEL TIDAK BERHUBUNGAN	10.		GROUND = MASA
4.		CONNECTOR / SAMBUNGAN KABEL	11.		IGNITION COIL = KUMPARAN PENGAPIAN
5.		SAKLAR / KUNCI KONTAK	12.		BULB = BOLA LAMPU
6.		TOMBOL	13.		RESISTANCE = TAHANAN
7.		CONTACT BREAKER / PLATINA	14.		BATTERY = ACCU

Sumber: [https://slideplayer.com \(15/10/2019\)](https://slideplayer.com (15/10/2019))

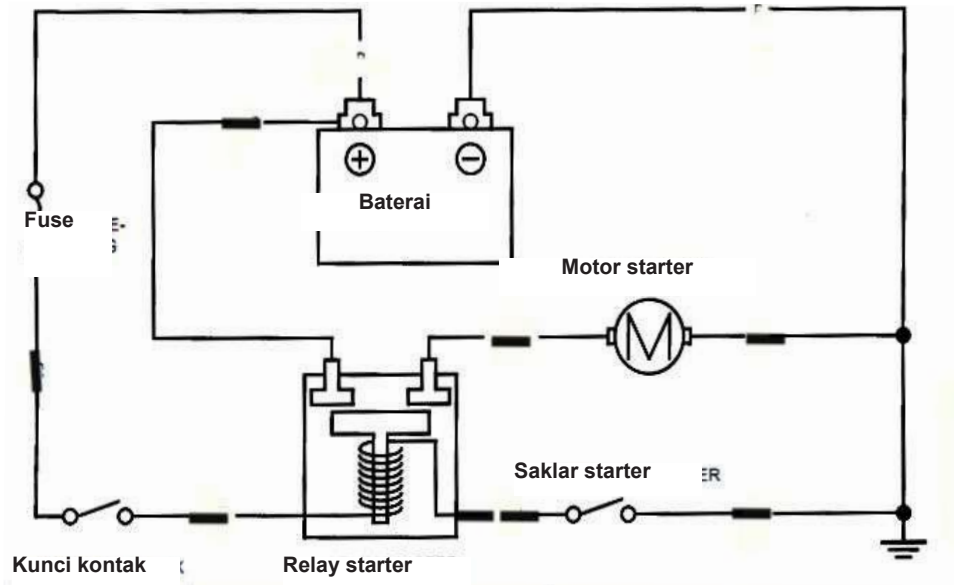
Gambar 1.48 Simbol komponen kelistrikan (1)

NO	SIMBOL	NAMA	NO	SIMBOL	NAMA
15.		BATTERY = ACCU	23.		KONDENSATOR TYPE : -A: NON PLRITAS -B: BER PLRITAS
16.		DIODA / RECTIFIER	24.		HORN = KLAKSON
17.		ZENNER DIODA = DIODA BERKAPASITAS	13.		MOTOR = MOTOR LISTRIK
18.		SCR = SILICON CONTROL RECTIFIER	23.		VOLT METER = PENGUKUR (AC/DC)
19.		TRANSISTOR : TYPE: - A: PNP - B: NPN	24.		AMPERE METER = PENGUKUR ARUS (AC / DC)

Sumber: [https://slideplayer.com \(15/10/2019\)](https://slideplayer.com (15/10/2019))

Gambar 1.49 Simbol komponen kelistrikan (2)

Sebagai contoh untuk pembacaan wiring diagram sistem kelistrikan starter pada sepeda motor di bawah ini:




Sumber: <https://danykecil26.wordpress.com/15/10/2019/>
 Gambar 1.50 Wiring diagram kelistrikan sistem starter

2. Simbol Elektronika




Simbol elektronika dasar biasanya diperlukan disaat ingin membuat gambar sistem rangkaian kelistrikan ataupun rangkaian elektronik. Penggunaan simbol-simbol ini tentunya akan mempermudah pembangunan skema rangkaian serta juga mempermudah pemahaman disaat proses perakitan dilakukan. Seorang teknisi yang menangani bagian kelistrikan akan terlebih dahulu membaca skema dari rangkaian kelistrikannya sebelum melakukan proses pemasangan. Selain itu manfaat penggunaan simbol ini tidak hanya saat proses pemasangan maupun perbaikan saja, tapi juga diperlukan pada saat melakukan penelusuran / trouble shooting untuk service dan maintenance / perbaikan yang diperlukan. Berikut berbagai simbol elektronika dasar yang perlu diketahui:

SIMBOL	NAMA KOMPONEN	KETERANGAN
SIMBOL SAMBUNGAN		
	Kabel atau Wire Listrik	Konduktor atau Kabel penghubung
	Koneksi kabel	Statusnya Terhubung
	Kabel dengan tidak terkoneksi	Statusnya Tidak Terhubung atau Terputus

SIMBOL ELEKTRONIKA DASAR RELAY DAN SIMBOL SAKLAR /SWITCH

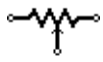
	Toggle Switch S P S T	Statusnya Terputus dalam kondisi open
	Toggle Switch S P D T	Statusnya Memilih dua terminal koneksi
	Saklar Push Button [N O]	Statusnya Terhubung ketika ditekan
	Saklar Push Button [N C]	Statusnya Terputus ketika ditekan
	DIP Switch	Statusnya Saklar Banyak / Multiswitch
	Relay S P S T	Statusnya Koneksi Untuk Open & Close digerakan dengan elektro magnetik
	Relay S P D T	
	Jumper	Koneksi memakai pemakaian jumper
	Solder Bridges	Koneksi memakai teknik disolder

SIMBOL GROUND/MASSA

	Earth Grounds	Statusnya Referensi adalah 0 suatu sumber listrik
	Chassis Grounds	Statusnya Ground dihubungkan kepada badan suatu rangkaian listrik
	Common / Digital Grounds	

SIMBOL ELEKTRONIKA DASAR RESISTOR

	Resistor	Resistor bekerja dengan menahan arus yang berjalan dalam suatu rangkaian listrik
	Resistor	



Potensio Meters

Berfungsi untuk menahan arus di rangkaian listrik namun angka resistansi pada tiga titik terminal bisa diatur



Potensio Meters



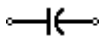
Variable Resistors

Berfungsi untuk menahan arus di rangkaian listrik namun angka resistansi pada dua titik terminal bisa diatur



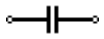
Variable Resistors

SIMBOL ELEKTRONIKA DASAR KAPASITOR / CONDENSATOR

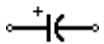


Condensators Bipolar

Gunanya menyimpan sebuah arus listrik untuk beberapa waktu

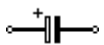


Condensators nonpolar



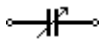
Condensators Bipolar

Disebut ELCO atau Electrolytic Condensator



Kapasitor yang berpolar

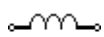
Disebut ELCO atau Electrolytic Condensator



Variable Condensator

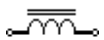
Kapasitor yang nilainya pada kapasitansi bisa diatur

SIMBOL ELEKTRONIKA DASAR KAPASITOR / CONDENSATOR



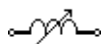
coil, lilitan, spul, induktor, kumparan

Komponen ini menghasilkan medan magnet saat arus listrik mengalirinya



Induktor beserta inti besi

Kumparan ini memiliki inti besi seperti halnya dengan trafo



Induktor Variable

Lilitan ini angka induktansinya bisa diatur

SIMBOL ELEKTRONIKA DASAR POWER SUPPLY









Sumber tegangan D C

Menghasilkan tegangan searah tetap atau konstan







Sumber Arus


Menghasilkan sumber arus tetap

	Sumber tegangan D C	Sumber tegangan bolak balik seperti dari Perusahaan Listrik Negara / PLN
	Generator	Penghasil tegangn listrik bolah balik sperti pembngkit listrik Perusahaan Listrik Negara / PLN
	Baterai	Menghasilkan tegangan searah tetap
	Baterai lebih dr 1 Cell	Menghasilkan tegangan searah tetap
	Sumber tegangan yang dapat diatur	Sumber tegangan yang berasal dari rangkain listrik lainnya
	Sumber arus yang dapat diatur	Sumber arus yang berasal dari rangkain listrik lainnya

SIMBOL METER (ALAT UKUR)






	Volt Meters	Mengukur tegangan listrik dengan satuan Volt
	Ampere Meters	Mengukur arus listrk dengan satuan Ampere
	Ohm Meters	Mengukur resistensi dengan satuan Ohm
	Watt Meters	Mengukur resistensi dengan satuan Watt

SIMBOL LAMPU








	Lamp	Menghasilkn cahaya saat dialiri arus listrik
	Lamp	
	Lamp	

SIMBOL LAMPU




	Dioda	Berfungsi sebagai penyearah yang dapat mengalirkan arus listrk 1 arah atau forward bias
	Zener Dioda	Pembuat stabil Tegangn DC / Searah















	Schottky Dioda	Memiliki drop tegangan rendah, biasanya terdapat dalam IC logika
	Varactor Dioda	Gabungan Dioda juga Kapasitor
	Tunnel Dioda	Tunnel Dioda
	Light Emitting Diode/ LED	Menghasilkan cahaya saat dialiri arus listrik DC 1 arah
	Photo-Dioda	Menghasilkan arus listrik saat mendapat cahaya

SIMBOL TRANSISTOR




	Transistor Bi polar N P N	Arus listrik akan mengalir / EC saat basis /B menjadi positif
	Transistor Bi polar P N P	Arus listrik akan mengalir/ CE saat basis/ B menjadi negatif
	Transistor-Darlington	Gabungan dari 2 transistor Bipolar untuk meningkatkan penguatan
	Transistor J F E T-N	Field Effects Transistor kanal-N
	Transistor J F E T-P	Field Effects Transistor kanal-P
	Transistor N M O S	Transistor M O S F E T kanal-N
	Transistor P M O S	Transistor M O S F E T kanal-P

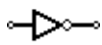





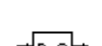

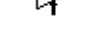

SIMBOL DARI KOMPONEN LAINNYA

	Motor	Simbol Motor Listrik
	Transformator, Trafo, Transformer	Penurun & penaik tegangan A C Bolak-Balik
	Bell Listrik	Berbunyi saat dialir arus listrik

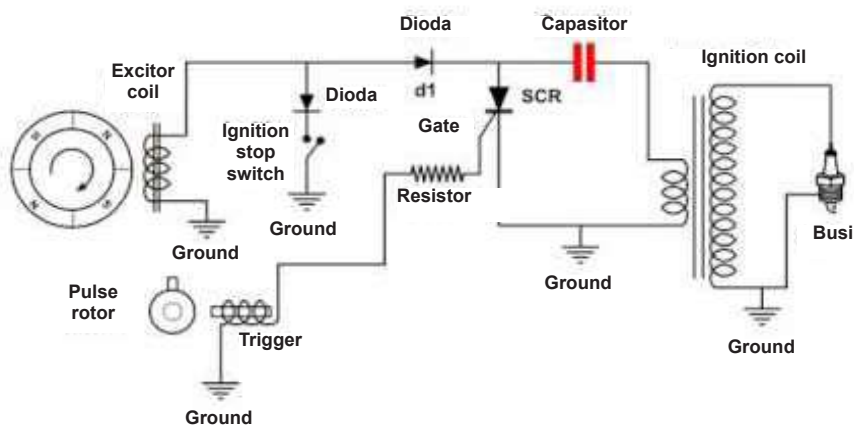
	Buzzer	Penghasil suar buzz saat dialiri arus listrik
	Fuse, Sikring	Pengaman yg akan putus saat melebihi kapasits arus
	Sikring/ Fuse	Gabungan dari 2 transistor Bipolar untuk meningkatkan penguatan
	B u s	Terdiri dari banyak jalur data atau jalur address
	B u s	
	B u s	
	Opto Coupler	Sebagai isolasi antar 2 rangkain yg berbeda. Dihubungkan oleh cahaya
	Speakers	Mengubah signal listrik menjadi suara
	Microphone/ Mic	Mengubah sinyal suara menjadi arus listrik
	Operational Amplifier, Op Amp	Penguat sinyal input
	Schmitt Triggers	Dapat mengurangi noise
	Analog to Digital, ADC	Mengubah sinyal analog menjadi data digital
	Digital to Analog, DAC	Mengubah data digital menjadi sinyal analog
	Ocsilator, Crystal	Penghasil pulsa

SIMBOL ANTENA

	Antena	Pemancar & penerima sinyal radio
	Antena	
	Dipole Antena	Gabungan dari simple Antena

	NOT Gate	Out put akan merupakan kebalikan input
	AND Gate	Out put akan 0 jika salah 1 input 0
	NAND Gate	Out put akan 1 jika salah 1 input 0
	OR Gate	Out put akan 0 jika salah 1 input 1
	NOR Gate	Out put akan 0 jika salah 1 input 1
	EXOR Gate	Out put akan 1 jika salah 1 input sama
	D Flip Flop	Dapat berfungsi sebagai penyimpan data
	Multiplexer 2-to-1	Menyeleksi salah 1 data input yg akan dikirim ke output
	Multiplexer 2-to-1	
	D Multiplexer 1-to-4	Menyeleksi data input

Salah satu contoh penggunaan simbol elektronika pada rangkaian sistem kelistrikan sistem pengapian di sepeda motor adalah sebagai berikut:



Sumber: [https://meisetio.com \(15/10/2019\)](https://meisetio.com (15/10/2019))

Gambar 1.51 Wiring diagram kelistrikan sistem pengapian penggunaan dan simbol elektronika

G. Alat Ukur Kelistrikan Otomotif

1. AVO Meter

Pengertian AVO meter adalah sebuah alat ukur listrik multifungsi yang bisa digunakan untuk mengukur arus listrik, tegangan dan resistansi baik komponen elektronika atau lainnya. AVO meter sendiri biasa disebut multitester atau multimeter dikarenakan fungsinya sendiri yang memang terdiri dari 3 gabungan alat ukur yang berbeda. Disebut AVO meter karena memang difungsikan untuk mengukur arus listrik (amper), tegangan listrik (volt), dan mengukur tahanan (ohm). AVO meter terdapat dua macam, yaitu AVO meter model analog (pembacaan dengan jarum) dan model pembacaan digital.



Sumber: <https://blg.unnes.ac.id> (15/10/2019)

Gambar 1.52 AVO meter model analog



Sumber: <https://www.jd.id> (15/10/2019)

Gambar 1.53 AVO meter model digital

Sebelum menggunakan AVO meter biasanya dilakukan kalibrasi alat ukur terlebih dahulu, yaitu dengan memposisikan selektor pada posisi $\times 1 \Omega$, setelah tester (+) dan tester (-) Avo meter dihubungkan dan jarum AVO meter akan bergerak ke kanan hingga menunjukkan pada pembacaan angka '0'. Jika belum pas pada pembacaan angka '0' maka sesuaikan dengan mengatur tombol pengatur, setelah pas baru AVO meter siap untuk digunakan, sedangkan untuk model digital dengan hanya menghubungkan kabel tester (+) dan kabel tester (-) saja. Adapun cara pembacaan dan penggunaan AVO meter yang biasa dilakukan di bengkel sepeda motor adalah sebagai berikut:

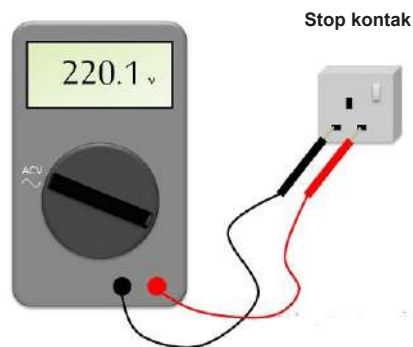
a. Mengukur Tegangan Listrik AC

Untuk mengukur tegangan listrik AC maka dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:

- 1) Posisikan selektor pada angka pembacaan sesuai tegangan listrik yang akan diukur, biasanya digunakan untuk mengukur tegangan listrik pada sumber tegangan listrik PLN yang rata-rata memiliki tegangan listrik sebesar 220 volt AC. Oleh karena itu selektor harus diposisikan ke posisi 250 ACV.
- 2) Hubungkan tester (+) dan tester (-) pada masing-masing lubang stop kontak
- 3) Lakukan pembacaan sesuai dengan penunjukkan jarum atau angka digital



Sumber: [https://panduanteknisi.com \(15/10/2019\)](https://panduanteknisi.com (15/10/2019))
Gambar 1.54 Rentang selektor tegangan listrik AC volt



Sumber: [https://panduanteknisi.com \(15/10/2019\)](https://panduanteknisi.com (15/10/2019))
Gambar 1.55 Cara mengukur tegangan listrik AC volt

b. Mengukur Tegangan Listrik DC

1. Posisikan selektor pada angka pembacaan sesuai tegangan listrik yang akan diukur, biasanya digunakan untuk mengukur tegangan listrik pada sumber tegangan baterai yang memiliki tegangan listrik sebesar 12 volt DC. Oleh karena itu selektor harus diposisikan ke posisi 50 DCV.
2. Hubungkan tester (+) pada terminal baterai (+) dan tester (-) pada terminal baterai (-)
3. Lakukan pembacaan sesuai dengan penunjukkan jarum atau angka digital



Sumber: <https://panduanteknisi.com> (15/10/2019)

Gambar 1.56 Rentang selektor tegangan listrik DC volt



Sumber: <https://panduanteknisi.com> (15/10/2019)

Gambar 1.57 Cara mengukur tegangan listrik DC volt

C. Mengukur Kuat Arus Listrik DC

- 1) Posisikan selektor pada angka pembacaan sesuai kuat arus listrik yang akan diukur, biasanya dapat digunakan untuk mengukur arus listrik pada sumber tegangan baterai namun dibatasi hanya sampai batas kuat arus listrik di bawah 20 amper DC. Dikarenakan kapasitas arus listrik pada baterai sepeda motor rata-rata 10 – 15 amper, maka masih dapat digunakan, namun tidak digunakan pada mobil karena arus listrik baterai yang digunakannya rata-rata lebih dari 20 amper. Penggunaan AVO meter untuk menngukur kuat arus listrik ini umumnya digunakan pada sirkuit elektronika yang memang menggunakan kapasitas arus listrik yang biasanya lebih kecil atau di bawah 20 amper. Untuk penggunaannya selektor harus diposisikan ke posisi 20 DCA atau 0,25 mA DC
- 2) Hubungkan tester (+) pada terminal baterai (+) dan tester (-) pada kabel beban
- 3) Lakukan pembacaan sesuai dengan penunjukkan jarum atau angka digital



Sumber: <https://panduanteknisi.com> (15/10/2019)

Gambar 1.58 Rentang selektor arus listrik DC



Sumber: <https://panduanteknisi.com> (15/10/2019)

Gambar 1.59 Cara mengukur arus listrik DC

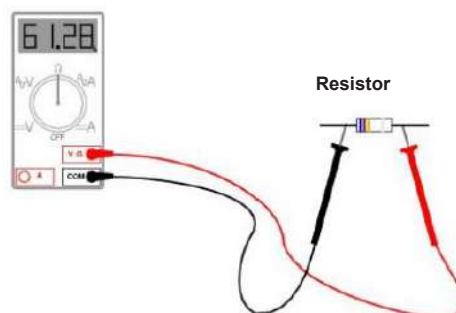
d. Mengukur Tahanan

- 1) Posisikan selektor pada angka pembacaan sesuai tahanan listrik yang akan diukur, biasanya dapat digunakan untuk mengukur tahanan atau resistor pada suatu beban rangkaian. Dikarenakan kapasitas tahanan listrik pada rangkaian sepeda motor umumnya hanya sampai batas kilo ohm, maka selektor AVO meter yang biasa digunakan yaitu antara $\times 1\Omega$ hingga $\times 1K\Omega$. Penggunaan AVO meter untuk menngukur tahanan listrik ini umumnya digunakan selain untuk mengukur besar nilai tahanan suatu komponen keistrikan juga untuk memeriksa kontinuitas (hubungan) sirkuit rangkaian.
- 2) Hubungkan tester (+) dan tester (-) AVO meter pada masing-msing ujung komponen listrik atau resistor yang akan diukur.
- 3) Lakukan pembacaan sesuai dengan penunjukkan jarum atau angka digital.



Sumber: <https://panduanteknisi.com> (15/10/2019)

Gambar 1.60 Rentang selektor tahanan

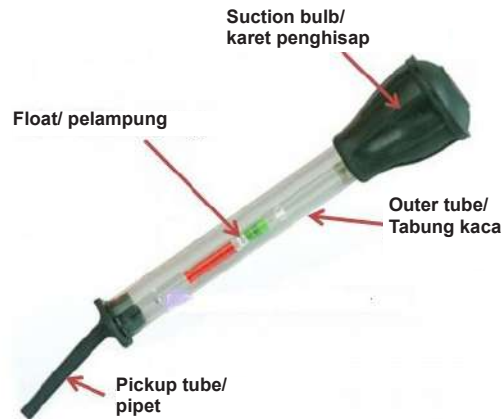


Sumber: <https://panduanteknisi.com> (15/10/2019)

Gambar 1.61 Cara mengukur tahanan suatu resistor

2. Hidrometer

Alat ukur yang digunakan di bidang otomotif banyak sekali, salah satunya adalah alat ukur hydrometer. Hydrometer adalah suatu alat yang digunakan di bidang otomotif untuk melakukan pengukuran berat jenis elektrolit pada baterai. Komponen-komponen yang terdapat pada hydrometer terdiri dari dua bagian utama yaitu bagian gelas kaca yang digunakan untuk menampung cairan elektrolit dan satu lagi bagian pelampung yang berada di dalam gelas. Pada pelampung ini terdapat skala ukuran berat jenis elektrolit. Untuk lebih jelasnya perhatikan gambar di bawah ini.



Sumber: <https://www.teknik-otomotif.com> (15/10/2019)

Gambar 1.62 Hidrometer



Sumber: <https://www.teknik-otomotif.com> (15/10/2019)

Gambar 1.63 Cara penggunaan hidrometer

3. Alat Scanner Injunction

Alat scanner injection ini untuk beberapa sepeda motor memiliki nama yang bermacam-macam ada YDT (Yamaga Diagnostic Tool), HiDS (Honda injection Diagnostic System), KDS (Kawasaki Diagnostic System). Alat scanner injection ini memiliki beberapa fungsi dan kegunaan antara lain untuk:

- Membaca dan menghapus kode kesalahan
- Menganalisis aliran data, penyesuaian CO, pengaturan kecepatan idle, sebagainya.
- Membaca data kerusakan / kode kerusakan
- Memunculkan pembacaan RPM dan Suhu Mesin
- Mendiagnosis data Stream / nilai kerja komponen (Posisi Kunci ON / Tidak bisa di START)
- Mendiagnosis kerja sensor-sensor pada sepeda motor, apakah masih normal atau sudah ada tanda-tanda abnormal.
- Menyetel CO, irit atau borosnya bahan bakar yang dikonsumsi.

Alat scanner ini menggunakan power sebesar 5 watt dengan sumber tegangan listrik sebesar 10,5 – 15 volt. Berikut ini akan dijelaskan cara menggunakannya, yaitu:

- Sambungkan kabel-kabel yang tersedia. Ada 3 kabel yang harus dihubungkan yaitu kabel yang ke main unit (scanner), kabel yang ke DLC (Diagnostic Link Connector), dan kabel yang ke power supply.
- Setelah kabel disambungkan, hubungkan penjepit hitam ke terminal negatif baterai dan penjepit merah ke terminal positif baterai dan kabel kecil berwarna hijau ke DLC.
- Jika semua kabel sudah terhubung dengan benar, maka main unit scanner akan menyala secara otomatis, karena telah mendapat daya dari baterai, ada 2 menu yang akan muncul yang pertama adalah Data dan Special tool. Data berisi menu membaca kode kerusakan dan menghapus kode kerusakan, selain itu juga ada menu mengecek sensor seperti sensor IAT, TP Sensor, dan MAP Sensor, dan lain-lain.



Sumber: <https://cariharga.gaptekupdate.info> (15/10/2019)

Gambar 1.64 Alat scanner injection

4. Electronic Tester

Gangguan kelistrikan motor selalu menjadi hal yang paling menyusahakan. Rumit dan kerap membingungkan dikarenakan problem yang terjadi pada sistem kelistrikan tidak dapat dilihat secara langsung dengan mata. Apalagi jika kerusakan yang terjadi berada di bagian dalam kabel. Sehingga tidak bisa dilihat dan harus bongkar-bongkar kemasan kabel. Untuk mengatasinya dibutuhkan alat pendeteksi kabel yang berfungsi untuk mengetahui letak arus listrik yang terputus. Adapun cara menggunakan alat ini, yaitu dengan cukup mengurut kabel dan ketika sampai di bagian kabel yang terputus, alat ini akan berhenti berbunyi. Bentuk alat ini sederhana, dan cara pengoperasiannya juga tidak terlalu sulit. Ukuran dan desainnya mirip seperti pena dan terdapat penjepit di bagian pangkalnya. Penjepit tersebut bisa disangkutkan di saku baju. Jadi mudah disimpan dan dibawa kemana-mana.



Sumber: <https://www.jawapos.com> (15/10/2019)

Gambar 1.65 Alat electronic tester

Sebagai contoh jika kondisi lampu masih baru, tetapi setelah switch diperiksa namun tetap lampu mati, bola lampu dan soket tidak rusak, maka letak permasalahannya dapat saja terletak di kabel bodi yang putus. Sehingga tidak mengalirkan arus listrik dari sakelar. Alat ini dilengkapi 2 lampu indikator hijau dan merah. Ketika *electronic tester* menemukan bagian kabel putus, lampu hijau akan mati. Perangkat ini dilengkapi dengan sebuah *switch* yang memiliki 3 titik fungsi. Yaitu O, L dan H.

- a. Jika alat ini digeser switchnya ke posisi O, berarti alat ini siap digunakan untuk melakukan pemeriksaan *direct contact AC test*. Pada fitur ini digunakan untuk mendeteksi posisi kerusakan internal pada kabel. Adanya kabel yang putus ditandai dengan lampu merah yang menyala. Namun jika tidak ditemukan adanya kabel yang putus, lampu hijau yang menyala.
- b. Fitur berikutnya yaitu jika digeser pada *switch L*. Fitur ini dioperasikan untuk mengetahui adanya arus listrik. Fungsinya sama seperti *test pen, Non Contact (Low) AC Test*. Kondisi soket bisa dipastikan dengan fitur L. Adanya arus menandakan soket masih dalam kondisi baik. Dicerikan dengan nyala lampu hijau diiringi dengan suara sensor. Sebaliknya, jika lampu hijau tidak menyala, sensor juga tidak bersuara, menandakan soket bermasalah. Tidak ada arus listrik yang mengalir pada part tersebut.
- c. Dan jika switch digeser pada posisi fitur H, *Non Contact (High) AC Test*. Fitur ini difungsikan untuk mengetahui kondisi busi. Kondisi busi yang masih baik ditandai dengan nyala lampu hijau diiringi suara sensor. Sebaliknya, jika lampu hijau tidak menyala, sensor juga tidak bersuara menandakan busi dalam kondisi buruk atau sudah usang.

Rangkuman dan Evaluasi Materi Bab I

A. Rangkuman

1. Elektron terdiri atas beberapa molekul dan molekul terdiri atas beberapa atom. Atom mempunyai suatu inti yang terdiri dari kutub positif (proton) dan negatif (elektron). Elektron memiliki muatan listrik yang terdiri dari elektron memiliki muatan negatif (-), proton memiliki muatan positif (+) dan neutron tidak memiliki muatan listrik atau netral.
2. Suatu benda bila kita bagi akan mendapatkan suatu partikel yang disebut dengan molekul dan bila kita bagi lagi akan mendapatkan beberapa atom. Semua atom terdiri atas inti yang dikelilingi oleh partikel-partikel tipis atau elektron-elektron.
3. Inti terdiri atas proton dan neutron dalam jumlah yang sama, kecuali atom hidrogen yang kekurangan neutron. Proton dan elektron memiliki muatan listrik (*electrical charge*). Proton muatan listrik positif (+) dan elektron bermuatan listrik negatif (-) sedangkan neutron tidak bermuatan.
4. Listrik statis adalah suatu keadaan dimana elektron bebas sudah terpisah dari atomnya masing-masing, tetapi tidak bergerak dan hanya berkumpul di atas permukaan benda.
5. Listrik dinamis adalah suatu keadaan dimana terjadinya pergerakan dari elektron bebas melalui suatu konduktor.
6. Sifat listrik statis tidak ada atau tidak terjadi perbindahan elektron, tetapi pada Sifat listrik dinamis terjadi gerakan atau perpindahan elektron antara atom satu dengan atom lainnya yang terdapat pada suatu penghantar (konduktor) memiliki 2 arah arus yaitu arus searah (arus DC) dan arus bolak-balik (arus AC).
7. Resistor atau tahanan adalah komponen yang banyak digunakan dalam rangkaian elektronik karena sifat dan fungsinya membatasi arus listrik. Satuan dari tahanan adalah ohm ditulis dengan lambang satuan Ω (rho) dan simbolnya ditulis dengan huruf R (Resistance).
8. Macam-macam dioda menurut dari segi konstruksi atau bentuknya terbagi atas tiga macam, yaitu dioda germanium, dioda selenium, dan dioda cuprok. Fungsi dioda :
 - a. Dioda zener adalah dioda penstabil (stabilizer) tegangan
 - b. Dioda diac adalah dioda yang dapat mengalirkan arus listrik bolak balik (AC).
 - c. Dioda LED adalah dioda yang bisa memancarkan cahaya. Cahaya yang dipancarkan LED bermacam-macam (merah, hijau, dan kuning).
 - d. Dioda vector adalah dioda yang dilengkapi dengan sebuah kondensator yang akan dimuati arus apabila ada arus yang mengalir melalui data tersebut
 - e. Dioda foto cell adalah yang nilai tahananannya akan berubah apabila terkena cahaya.
9. Kapasitor merupakan komponen listrik yang dapat menyimpan energi listrik dalam jangka waktu tertentu, Kapasitor memiliki dua jenis:
 - a. Kapasitor Polar
 - b. Kapasitor Nonpolar
10. Integrated Circuit (IC) atau sirkuit terpadu adalah komponen elektronika aktif terdiri atas gabungan ratusan, ribuan bahkan jutaan transistor, dioda, resistor, dan kapasitor yang diintegrasikan menjadi suatu rangkaian elektronika dalam sebuah kemasan kecil. Hal-hal yang harus kita perhatikan jika kita menggunakan IC, yaitu
 - a. pemberian tegangan harus sesuai dengan ketentuan;
 - b. pemasangan kaki jangan sampai terbalik;
 - c. dalam pemasangan harus mempunyai soket IC; dan
 - d. saat pemasangan pada rangkaian, usahakan dipasang terakhir kali.

11. Ada tiga jenis rangkaian listrik, yakni rangkaian seri, rangkaian paralel, dan rangkaian seri-paralel.
 - a. Rangkaian seri mempunyai karakteristik berikut
 - tahanan total/kombinasi (combined resistance) selalu lebih besar dari nilai tahanan terbesar;
 - arus yang mengalir pada tiap-tiap hambatan sama; dan
 - tegangan sumber adalah hasil penjumlahan tegangan-tegangan jatuh (voltage drop).
 - b. Rangkaian seri mempunyai karakteristik berikut
 - tahanan kombinasi selalu lebih kecil dari nilai tahanan terkecil;
 - tegangan pada tiap-tiap tahanan adalah sama; dan
 - arus total adalah penjumlahan dari arus-arus yang melewati tiap-tiap tahanan.
 - c. Rangkaian seri-paralel mempunyai karakteristik berikut
 - Makin besar hambatan dalam rangkaian, makin kecil arus yang mengalir.
 - jika sumber daya yang diberikan terlalu besar maka beban juga harus mampu menerima daya yang besar.
 - Jika arus yang mengalir pada rangkaian terlalu besar untuk dapat diterima beban maka dipakai satu komponen listrik (resistor).
12. Arah arus dan arah magnetic flux dapat dinyatakan dengan kaidah ulir kanan, berbunyi “ketika arus listrik searah dengan gerakan sekrup ulir kanan saat diputar masuk, fluksi magnet yang dihasilkan searah dengan gerakan memutar dari sekrup”.
13. Induksi elektromagnetika pada komponen sepeda motor memiliki fungsi untuk menghasilkan arus atau tegangan listrik. prinsip kerjanya dilakukan dengan cara memotong garis medan magnet oleh suatu penghantar atau dengan cara lain dengan memutuskan kemagnetannya seketika.
14. Prinsip kerja Generator semakin cepat kita menggerakkan penghantar maka akan semakin besar induksi elektromagnetik yang dihasilkan. Semakin banyak penghantar yang memotong medan magnet maka akan semakin besar induksi elektromagnetik yang dihasilkan. Semakin kuat medan magnet yang dipotong oleh penghantar maka akan semakin besar induksi elektromagnetik yang dihasilkan.
15. Hukum Faraday menyebutkan bahwa “jika terjadi perubahan garis gaya magnet pada sebuah kumparan kawat maka akan timbul gaya gerak listrik (GGL) pada kawat tersebut”

B. Soal Evaluasi

Jawablah pertanyaan dibawah ini dengan singkat dan jelas !

1. Sebutkan muatan listrik pada Elektron!
2. Apa yang dimaksud dengan ATOM?
3. Sebutkan Faktor yang menentukan besaran induksi tegangan listrik yang dibangkitkan oleh kumparan sekunder!
4. Apa yang dimaksud kaidah tangan kanan?
5. Sebutkan Hal-hal yang harus kita perhatikan jika kita menggunakan Integrated Circuit!
6. Sebutkan keuntungan dan kelemahan penggunaan transistor sebagai pengontrol!
7. Sebutkan Jenis-jenis Dioda!
8. Sebutkan 3 fungsi transistor!
9. Jika dalam suatu rangkaian listrik terdapat hambatan sebesar 7,5 ohm dengan tegangan sebesar 60 volt. Maka berapa arus listrik yang mengalir dalam rangkaian listrik tersebut?
10. Muatan listrik sebanyak 21 coulomb melewati kawat konduktor selama 3 sekon. Besar arus listrik adalah



BAB 2

SISTEM STARTER SEPEDA MOTOR

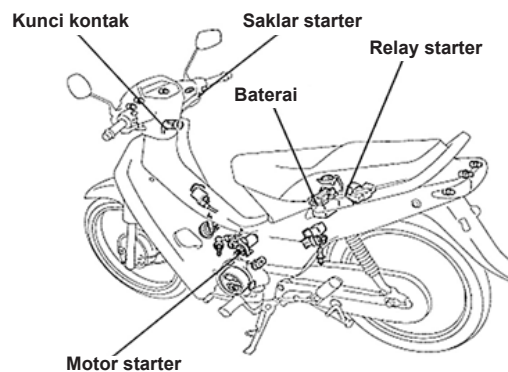
A. Pendahuluan

Terjadinya proses kerja pembakaran campuran udara bahan bakar di dalam ruang bakar mesin sepeda motor hingga menghasilkan tenaga (langkah usaha) tidak dapat terjadi dengan sendirinya. Untuk menghasilkan tenaga dibutuhkan siklus kerja, yaitu proses langkah masuk, langkah kompresi, langkah usaha, dan langkah buang dibutuhkan awal putaran minimum. Awal putaran minimum yang memulai terjadinya siklus kerja mesin sepeda motor dilakukan dengan adanya sistem starter (*starting system*). Untuk sepeda motor yang menggunakan mesin bensin normalnya dibutuhkan sekitar 40-60 rpm (rotasi per menit) awal putaran mesin untuk memulai siklus proses kerja pembakaran. Apabila sistem starter tidak mampu untuk melakukan kerjanya, maka dipastikan mesin sepeda motor tidak akan bekerja. Oleh karenanya sistem starter pada sepeda motor merupakan bagian terpenting yang juga perlu untuk mendapatkan pemeliharaan.

1. Fungsi dan Prinsip Kerja

Terjadinya proses pembakaran di dalam mesin sepeda motor untuk menghasilkan tenaga gerak tidak mungkin dapat terjadi dengan sendirinya. Oleh karena itu, proses pembakaran akan terjadi jika ada gerakan atau putaran awal poros engkol (*crankshaft*) sehingga terjadi gerakan piston pada torsi dan putaran minimum untuk memulai proses kerja pembakaran. Salah satu komponen yang dibutuhkan, yaitu sistem starter (*starting system*).

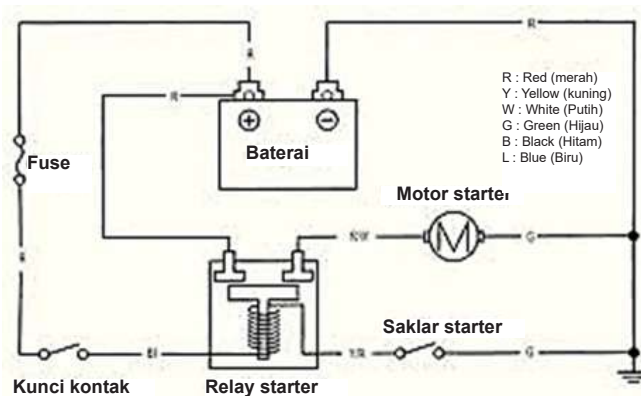
Sistem starter pada sepeda motor terdapat dua cara pengoperasian, yaitu pengoperasian dengan menggunakan sumber arus listrik dari baterai (*electric starter*) dan pengoperasian secara mekanik (*kick starter*). Sistem starter berfungsi untuk memulai proses kerja pembakaran pada mesin saat posisi awal kerja mesin dengan jalan memutar poros engkol sesuai ketentuan putaran atau tenaga minimum yang dibutuhkan oleh mesin. Pada mesin bensin umumnya dibutuhkan minimum putaran awal untuk memulai proses awal kerja mesin sepeda motor, yaitu antara 60-80 rpm. Sistem starter elektrik dalam prinsip kerjanya mengubah energi listrik menjadi mekanik. Sedangkan pada jenis starter manual atau mekanik menggunakan prinsip kerja dengan gerakan pedal starter.



Sumber: Beni Setya Nugraha, FT UNY, 2005 (2/07/2019)

Gambar 2.1 Sistem starter pada sepeda motor

Agar sistem starter dapat bekerja dengan maksimal harus memenuhi beberapa syarat. Pada umumnya sepeda motor yang dilengkapi sistem starter elektrik menggunakan sumber arus baterai. Kondisi baterai ini harus dapat menghasilkan tenaga putar (*torque*) yang sangat besar. Selain itu, baterai harus berukuran kecil dan ringan. Motor starter dalam sistem starter elektrik harus dapat membangkitkan torque yang besar dari sumber tenaga baterai yang terbatas. Oleh karena itu, sistem starter dilengkapi dengan motor starter arus searah (DC).



Sumber: <https://garasimodifikasi.com/2/07/2019>

Gambar 2.2 Rangkaian sederhana sistem starter

2. Persyaratan Kerja Sistem Starter

Dalam menentukan motor starter yang tepat menurut kebutuhannya maka diperlukan beberapa faktor yang perlu diperhatikan, sebagai berikut.

a. Sifat Starter

Tenaga putar (*torque*) yang dihasilkan motor starter akan menambah kapasitas arus yang mengalir pada motor starter secara proporsional (sepadan). Makin rendah putaran, makin besar arus yang mengalir pada starter sehingga menghasilkan tenaga putar yang besar. Begitu pula dengan tegangan yang disuplai pada motor starter, jika tegangannya bertambah besar, maka kapasitasnya akan menurun. Oleh karena itu kapasitas motor starter sangat erat hubungannya dengan kapasitas arus baterai yang diterimanya.

b. Kecepatan Putaran Mesin

Mesin tidak akan hidup (*start*) sebelum melakukan siklus kerjanya berulang-ulang, yaitu langkah hisap, kompresi, pembakaran (usaha), dan buang. Langkah pertama untuk menghidupkan mesin, lalu memutarannya dan menyebabkan siklus pembakaran awal (pendahuluan). Motor starter minimal harus dapat memutar mesin pada kecepatan minimum yang diperlukan untuk memperoleh pembakaran awal. Kecepatan putar minimum yang diperlukan untuk menghidupkan mesin berbeda bergantung pada konstruksi (banyaknya silinder, volume silinder, bentuk ruang bakar) dan kondisi kerjanya (suhu dan tekanan udara, campuran udara dan bensin, dan loncatan bunga api busi). Pada umumnya untuk motor bensin berkisar 40 sampai dengan 60 rpm.

c. Tenaga Putar (*Torque*)

Tenaga putar yang dihasilkan starter untuk menggerakkan mesin merupakan faktor penting dalam menentukan apakah starter dapat berfungsi dengan baik atau tidak. Setiap mesin mempunyai ketentuan tenaga putar (*torque*) maksimum yang dihasilkan, misal suatu mesin dengan 100 cc maksimum *torque*-nya adalah 0,77 kg-m. Untuk dapat menggerakkan mesin dengan kapasitas tersebut diperlukan *torque* yang melebihi kapasitas tersebut (sampai 6 kali). Pada umumnya motor starter hanya mempunyai *torque* yang tidak jauh berbeda dari *torque* maksimum mesin tersebut sehingga tidak akan mampu memutar poros engkol. Untuk mengatasi hal ini, pada motor starter dilengkapi dengan gigi pinion (*pinion gear*) sehingga momen yang dihasilkan dapat diperbesar.

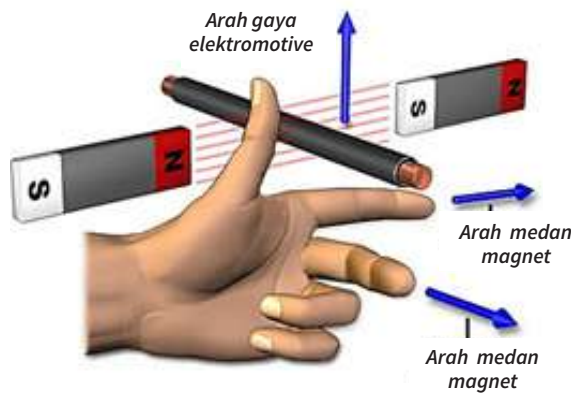
B. Sistem Starter Elektrik

Sistem starter elektrik (*electric starter*) adalah sistem starter yang menggunakan baterai sebagai sumber arus listriknya. Sistem starter elektrik umumnya menggunakan motor listrik yang dipasangkan/ dihubungkan dengan poros engkol menggunakan perantara roda gigi. Sumber tegangan diperoleh dari tegangan arus listrik dari baterai, dan motor starter harus dapat menghasilkan momen yang besar dari tenaga yang kecil yang tersedia pada baterai. Oleh karenanya peran baterai sebagai sumber arus listrik menjadi sangat penting, bila kapasitas arus listrik pada baterai rendah, maka kekuatan motor starter dalam menghasilkan tenaga putar (*torque*) juga akan lemah. Sebaliknya bila kapasitas arus listrik pada baterai terisi penuh (*full charge*), maka motor starter menghasilkan tenaga putar yang besar (kuat). Untuk membantu memperbesar momen tenaga putar, maka

pada motor starter dilengkapi gigi pinion (*pinion gear*). Hal lain yang harus diperhatikan adalah konstruksi motor starter harus sekecil mungkin. Kebanyakan sistem starter menggunakan motor seri arus searah (DC).

1. Prinsip Kerja Sistem Starter Elektrik

Motor starter model elektrik bekerja dengan mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Prinsip kerja motor starter elektrik ini memanfaatkan kaidah tangan kiri Fleming (*Fleming left hand*) yang menyatakan, “Apabila terdapat arus listrik yang mengalir konduktor, sementara konduktor terletak di dalam medan magnet maka konduktor akan terdorong sesuai garis gaya magnet yang ditunjukkan dengan kaidah tangan kiri Fleming”.



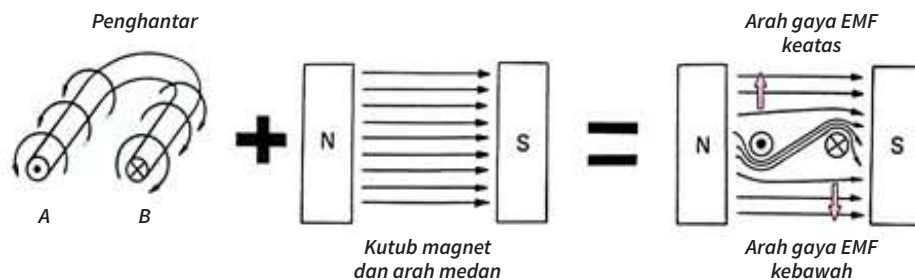
Sumber: <https://www.autoexpose.org/2/07/2019/>

Gambar 2.3 Kaidah tangan kiri Fleming pada prinsip kerja motor starter elektrik

Hubungan antara garis gaya magnet, arus listrik, dan gaya elektromagnetik ditunjukkan dalam tiga jari yang ditampilkan pada Gambar 2.3. Jari tengah menunjukkan arah arus (*direction of current*), jari telunjuk menunjukkan arah medan magnet (*magnetic field*), sedangkan jempol atau ibu jari menunjukkan arah gaya elektromagnetik (*electromagnetic force/EMF*). Dari kaidah tersebut arah berkebalikan sehingga gaya yang dihasilkan juga berkebalikan. Karena diletakkan pada sebuah poros menyebabkan gaya putar yang dihasilkan penghantar bergerak berkesinambungan.

Prinsip kerja ini sama dengan prinsip kerja motor starter pada umumnya meskipun konstruksinya mirip dengan generator. Bedanya, generator mengubah energi mekanik menjadi listrik sedangkan motor starter bekerja sebaliknya, yaitu mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Pada Gambar 2.4 dijelaskan prinsip kerja dari motor starter elektrik, sebagai berikut:

Bila suatu penghantar yang berbentuk magnet U diberikan arus listrik oleh baterai maka pada penghantar akan terbentuk elektromagnet. Ketika posisi penghantar yang mengalami kemagnetan diletakkan antara kutub (N) magnet dan kutub (S) magnet maka pada titik A ujung penghantar gaya EMF-nya akan bergerak ke atas. Sedangkan, pada titik B ujung penghantar gaya EMF-nya akan bergerak ke bawah. Hubungan antara arah arus listrik, arah garis gaya magnet, dan arah gaya elektromagnetik pada penghantar merujuk pada kaidah tangan kiri Fleming.

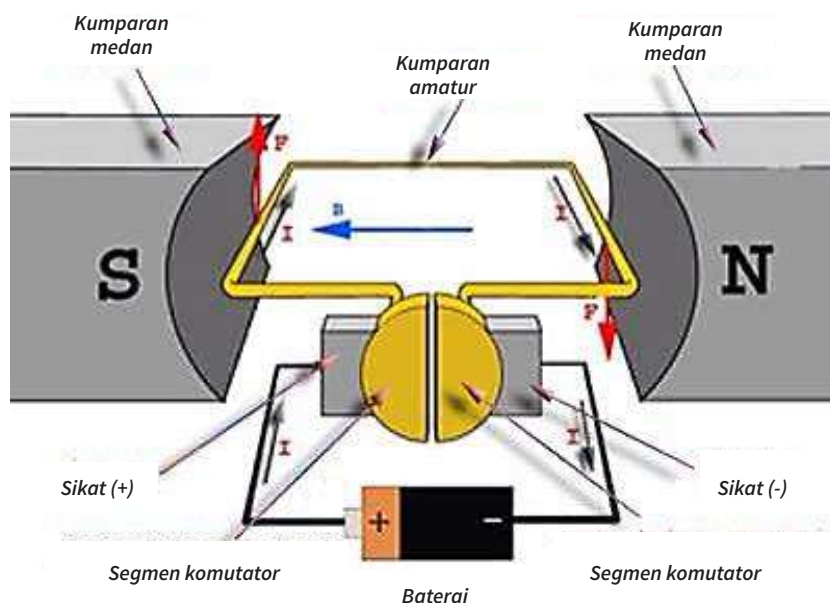


Sumber: <https://teknikotomotif-kr.blogspot.com/2/07/2019>

Gambar 2.4 Prinsip gerak gaya elektromagnetik (EMF)

Arah arus listrik yang masuk pada penghantar selalu kebalikan dengan arah yang keluar sehingga gaya elektromagnetik yang dihasilkan saling berlawanan. Oleh karena itu, penghantar akan berputar saat arus tersebut mengalir. Untuk membuat penghantar tetap berputar maka digunakan komutator dan sikat (*brush*).

Pada kenyataan kerja motor starter yang sebenarnya yaitu kumparan armatur (*armature coil*) dan kumparan medan (*field coil*) dihubungkan dengan baterai dirangkai secara seri, paralel, dan seri-paralel melalui sikat-sikat dan komutator. Urutan aliran arus listrik yang bekerja pada motor starter elektrik (motor arus DC) menurut penjelasan dan Gambar 2.5 adalah sebagai berikut.



Sumber: <http://artikel-teknologi.com/3/07/2019>

Gambar 2.5 Gerak penghantar dalam medan magnet

Pada saat arus listrik mengalir dari baterai menuju segmen komutator melalui sikat positif (+), kumparan medan (*field coil*) atau medan magnet akan menghasilkan garis gaya magnet yang bergerak dari Kutub Utara (N) menuju Kutub Selatan (S). Sedangkan, kemagnetan yang terjadi pada kumparan armatur (*armature coil*) pada arah arus listrik dari positif baterai akan mengakibatkan kumparan armatur mengalami gaya elektromagnetik (EMF) yang mengarah ke atas (*up*) dan arus listrik kumparan armatur menuju ke negatif baterai akan mengalami gaya elektromagnetik (EMF) yang mengarah ke bawah (*down*). Kondisi berulang dengan

jumlah kumparan armatur lebih banyak akan membuat terjadinya tenaga putar (*torque*) pada kumparan armatur sebagai motor starter bekerja. Semakin besar kemagnetan yang terjadi pada kumparan armatur dan kumparan medan maka menyebabkan semakin kuat tenaga putar yang dihasilkan oleh motor starter sehingga memungkinkan tercapainya kondisi putaran minimum pada komponen mesin dan memungkinkan terjadinya proses kerja pembakaran yang menghasilkan tenaga pada mesin.

2. Komponen dan Cara Kerja Sistem Starter Elektrik

Sistem starter elektrik pada sepeda motor merupakan bagian dari sistem kelistrikan mesin yang menjadi salah satu bagian penting untuk memulai kerja proses pembakaran. Kerusakan atau gangguan yang terjadi pada komponen sistem starter maka akan menyebabkan fungsi kerjanya terganggu yang berujung pada terjadinya permasalahan dalam menghidupkan mesin. Beberapa komponen yang menjadi bagian fungsi dari sistem starter elektrik sepeda motor, sebagai berikut.

a. Baterai

Baterai merupakan alat elektro-kimia untuk menyuplai energi listrik tegangan rendah (sepeda motor menggunakan 6 volt atau 12 volt) pada sistem pengapian, starter, lampu, dan komponen kelistrikan lainnya. Baterai dapat menyimpan energi listrik dalam bentuk energi kimia yang dikeluarkan apabila diperlukan sesuai beban atau sistem yang memerlukannya. Baterai memiliki prinsip kerja mengubah energi kimia menjadi energi listrik. Jenis baterai yang digunakan pada sistem starter pada sepeda motor umumnya terdiri atas tipe baterai basah atau (baterai MF (*maintenance free*) dan tipe baterai kering atau baterai bebas perawatan.

Pada tipe baterai basah dalam pengoperasiannya harus selalu terisi dengan air baterai (cairan elektrolit) yang berguna untuk merendam elemen plat (+) dan plat (-) pada baterai sehingga sewaktu diberikan aksi pengosongan arus baterai (*discharging*) akan menyebabkan terjadinya reaksi perubahan energi kimia menjadi energi listrik. Jumlah sel pada baterai umumnya terdiri atas 6 sel yang dirangkai secara seri dan tiap selnya menghasilkan tegangan listrik sebesar 2,1 volt sehingga nilai tegangan baterai totalnya 12,6 volt atau 12 volt.



Sumber: <https://radarpekalongan.co.id/2/07/2019>

Gambar 2.6 Model baterai tipe basah dan baterai tipe kering

b. Sekring (Fuse)

Sekring (*fuse*) merupakan komponen pengaman pada rangkaian kelistrikan yang dipasangkan pada sistem starter elektrik yang berfungsi untuk memberi pengaman jika terjadi arus listrik berlebihan karena hubungan singkat (*konsleting*).



Sumber: <https://teknikelektronika.com/2/07/2019/>

Gambar 2.7 Sekring (fuse) model botol (cartridge) dan model pipih (blade)

c. Kunci Kontak (Ignition Switch)

Kunci kontak (*ignition switch*) berfungsi sebagai saklar utama untuk menghubungkan dan memutuskan (ON-OFF) arus listrik dari baterai ke rangkaian kelistrikan sistem starter sepeda motor. Gambar 2.8 adalah model kunci kontak yang saat ini banyak digunakan.



Sumber: <http://bayusatria1996.blogspot.com/2/07/2019/>

Gambar 2.8 Model kunci kontak sepeda motor

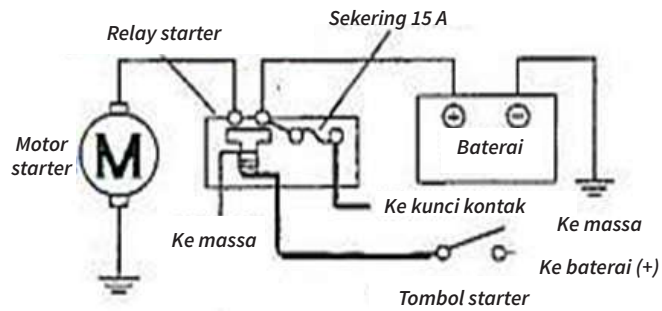
d. Relay Starter (Magnetic Switch)

Fungsi relay starter dalam sistem starter elektrik adalah sebagai saklar yang memutuskan dan menghubungkan arus listrik dari sumber arus listrik baterai ke unit motor starter melalui prinsip kerja elektromagnet. Relay starter bekerja berdasarkan adanya kemagnetan pada kumparan di dalam relay untuk mengatur kerja kontak poin menghubungkan dan memutuskan arus listrik. Ketika kontak poin relay starter terhubung maka arus listrik dari baterai diteruskan ke unit komponen motor starter dalam hal ini kumparan armatur dan kumparan medan yang menyebabkan keduanya menghasilkan kemagnetan dan gaya elektromagnetik (*electromagnetic force/EMF*).



Sumber: <http://bayusatria1996.blogspot.com/2/07/2019/>

Gambar 2.9 Bentuk relay starter



Sumber: <http://totalotomotif.com/2/07/2019/>

Gambar 2.10 Skema rangkaian kerja kelistrikan starter elektrik

e. Saklar Starter (Starter Switch)

Saklar atau tombol starter berfungsi sebagai saklar atau tombol starter yang bekerja menghubungkan dan memutuskan arus listrik dari baterai ke rangkaian kelistrikan sistem starter pada saat kunci kontak pada posisi ON.



Sumber: <https://www.masbengkel.com/2/07/2019/>

Gambar 2.11 Saklar atau tombol starter pada sepeda motor

f. Motor Starter

Motor starter merupakan motor listrik (arus DC) berfungsi untuk mengubah energi listrik dari baterai menjadi tenaga putar motor starter yang mampu memutar poros engkol saat awal menghidupkan mesin untuk memulai proses kerja pembakaran dalam unit mesin.



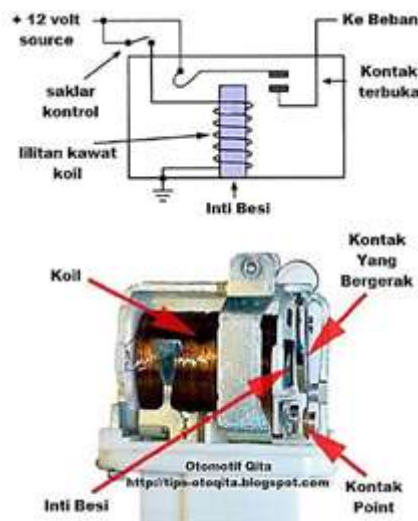
Sumber: <http://bayusatria1996.blogspot.com> (2/07/2019)

Gambar 2.12 Konstruksi motor starter sepeda motor

Komponen motor starter elektrik umumnya dikelompokkan dalam 3 (tiga) bagian kelompok kerja sebagai berikut.

1) *Bagian Saklar Magnet (Switch Magnetic)*

Adapun dari saklar magnet atau relay starter ini berfungsi untuk memutuskan dan menghubungkan arus listrik dari baterai ke bagian unit motor starter yang menghasilkan tenaga putar. Beberapa komponen yang merupakan bagian dari saklar magnet, yaitu kumparan penarik (*pull in coil*), kumparan penahan (*hold in coil*), saklar utama (*main switch* atau terminal 30 dan terminal C), terminal 50, plunger, dan tombol starter.



Sumber: <http://bayusatria1996.blogspot.com> (2/07/2019)

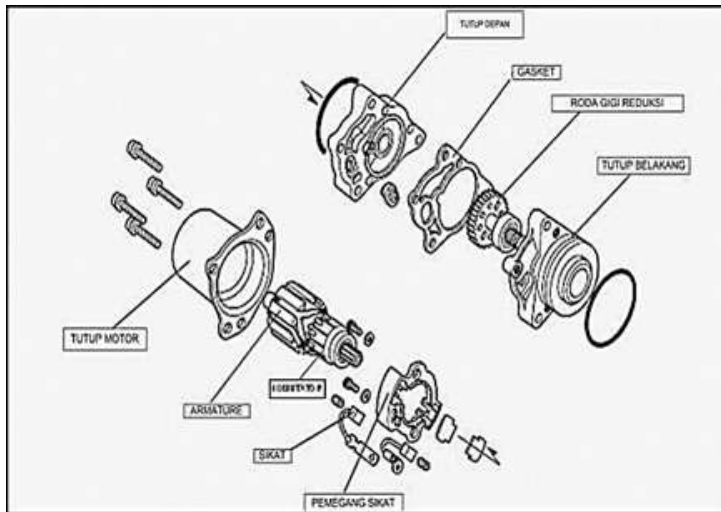
Gambar 2.13 Skema kerja dan konstruksi relay motor starter

2) *Bagian yang Menghasilkan Tenaga Putar (Torque)*

Bagian yang menghasilkan tenaga putar merupakan komponen yang berfungsi untuk mengubah energi listrik menjadi energi gerak (tenaga putar). Beberapa komponen yang termasuk dalam bagian ini, yaitu kumparan medan (*field coil*), inti besi (*pole core*), kumparan armatur (*armature coil*), komutator, sikat (+), dan sikat (-).

3) Bagian yang Memindahkan Tenaga Putar

Bagian yang memindahkan tenaga berfungsi untuk meneruskan dan memindahkan tenaga putar yang dihasilkan oleh bagian yang menghasilkan tenaga ke roda gigi penerus (*fly wheel generator*). Beberapa komponen yang terdapat pada bagian ini, yaitu gigi pinion (*pinion gear*) dan kopling starter (*starter clutch*). Serta adanya beberapa komponen pelengkap seperti rumah motor starter serta tutup depan dan tutup belakang motor starter.



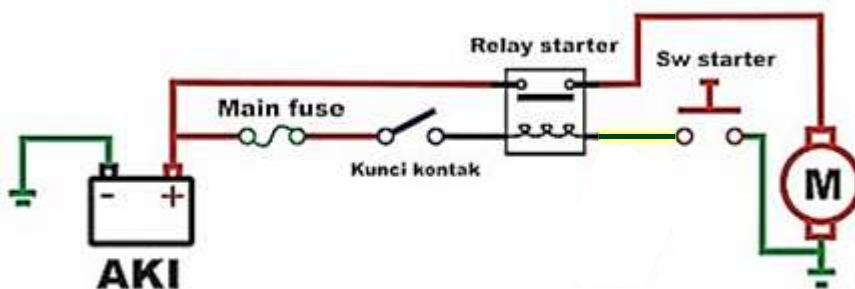
Sumber: <http://maskurmuslim.blogspot.com/2/07/2019>

Gambar 2.14 Bagian-bagian komponen motor starter model elektrik

3. Cara Kerja Sistem Starter Elektrik

Cara kerja sistem starter elektrik menurut cara pengoperasiannya pada beberapa model rangkaian sistem starter yang digunakan di sepeda motor memiliki perbedaannya, antara lain sebagai berikut:

a. Rangkaian Standar Sistem Starter Elektrik



Sumber: <https://panduanteknisi.com/fungsi-relay/3/07/2019>

Gambar 2.15 Skema rangkaian standar sistem starter elektrik

Pada Gambar 2.15 motor starter akan bekerja apabila posisi kunci kontak berada pada posisi terhubung (ON) dan *switch starter* (tombol starter) ditekan. Ketika itu arus listrik akan mengalir dengan urutan arus listrik sebagai berikut.

(+) Baterai > Main Fuse > Kunci Kontak > Kumpanan Relai > Switch Starter > Massa.
(Kumpanan relay mengalami kemagnetan menyebabkan kontak poin relai terhubung).

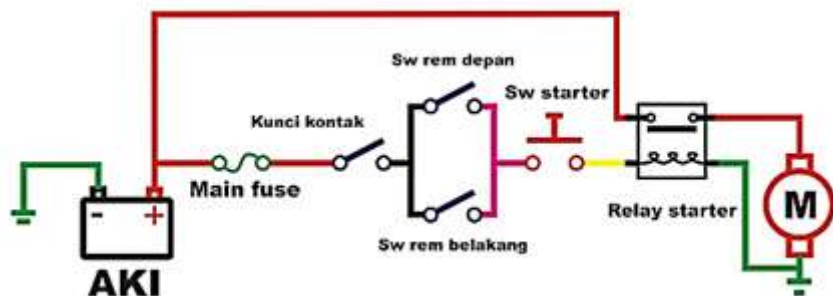
(+) Baterai > Kontak Poin Relai Starter > Motor Starter > Massa.
(Motor starter mendapatkan arus listrik dari baterai menyebabkan motor starter berputar).

b. Rangkaian Sistem Starter Model Kontrol pada Saklar Rem

Berbeda dengan Gambar 2.16 yaitu motor starter akan bekerja apabila posisi kunci kontak berada pada posisi terhubung (ON), *switch rem* depan atau *switch rem* belakang terhubung (ON) dan tombol starter ditekan. Adapun urutan arus listriknya sebagai berikut.

(+) Baterai > Main Fuse > Kunci Kontak > Switch Rem Depan/Switch Rem Belakang > Switch Starter > Kumpanan Relay > Massa
(Kumpanan relay mengalami kemagnetan menyebabkan kontak poin relai terhubung).

(+) Baterai > Kontak Poin Relai Starter > Motor Starter > Massa.
(Motor starter mendapatkan arus listrik dari baterai menyebabkan motor starter berputar).



Sumber: <http://diy4all.wordpress.com> (3/07/2019)

Gambar 2.16 Skema rangkaian sistem starter elektrik Model kontrol pada saklar (switch) rem

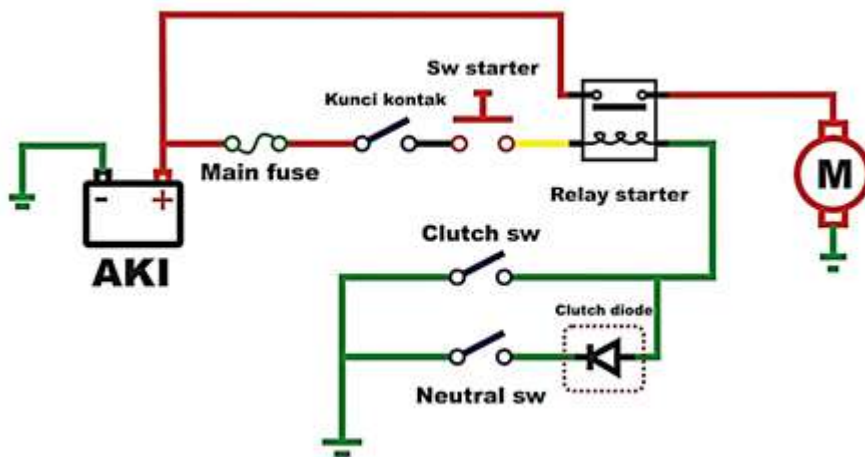
c. Rangkaian Sistem Starter Model Kontrol pada Saklar Kopling dan Saklar Gigi Netral

Sedangkan untuk gambar rangkaian kerja 2.17, motor starter akan bekerja apabila kunci kontak terhubung (ON), saklar kopling (*clutch switch*) atau saklar netral (*neutral switch*) terhubung (ON) dan tombol starter ditekan. Adapun urutan aliran arus listriknya adalah sebagai berikut:

(+) Baterai > Main Fuse > Kunci Kontak > Switch Starter > Kumpanan Relai > Kumpanan Relay > Clutch Switch > Clutch Dioda > Switch Netral > Massa
(Kumpanan relay mengalami kemagnetan menyebabkan kontak poin relai terhubung).

(+) Baterai > Kontak Poin Relai Starter > Motor Starter > Massa.

(Motor starter mendapatkan arus listrik dari baterai menyebabkan motor starter berputar).



Sumber: <http://diy4all.wordpress.com/3/07/2019/>

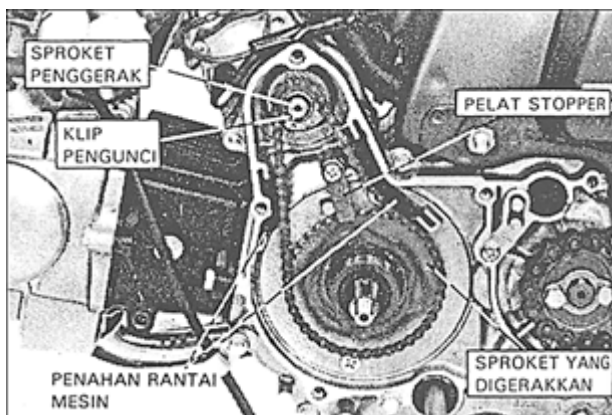
Gambar 2.17 Skema rangkaian sistem starter elektrik dengan Model kontrol pada clutch switch dan neutral switch

Pada sistem starter dengan pengoperasian model elektrik ini umumnya tidak terhubung secara langsung dengan poros engkol, melainkan dihubungkan melalui mekanisme penggerak atau penghubung. Tujuan mekanisme penghubung ini adalah

- 1) Meningkatkan momen putar motor starter melalui perbandingan atau reduksi roda gigi perantara; dan
- 2) Memungkinkan ditambahkan mekanisme kopling satu arah yang akan melepaskan hubungan putaran motor starter dengan poros engkol setelah mesin hidup.

Terdapat dua jenis mekanisme penggerak atau penghubung motor starter pada sepeda motor, yaitu

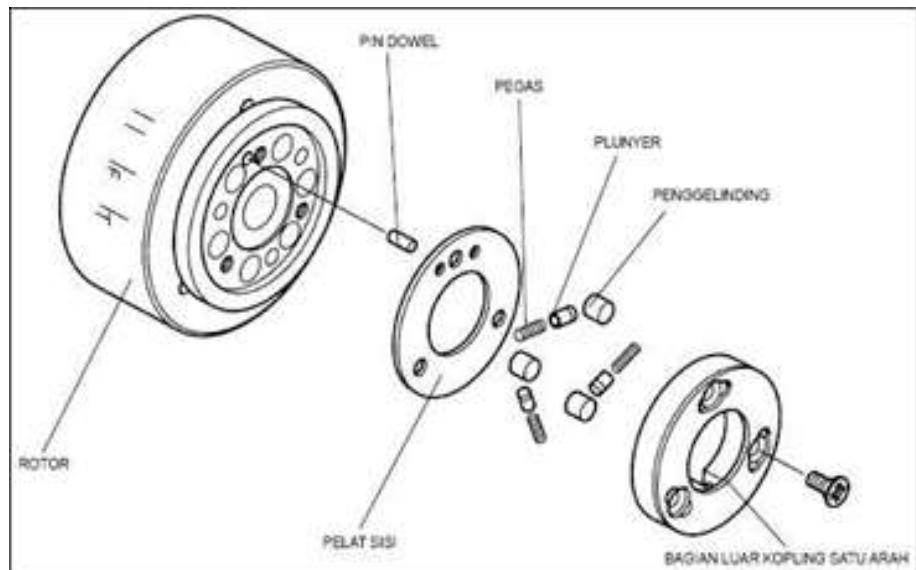
- 1) Mekanisme penghubung menggunakan *sprocket* dan rantai penggerak; dan
- 2) Mekanisme penghubung menggunakan roda gigi (*gear*).



Sumber: <https://motogokil.com/2/07/2019/>

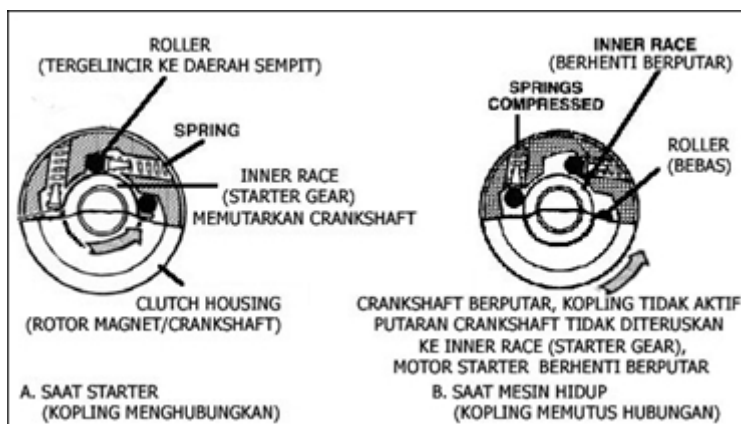
Gambar 2.18 Mekanisme penghubung motor starter dengan rantai

Mesin akan mulai berputar karena digerakkan oleh motor listrik melalui perantara rantai starter atau roda gigi. Agar setelah mesin hidup motor starter tidak ikut berputar pada rotor *flywheel* dipasangkan mekanisme kopling satu arah. Sedangkan untuk rangkaian sistem starter pada sepeda motor jenis matik adalah sebagai berikut.



Sumber: <https://ilmuteknikmesinindonesia.blogspot.com/2/07/2019/>

Gambar 2.19 Konstruksi mekanisme kopling satu arah



Sumber: <https://ilmuteknikmesinindonesia.blogspot.com/2/07/2019/>

Gambar 2.20 Kerja mekanisme kopling satu arah

Rangkaian pada sistem starter sepeda motor matik disebut dengan sistem starter pengaman, dikarenakan pada saat akan men-*start* mesin, motor starter tidak akan bisa menyala sekalipun saklar starter atau *switch* starter ditekan. Agar motor starter mendapatkan arus atau bisa bekerja maka sebelum menekan saklar starter harus terlebih dahulu menarik *handle* rem.

C. Sistem Starter Mekanik (Kick Starter)

Berbeda dengan sistem starter elektrik dimana untuk mengoperasikannya dengan cara menggunakan sumber arus listrik dari baterai dengan prinsip kerja mengubah tenaga listrik menjadi tenaga mekanik. Pada sistem starter mekanik (*kick starter*) merupakan sistem starter cadangan (kelengkapan tambahan) yang sering digunakan saat sistem starter elektrik tidak bekerja karena sumber arus listriknya kurang atau motor starternya yang rusak.



Sumber: <https://www.liputan6.com> (3/07/2019)

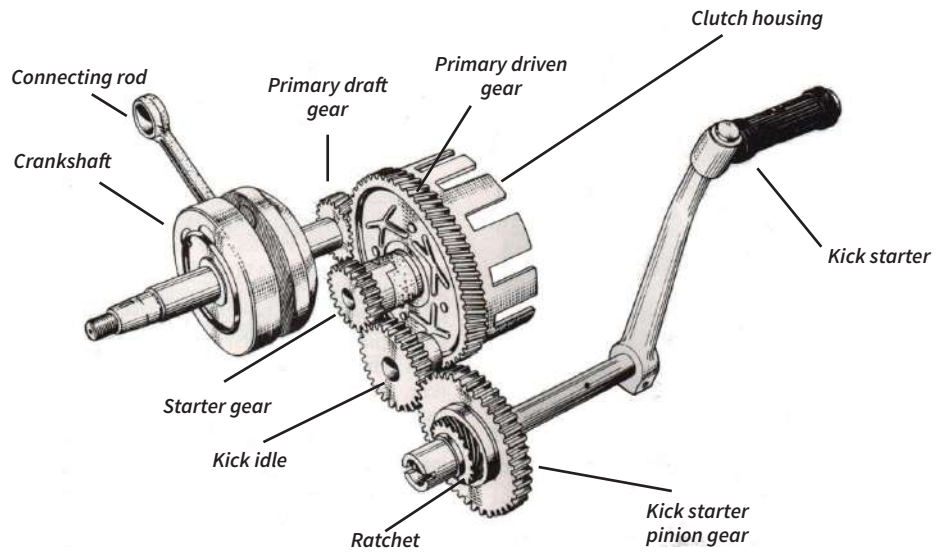
Gambar 2.21 Kick starter sepeda motor

Sistem starter mekanik ini dioperasikan dengan menggunakan tenaga injakan kaki untuk menghasilkan putaran minimum dalam memulai proses kerja pembakaran. Sistem starter mekanik ada pada setiap sepeda motor karena merupakan bagian terpenting yang perlu mendapatkan perhatian pemeliharannya. Beberapa model sistem starter mekanik yang umum digunakan pada sepeda motor, sebagai berikut.

1. Sistem Starter Mekanik Model Premiere (Primary Starter)

Jenis starter manual model *primary starter* merupakan model sistem starter mekanik dimana dalam kerjanya roda gigi starter (*kick starter*) pada poros utama (*mainshaft*) berputar bebas pada porosnya, tetapi saling berhubungan terhadap rumah kopling (*clutch housing*) dengan poros engkol (*crankshaft*). Dengan demikian, apabila roda gigi starter pinion (*kick starter pinion gear*) berputar akan menggerakkan roda gigi starter pada poros utama (*mainshaft*) dan poros konter (*countershaft*) pada unit transmisi sehingga timbul tenaga untuk memutar rumah kopling sekaligus poros engkolnya.

Keuntungan jenis *primary starter* adalah mesin sepeda motor dapat dihidupkan meskipun transmisi berada dalam salah satu kecepatan. Hal ini disebabkan karena roda gigi starter pada *mainshaft* dapat berputar bebas pada porosnya dan kopling harus ditekan agar transmisi tidak ikut berputar. *Primary starter* pada umumnya digunakan pada sepeda motor tipe *Sport*. Beberapa komponen yang terdapat pada model *primary* ini, yaitu *kick starter*, *primary drive gear*, *primary driven gear*, *starter gear*, *kick idler gear*, *ratchet*, dan *kick strater pinion gear*.

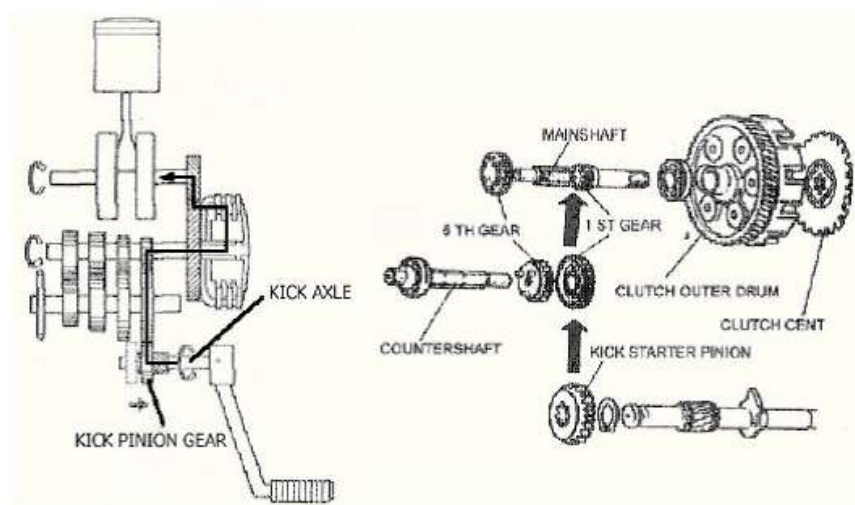


Sumber: <http://www.dansmc.com> (2/07/2019)

Gambar 2.22 Mekanisme sistem starter mekanik model primary starter

2. Sistem Starter Mekanik Model Konvensional (Conventional Starter)

Pada jenis starter model biasa (*conventional starter*) roda gigi starter pada *countershaft* dan pada *mainshaft* juga berfungsi sebagai roda gigi transmisi pertama (Gigi 1). Karena gigi pertama pada *mainshaft* konstruksinya menjadi satu dengan porosnya, sedangkan poros tersebut berhubungan dengan pusat kopling (*clutch center*) maka starter tidak dapat berfungsi bila transmisi berada dalam salah satu kecepatan meskipun kopling ditekan. Dengan demikian, kick starter jenis *conventional starter* hanya dapat berfungsi atau digunakan apabila posisi gigi transmisi dalam keadaan bebas (netral). *Conventional starter* pada umumnya digunakan pada sepeda motor tipe *Cub*. Beberapa komponen yang terdapat pada model *conventional*, yaitu pedal starter, *primary drive gear*, *primary driven gear*, *starter gear*, *kick axle*, dan *kick pinion gear*.



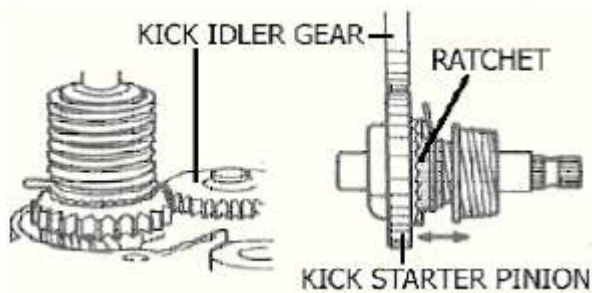
Sumber: Beni Setya Nugraha, Sistem Starter, FT-UNY, 2005 (2/07/2019)

Gambar 2.24 Starter manual model *conventional starter*

Tipe roda gigi pinion pada model *kick starter conventional* menurut konstruksinya dibedakan menjadi dua, sebagai berikut.

a. Roda Gigi Pinion Tipe Ratchet

Roda gigi pinion saling berhubungan (*constant mesh*) dan bebas berputar bersama dengan roda gigi starter pada *countershaft*. Apabila pedal kick starter ditekan atau diayun, ratchet akan bergeser ke arah roda gigi pinion dan merapat. Akibatnya, tenaga putaran poros starter disalurkan melalui *ratchet* ke roda gigi starter pinion untuk menggerakkan roda gigi starter pada *crankshaft*. Bergesernya *ratchet* saat poros starter berputar akibat dari jalur-jalur pada poros starter yang berbentuk *helical*. *Ratchet* adalah alat bergigi dan berpasangan apabila saling bersentuhan, meneruskan pergerakannya ke arah perputaran tertentu dan tidak meneruskan pergerakannya ke arah perputaran berlawanan.

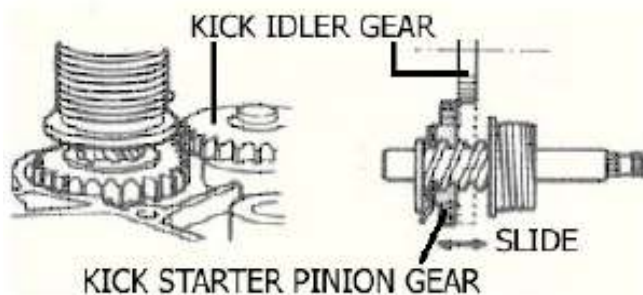


Sumber: Beni Setya Nugraha, Sistem Starter, FT-UNY, 2005 (2/07/2019)

Gambar 2.25 Roda gigi pinion tipe Ratchet

b. Roda Gigi Pinion Tipe Sliding

Roda gigi pinion dalam keadaan bebas dan tidak saling bersentuhan dengan roda gigi starter pada *countershaft*. Pergeseran roda gigi pinion akibat dari bentuk jalur-jalur pada poros yang berbentuk *helical*.



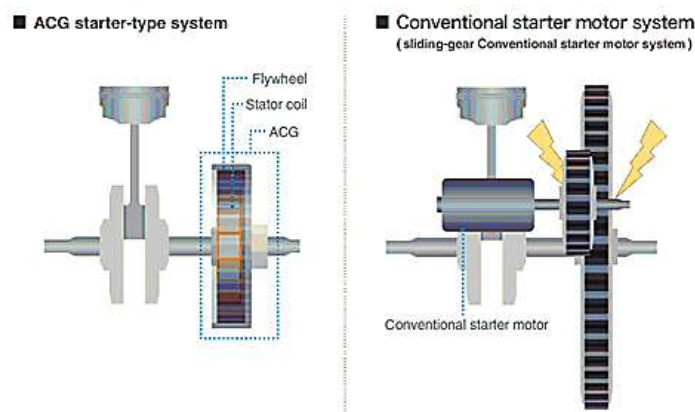
Sumber: Beni Setya Nugraha, Sistem Starter, FT-UNY, 2005 (2/07/2019)

Gambar 2.26 Roda gigi pinion tipe Sliding

D. Sistem Starter Mekanik Model Alternating Current Generator (ACG)

Alternating Current Generator (ACG) adalah teknologi starter yang menggunakan starter elektrik. Teknologi tersebut bukan hal baru bagi Honda karena sebelumnya teknologi serupa telah hadir pada sepeda motor matik premium salah satunya Honda PCX. ACG yaitu kombinasi antara sistem pengisian dan sistem starter. Pada ACG memiliki fungsi sebagai sistem pengisian yang menghasilkan arus listrik bolak-balik (AC) dan juga fungsi sebagai sistem starter untuk memulai proses kerja mesin. Jadi ACG starter adalah kombinasi dari 2 unit kerja sistem kelistrikan. Untuk perbedaan fisik jika dibandingkan dengan sistem starter konvensional, pada sistem ACG tidak menggunakan dinamo starter dan mekanisme gigi starter (*Sliding Gear*) untuk mengengkol mesin sehingga dapat mengurangi suara kasar dari gigi-gigi starter dan mengurangi getaran mesin. Motor starter dan generator (ECU dan Fuel) merupakan satu unit yang sama. Saat awal berfungsi sebagai motor starter (motor listrik), setelah engine menyala maka berubah fungsi menjadi generator listrik.

Sedangkan starter konvensional menggunakan dinamo starter. Pada motor starter konvensional, motor berfungsi untuk menggerakkan *crankshaft*. Setelah engine hidup motor starter berhenti berfungsi. Pada tipe konvensional ada penghubung berupa gigi dan kopling mekanis yang menghubungkan antara poros mesin dan *crankshaft*. Proses hubungan-putus pada kopling terjadi secara mekanis sehingga menimbulkan hentakan (*impact*) dan bunyi mekanis terdengar suaranya berisik.

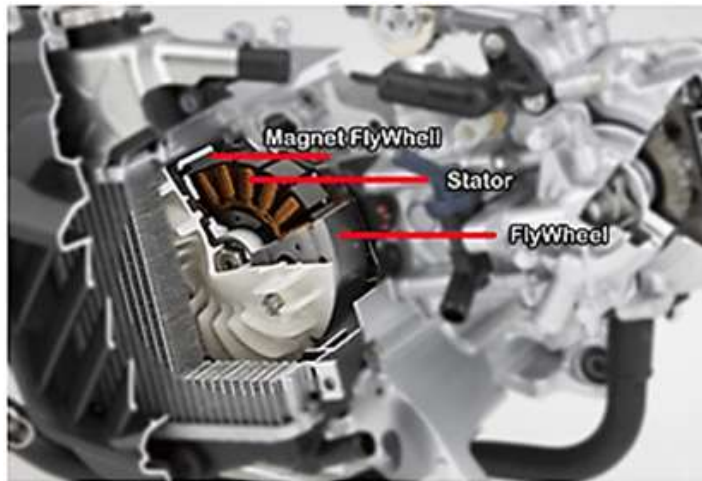


Sumber: <https://www.hondacengkareng.com/2/07/2019/>

Gambar 2.27 Perbedaan ACG starter dengan konvensional starter

Motor starter tipe konvensional memiliki kekurangan lain karena letak gigi pinion seporos dengan armature maka putaran gigi pinion dan putaran armatur sama sehingga memerlukan tenaga listrik yang besar untuk menggerakkan engine. Sedangkan ACG Starter memiliki kelebihan, sebagai berikut.

1. Tanpa menggunakan dinamo starter, sepeda motor jadi lebih ringan dan konsumsi bahan bakar lebih efisien.
2. Menggunakan ECU gabung dengan Fuel Injection, memaksimalkan kemampuan ECU.
3. Tidak ada suara kasar dan bising ketika tombol starter ditekan karena tidak ada komponen mekanis yang perlu bertautan.
4. Dapat digunakan untuk sistem yang menerapkan mematikan mesin saat sepeda motor idle/tidak bergerak.



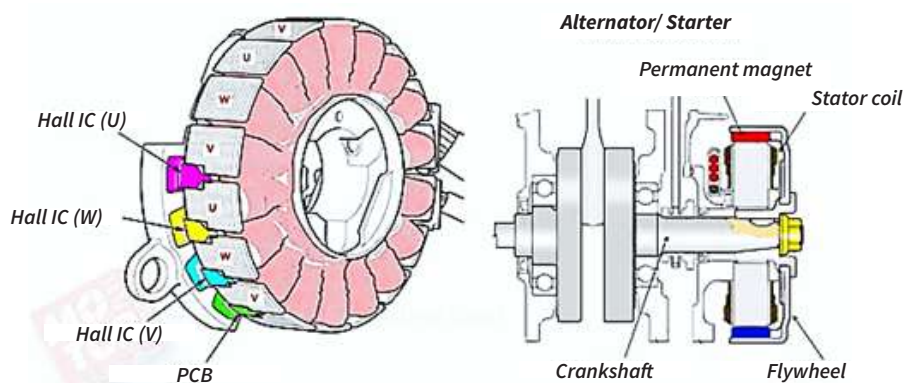
Sumber: <https://www.hondacengkareng.com> (2/07/2019)

Gambar 2.28 Posisi ACG starter pada sepeda motor matik

Adapun cara kerja dari ACG starter ini adalah sebagai berikut.

Pada saat mesin dinyalakan maka secara otomatis arus listrik akan langsung dialirkan ke *Field Effect Transistor* (FET) Circuit yang terdapat pada *Electronic Control Module* (ECM) kemudian dibagi secara merata ke dalam 3 hall, yaitu hall IC (U), hall IC (W), dan hall IC (V). Selanjutnya, *stator* yang telah menjadi elektromagnet akan bertemu dengan *magnet flywheel*. Pertemuan kedua magnet inilah yang menyebabkan *flywheel* bergerak, sebelum akhirnya menggerakkan piston yang terhubung langsung untuk menyalakan mesin motor. Selanjutnya, setelah motor dalam kondisi berjalan maka secara otomatis ECU/ECM akan memutus tegangan listrik ke stator dan beralih fungsi menjadi Generator AC.

Generator ini nantinya akan mengubah arus listrik menjadi DC (searah) untuk mengisi baterai (accu) dan mendukung kinerja ACG starter pada penggunaan berikutnya. Secara logika karena gesekan yang terjadi adalah berasal dari pertemuan antara dua magnet maka dapat dipastikan tidak akan ada lagi suara berisik akibat gesekan antar-roda gigi yang terjadi ketika akan mulai menyalakan mesin motor (seperti pada *sliding-gear starter-type system*). Mesin motor hanya akan menyala seketika dengan bunyi yang sangat halus (diminimalisasi). Gambar di bawah ini merupakan detail bentuk dari ACG starter.



Sumber: <https://www.hondacengkareng.com> (2/07/2019)

Gambar 2.29 Konstruksi detail ACG starter

E. Pemeliharaan Sistem Starter pada Sepeda Motor

Pemeliharaan sistem starter pada sepeda motor sangat penting untuk dilakukan agar sistem starter dapat bekerja optimal dan tidak menimbulkan permasalahan atau gangguan saat beroperasi. Beberapa prosedur pemeliharaan meliputi pekerjaan pemeriksaan, pengujian, perbaikan, dan komponen perlu dilakukan pada sistem starter sepeda motor dan komponennya sebagai berikut.

1. Peralatan dan Bahan Praktik

Peralatan dan bahan praktik yang dibutuhkan dalam pekerjaan pemeliharaan sistem starter sepeda motor yaitu

- a. 1 unit sepeda motor;
- b. *Tool set* (alat-alat tangan: kunci ring/pas, kunci T, obeng (+) dan obeng (-), tang, dan lain-lain);
- c. alat ukur AVO meter, *test lamp*, Hidrometer, baterai tester, baterai *charger*;
- d. kabel Accu/kabel jamper;
- e. air Accu;
- f. *grease* (gemuk);
- g. kain percak; dan
- h. Bak plastik tempat komponen

2. Keamanan dan Keselamatan Kerja

Prosedur yang harus kita perhatikan dalam Keamanan dan Keselamatan Kerja adalah sebagai berikut.

- a. Gunakan peralatan kerja sesuai dengan fungsi dan kebutuhannya.
- b. Utamakan keamanan dan keselamatan terhadap diri sendiri, peralatan kerja, dan lingkungan kerja.
- c. Utamakan kebersihan dan kerapian peralatan kerja setelah digunakan, dan selalu mengikuti petunjuk kerja.

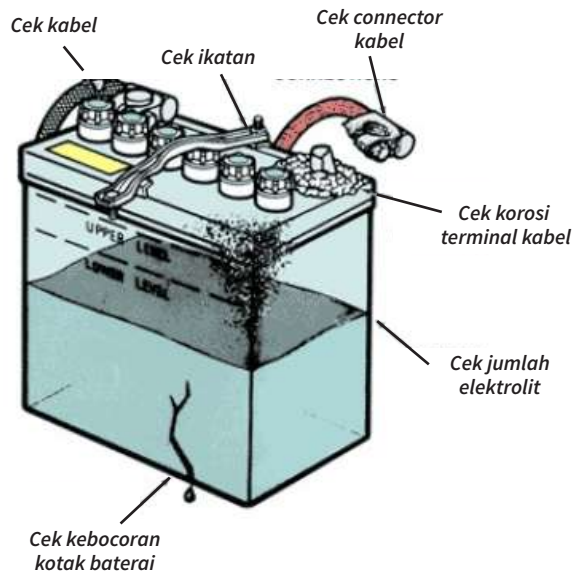
3. Pemeriksaan dan Perawatan Baterai

Baterai sebagai sumber tenaga listrik pada sistem starter memiliki peran sangat penting. Oleh karena itu, pemeriksaan dan perawatan baterai sangat perlu untuk dilakukan. Berikut kegiatan pemeriksaan dan perawatan baterai.

a. Pemeriksaan Kondisi Fisik Baterai

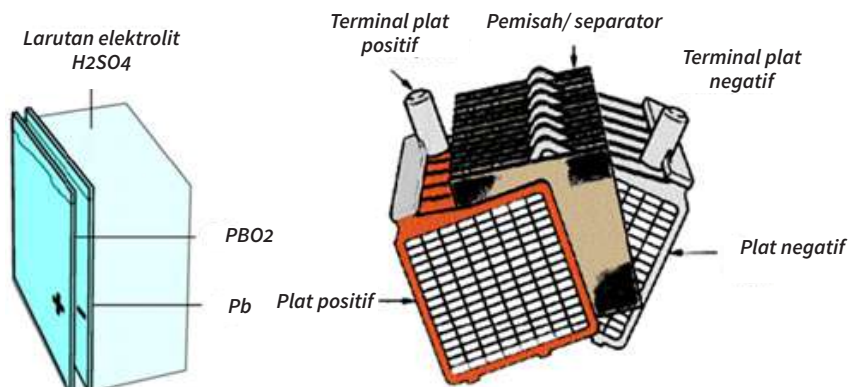
Pemeriksaan kondisi fisik pada baterai merupakan pemeriksaan secara visual (penglihatan) atau yang dapat dilihat secara langsung, yaitu

- 1) kebocoran kotak baterai;
- 2) tutup baterai dan lubang ventilasi tutup baterai;
- 3) kondisi terminal baterai;
- 4) kondisi mur dan baut pengikat dudukan baterai;
- 5) jumlah elektrolit baterai; dan
- 6) kerusakan elemen baterai (plat positif dan plat negatif).



Sumber: <https://www.slideshare.net/2/07/2019>

Gambar 2.30 Kondisi kerusakan pada fisik baterai

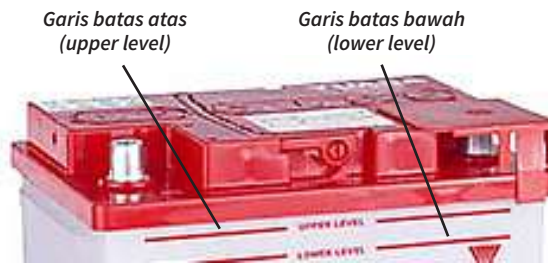


Sumber: <https://panelsinarsurya.wordpress.com/2/07/2019>

Gambar 2.31 Susunan elemen baterai

b. Pemeriksaan Kuantitas dan Kualitas Elektrolit Baterai

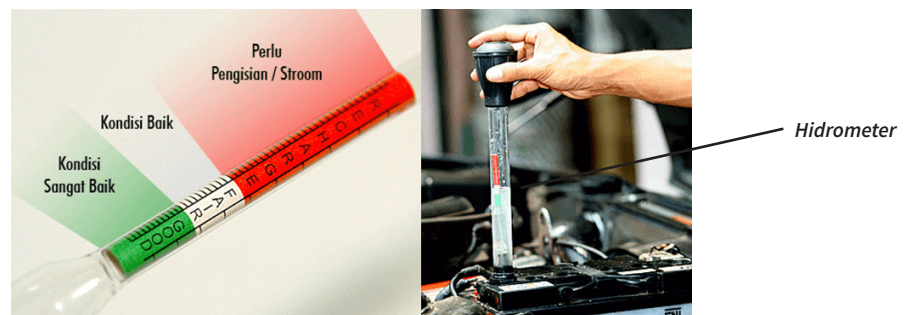
Pemeriksaan kuantitas atau jumlah air baterai dapat dilihat dengan pencapaian garis permukaan elektrolit baterai pada batas *upper* dan batas *lower* kotak baterai. Kondisi jumlah elektrolit baterai yang baik berada pada posisi berada antara batas *upper* dan batas *lower*. Bila berlebih dikurangi dan bila kurang ditambahkan dengan air murni. Sedangkan, untuk pemeriksaan kondisi kualitas elektrolit baterai dapat dilakukan saat melakukan pengukuran atau pemeriksaan berat jenis elektrolit baterai. Bila kondisi terlihat kotor dan keruh maka segera lakukan pengurasan dan diisi kembali dengan air accu zuur.



Sumber: <http://www.yuasabattery.co.id> (2/07/2019)

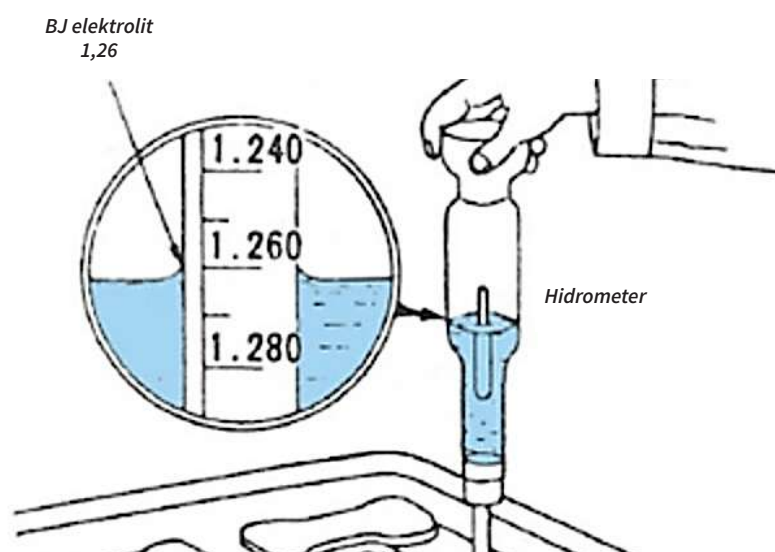
Gambar 2.32 Garis pembatas upper dan lower pada baterai

Selain pemeriksaan kuantitas atau jumlah dan kualitas elektrolit baterai, saat bersamaan dilakukan juga pemeriksaan berat jenis (BJ) elektrolit baterai dengan menggunakan alat ukur hidrometer. Berat jenis elektrolit standar pada masing-masing sel baterai harus menunjukkan angka 1,26 – 1,28. Jika nilainya di atas standar berarti terlampau banyak kandungan asam sulfatnya (SO_4) sedangkan bila di bawah nilai standar berarti elektrolit baterai terlampau banyak unsur airnya ($2\text{H}_2\text{O}$). Elektrolit dengan berat jenis standar memiliki persentase campuran 65 % air dan 35 % asam sulfat.



Sumber: <https://bacabrosur.blogspot.com/> (2/07/2019)

Gambar 2.33 Penggunaan Hidrometer dalam mengukur berat jenis (BJ) elektrolit baterai



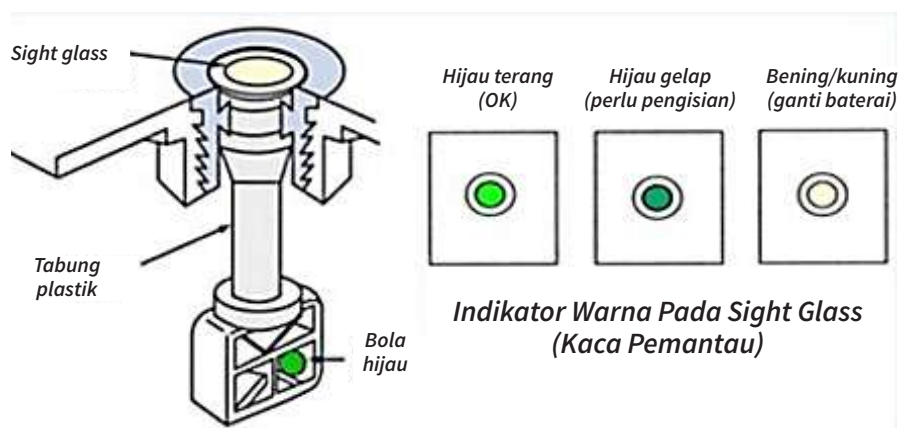
Sumber: <https://www.otospeedcar.com/> (2/07/2019)

Gambar 2.34 Nilai standar BJ elektrolit baterai

C. Pemeriksaan Kapasitas Tegangan dan Arus Listrik pada Baterai

Pemeriksaan kapasitas tegangan dan arus listrik pada baterai untuk dinyatakan baik atau tidak baik dapat dilakukan dalam berbagai cara sebagai berikut.

- 1) Mengamati atau melihat kaca pemantau (*sight glass*) pada kotak baterai. Bila menunjukkan warna hijau terang berarti kondisinya baik, bila warnanya hijau gelap berarti menunjukkan perlu dilakukan pengisian dengan baterai *charger*, dan jika warnanya bening berarti perlu penggantian air baterai.



Sumber: <http://mobilxenia.com/2/07/2019>

Gambar 2.35 Indikator BJ elektrolit baterai melalui *sight glass*

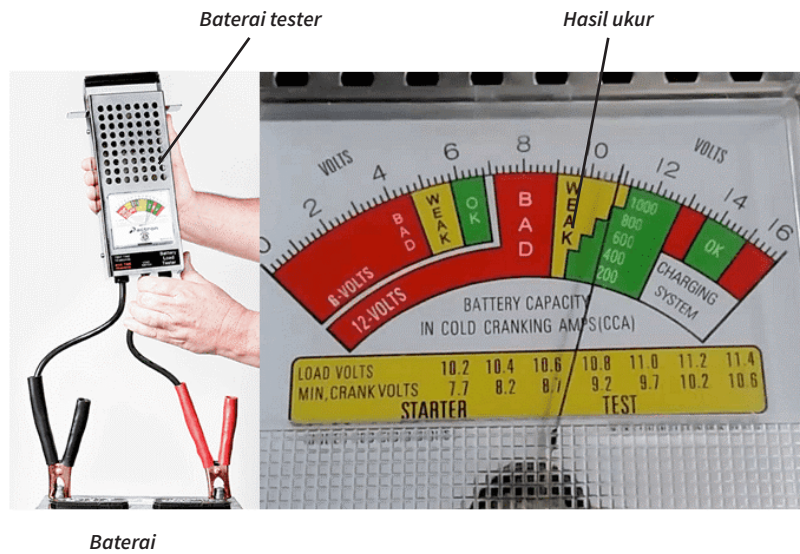
- 2) Pemeriksaan tegangan terminal baterai dengan menggunakan AVO meter atau multi tester. Kondisi tegangan baterai yang baik berada pada nilai 12 Volt – 13 Volt.



Sumber: <https://bacabrosur.blogspot.com/2/07/2019>

Gambar 2.36 Pemeriksaan tegangan pada terminal baterai

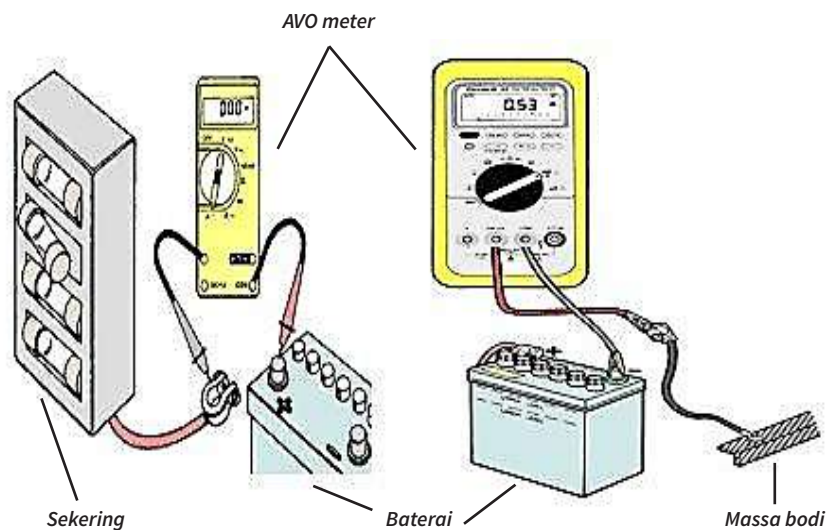
- 3) Pemeriksaan tegangan dan kapasitas arus baterai dengan menggunakan alat ukur baterai tester. Hasil pengukuran dikatakan baik apabila nilai yang ditunjukkan berada pada batas tegangan yang ditetapkan (warna hijau). Disamping itu, juga dapat dilakukan pengujian menggunakan beban (sistem starter) kondisi tegangan baterai saat motor starter bekerja berada pada kisaran 10 volt-11 volt.



Sumber: <https://bacabrosur.blogspot.com/2/07/2019/>

Gambar 2.34 Pemeriksaan tegangan dan kapasitas baterai

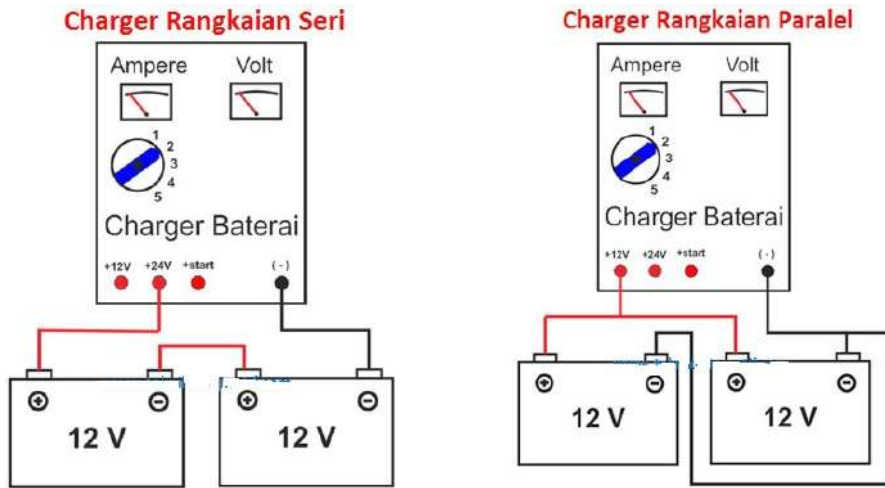
- 4) Pemeriksaan kebocoran arus listrik pada baterai dapat dilakukan dengan menggunakan alat AVO meter atau multimeter. Bila terjadi kebocoran arus listrik maka nilai yang ditunjukkan tidak berada pada angka 0 (nol) tapi lebih, namun jika tidak ada kebocoran maka nilai yang ditunjukkan berada pada angka 0 (nol).



Sumber: <http://docplayer.info/3/07/2019/>

Gambar 2.35 Pemeriksaan kebocoran arus listrik pada baterai

Jika pada akhirnya harus dilakukan pengisian baterai dengan baterai *charger* maka prosesnya dapat dilakukan dengan metode pengisian cepat (waktu sedikit kapasitas arus pengisian besar maksimal $\frac{1}{2}$ kapasitas baterai) atau pengisian lambat (waktu lebih lama dengan kapasitas arus pengisian kecil, maksimal $\frac{1}{10}$ kapasitas baterai).



Sumber: <https://www.teknik-otomotif.com> (2/07/2019)

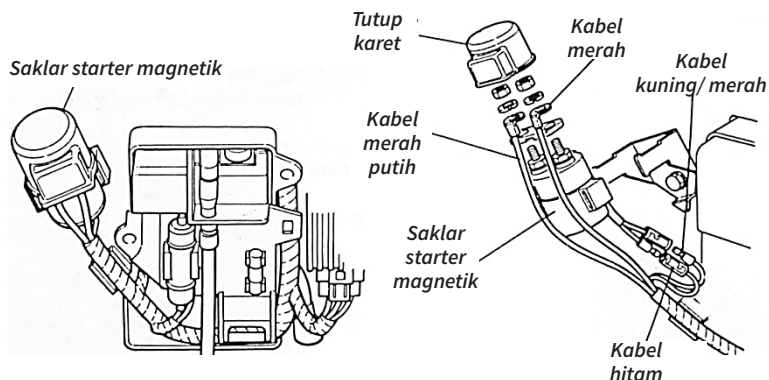
Gambar 2.36 Pengisian baterai secara seri dan secara paralel

4. Pemeriksaan dan Perawatan Sistem Starter

Dalam pemeriksaan dan perawatan sistem starter dapat dilakukan dengan beberapa langkah kegiatan sebagai berikut.

a. Pemeriksaan Relay Starter (*Magnetic Switch*)

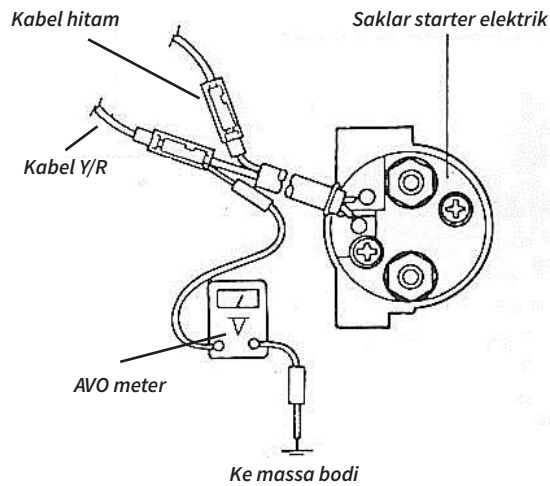
- 1) Siapkan peralatan yang dibutuhkan seperti AVO meter, *test lamp*, peralatan tangan (kunci, obeng, tang, dan sebagainya).
- 2) Lakukan pemeriksaan secara visual kondisi fisik relai starter dan kabel konektornya



Sumber: <https://ilmuteknikmesinindonesia.blogspot.com> (2/07/2019)

Gambar 2.37 Pemeriksaan saklar magnetik/relay starter

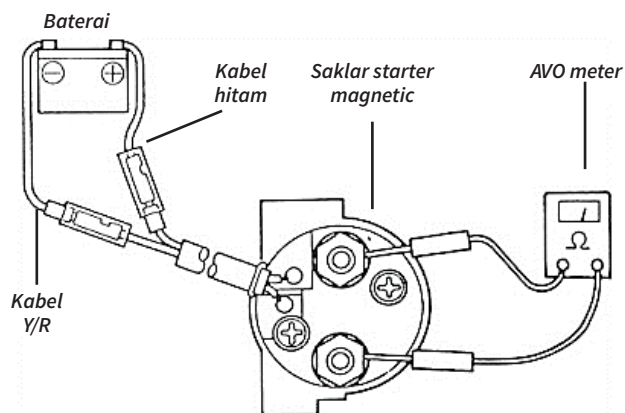
- 3) Lakukan pengujian dengan menekan tombol starter pada saat kunci kontak posisi ON. Kumparan relay starter dikatakan normal jika terdengar bunyi “klik” dari dalam unit relay starter.
- 4) Apabila tidak terdengar bunyi “klik” lakukan pemeriksaan lanjut berikut.
 - a) Mengukur tegangan yang keluar dari kumparan relay starter, menuju ke tombol starter. Spesifikasi harus ada tegangan sekitar 12 V pada saat kunci kontak posisi ON.
 - b) Apabila tidak ada tegangan, lepaskan relay starter dari rangkaian kemudian periksa kontinuitas kumparan relay starter. Spesifikasi harus ada kontinuitas.



Sumber: <https://ilmuteknikmesininindonesia.blogspot.com/2/07/2019/>

Gambar 2.38 Pemeriksaan tegangan kumparan relay starter

- c) Menghubungkan kumparan relay dengan baterai kemudian memeriksa kontinuitas di antara kedua terminal besar (*main switch*) relay. Dengan spesifikasi berikut.
 - Harus ada kontinuitas di antara kedua terminal besar relay pada saat kumparan relay dihubungkan dengan baterai
 - Tidak boleh ada kontinuitas di antara kedua terminal besar relay setelah hubungan kumparan relay ke baterai dilepaskan.



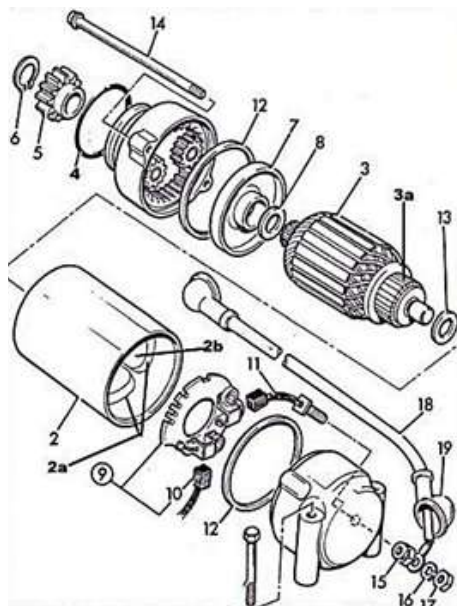
Sumber: <https://ilmuteknikmesininindonesia.blogspot.com/2/07/2019/>

Gambar 2.39 Pemeriksaan kontinuitas terminal besar relay starter

b. Pemeriksaan Komponen Motor Starter

Beberapa kegiatan yang harus dilakukan untuk memeriksa komponen motor starter sebagai berikut.

- 1) Siapkan peralatan yang dibutuhkan seperti AVO meter, *test lamp*, peralatan tangan (kunci, obeng, tang, dan sebagainya).
- 2) Melakukan pelepasan dan pembongkaran motor starter dari dudukannya pada mesin sepeda motor.



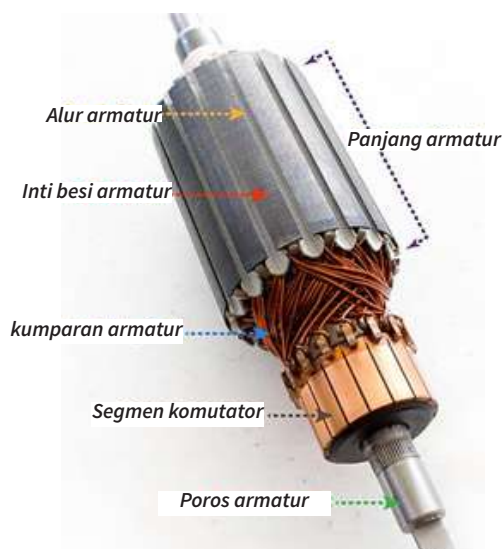
Komponen motorstarter tipe dua brush (sikat)

1. Motor starter
2. Stator (rumah field coil & pole core)
 - 2a. Field coil
 - 2b. Pole core
3. Armature
 - 3a. Commutator
- 4.& 12. O-ring
5. Pinion gear
6. Circlip
7. End plate
- 8.& 13. Washer
9. Brush holder (pemegang sikat)
- 10.& 11 Brush (sikat)
14. Bolt (baut)
- 15.& 17. Nut (mur)
18. cable
19. Boot (Sepatu kabel)

Sumber <http://totalotomotif.com> (3/07/2019)

Gambar 2.40 Komponen motor starter tipe dua sikat

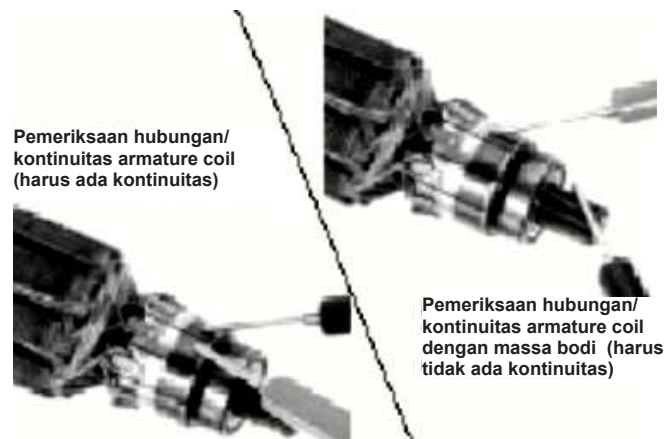
- 3) Melakukan pemeriksaan komutator terhadap perubahan warna. Lempengan komutator yang berubah warna secara berpasangan menunjukkan adanya hubungan singkat pada kumparan armatur.



Sumber: <https://www.groschopp.com> (4/07/2019)

Gambar 2.41 Pemeriksaan komutator

- 4) Melakukan pemeriksaan kontinuitas armatur coil dan hubungannya dengan massa bodi, melalui komutator.



Sumber: Beni Setya Nugraha, Modul Sistem Starter, 2005 (4/07/2019)

Gambar 2.42 Pemeriksaan kontinuitas armature coil

- 5) Melakukan pemeriksaan bantalan berikut.
- Cincin dalam bantalan harus duduk erat pada komutator.
 - Cincin luar bantalan harus berputar dengan halus tanpa suara.
- 6) Memeriksa sikat-sikat sebagai berikut.
- Memeriksa sikat-sikat terhadap keausan atau kerusakan. Batas servis adalah panjang sikat minimal 3,5 mm.
 - Memeriksa pegas-pegas sikat terhadap keletihan atau keausan.
 - Memeriksa hubungan singkat terminal kabel dengan pemegang sikat (*body*). Dengan spesifikasi tidak boleh ada kontinuitas.
 - Memeriksa kontinuitas terminal kabel dengan sikat. Dengan spesifikasi harus ada kontinuitas.
- 7) Pemeriksaan diameter komutator sebagai berikut.
Lakukan pemeriksaan diameter komutator motor starter dengan menggunakan alat ukur sigmat atau jangka sorong dan standar pengukuran diameter komutator 0,6 Kw, 32,7 mm dengan limit 31,00 mm.



Komutator

Jangka sorong

Sumber: <https://www.sriagunggb.com> (3/07/2019)

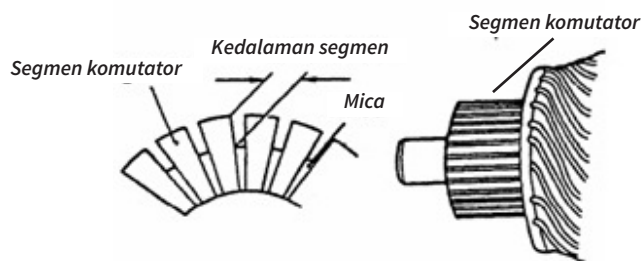
Gambar 2.43 Pemeriksaan diameter komutator

- 8) Pemeriksaan kedalaman celah segmen komutator sebagai berikut.
Lakukan pengukuran kedalaman celah segmen komutator dengan menggunakan sismat dan bilah *feeler gauge*, dan standar pengukuran celah segmen komutator adalah 0,4-0,8 mm, dengan limit 0,2 mm.



Sumber: <https://starter-motor.blogspot.com/2/07/2019/>

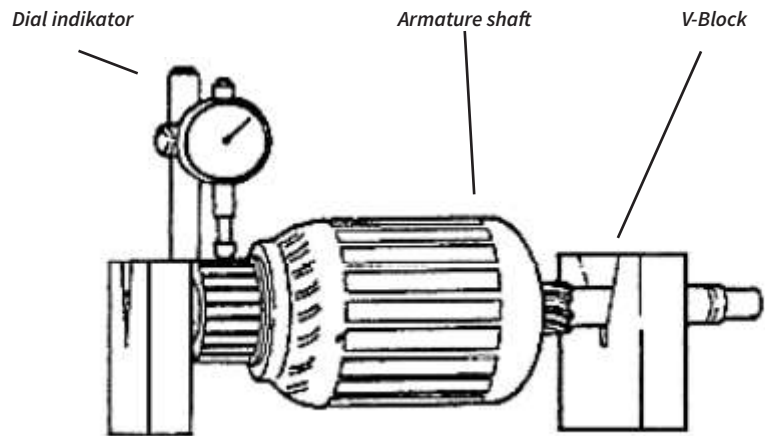
Gambar 2.45 Kumparan armatur dan komutator



Sumber: <https://bacabrosur.blogspot.com/2/07/2019/>

Gambar 2.46 Kedalaman segmen komutator

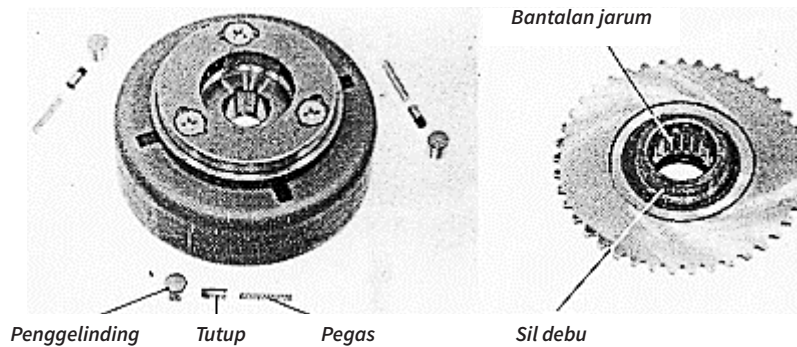
- 9) Pemeriksaan kebocoran kumparan medan (*field coil*) dengan massa bodi sebagai berikut, yaitu : Lakukan pemeriksaan kebocoran *field coil* dengan massa bodi menggunakan alat ukur AVO meter dan standar pemeriksaan kebocoran *field coil* dengan massa bodi dikatakan baik apabila terdapat tidak kontinuitas (hubungan).
- 10) Pemeriksaan kontinuitas kumparan medan (*field coil*) sebagai berikut, yaitu: Lakukan pemeriksaan kontinuitas *field coil* dengan menggunakan alat ukur AVO meter dan standar pemeriksaan kontinuitas atau hubungan *field coil* dengan massa bodi dikatakan baik apabila terdapat tidak kontinuitas (hubungan).
- 11) Prosedur pemeriksaan *run out* komutator sebagai berikut.
- Lakukan pemeriksaan *run out* komutator dengan menggunakan alat ukur dial indikator dan V-Block.
 - Tempatkan unit *armature shaft* pada posisi V Block kemudian pasang dial indikator dan kalibrasi posisi pembacaan 0 (nol).
 - Putar *armature shaft* satu putaran searah jarum jam, lakukan pembacaan pada dial indikator dan standar pemeriksaan *run out* komutator memiliki nilai pembacaan harus berada di bawah 0,1 mm. Jika nilai ukurannya berada di atas nilai ukuran standar maka segmen komutator harus diperbaiki atau diganti.



Sumber: [https://bacabrosur.blogspot.com/\(2/07/2019\)](https://bacabrosur.blogspot.com/(2/07/2019))

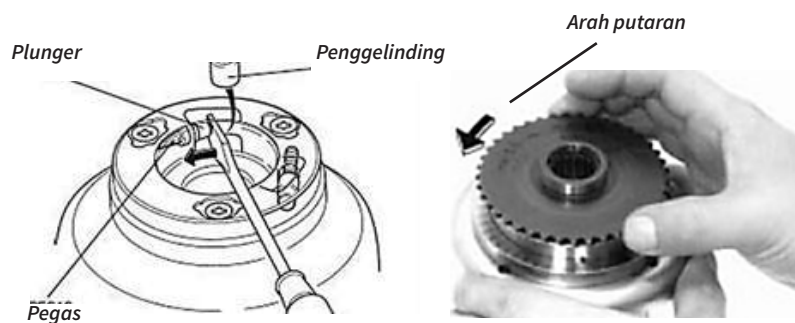
Gambar 2.47 Pemeriksaan hubungan kumparan medan (field coil)

- 12) Pemeriksaan mekanisme kopling satu arah sebagai berikut.
- Melepas kopling starter dengan terlebih dahulu mengeluarkan oli pelumas mesin, melepas alternator, dan mekanisme penghubung sistem starter ke poros engkol.
 - Memeriksa sil debu terhadap keausan/kerusakan.
 - Memeriksa bantalan jarum, bantalan harus dapat berputar halus tanpa suara berisik.
 - Memeriksa penggelinding kopling satu arah, tutup pegas, dan pegas terhadap keausan/kerusakan dan pemeriksaan kerja sistem starter setelah pembongkaran atau perbaikan.



Sumber: [https://ilmuteknikmesinindonesia.blogspot.com \(2/07/2019\)](https://ilmuteknikmesinindonesia.blogspot.com (2/07/2019))

Gambar 2.48 Mekanisme kopling satu arah motor starter



Sumber: [https://ilmuteknikmesinindonesia.blogspot.com \(2/07/2019\)](https://ilmuteknikmesinindonesia.blogspot.com (2/07/2019))

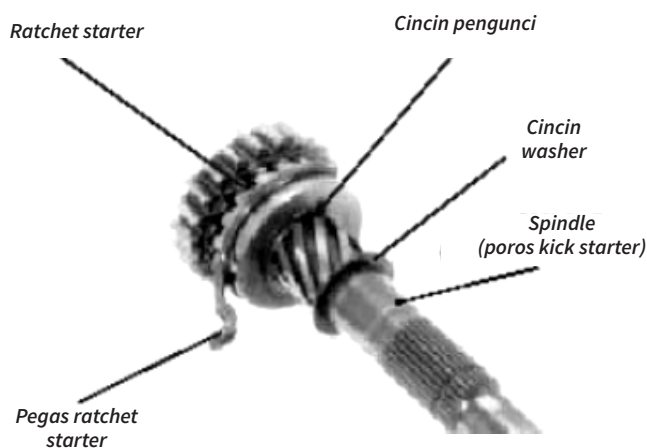
Gambar 2.49 Pemeriksaan mekanisme kopling satu arah

- 13) Prosedur perakitan dan spesifikasi sebagai berikut.
- Urutan pemasangan berlawanan dengan urutan pembongkaran.
 - Sebelum pemasangan, bersihkan seluruh bagian dan berikan pelumas pada setiap bagian yang bergesekan (terutama poros armatur) sebelum pemasangan.
 - Mengganti *O-ring* yang sudah rusak.

5. Pemeriksaan, Perawatan, dan Perbaikan Sistem Starter Manual atau Kick Starter Sepeda Motor

Beberapa komponen yang harus diperhatikan untuk pemeriksaan, perawatan, dan perbaikan sistem starter manual atau kick starter pada sepeda motor, sebagai berikut.

- Pemeriksaan gigi-gigi tuas atau engkol starter dari keausan atau kerusakan.
- Pemeriksaan poros (*spindle*) kick starter dari kebengkokan dan keausan pada alur gigi-giginya.
- Pemeriksaan pegas gesek *ratchet* dari keausan atau kerusakan.
- Pemeriksaan *circlip* dan *washer* dari keausan atau kerusakan.
- Pemeriksaan gigi-gigi *ratchet* dari keausan atau kerusakan.
- Pemeriksaan pegas pengembali dari keausan atau kerusakan.
- Pemeriksaan roda gigi pinion, *idler*, dan starter dari keausan atau kerusakan.
- Pemeriksaan sil starter dari keausan/kerusakan.



Sumber: Sistem Starter, Beni Setya Nugraha, 2005

Gambar 2.52 Mekanisme spindle (poros kick starter)

6. Cara Mengatasi Masalah pada Sistem Starter Elektrik

Periksa terlebih dahulu bagian-bagian berikut sebelum menganalisis kerusakan pada sistem sebagai berikut.

- Kabel-kabel baterai dan motor starter terhadap hubungan longgar atau berkarat.
- Kondisi tegangan baterai yang lemah.

a. Motor Starter Berputar Pelan

Kemungkinan penyebabnya adalah tegangan baterai lemah, kemungkinan penyebabnya karena ada tahanan yang berlebihan dalam rangkaian kelistrikan sistem starter atau kabel motor starter, kabel massa atau kabel positif baterai longgar atau sikat motor starter aus.

b. Motor Starter Berputar Tetapi Mesin Tidak Ikut Berputar

Kemungkinan penyebabnya adalah kopling starter rusak atau roda gigi starter/rantai starter dan/atau sproket rusak.

c. Motor Starter dan Mesin Berputar Tetapi Mesin Tidak Hidup

Kemungkinan penyebabnya adalah putaran motor starter terlalu pelan, sistem pengapian rusak, atau problem lain pada mesin (kompresi rendah, busi kotor, dsb.).

7. Pengujian Kerja Motor Starter

Dalam pengujian kerja motor starter harus melakukan beberapa tahapan sebagai berikut:

- a. Jika pada pengecekan baterai, ternyata baterai motor masih bagus tegangannya masih 12 volt, maka kemungkinan kerusakan selanjutnya adalah pada rangkaian kelistrikan dari sistem starter tersebut. Periksalah rangkaian sistem starter dari kabel yang putus, sambungan pada soket-soket, ataupun tombol starter yang kotor sehingga saklar atau tombol starter menjadi tidak berfungsi. Untuk memeriksa kelistrikan pada sistem starter gunakan alat multimeter, dan pastikan bahwa arus dapat mengalir dengan benar dan tidak ada arus yang putus. Jika ditemukan ada arus yang terputus, sebaiknya ganti kabel atau sambungkan dengan baik. Dan jika tombol starter yang kotor sehingga saklar tidak berfungsi, maka cobalah bersihkan tombol starter tersebut dengan amplas yang halus.
- b. Lakukan pemeriksaan pada relay starter. Relay starter atau bendik berfungsi sebagai saklar elektromagnetik dan bertugas memutus serta menghubungkan aliran listrik dari baterai ke motor starter. Cara memeriksa bendik atau relay starter yaitu dengan menghubungkan dua buah kabel yang biasanya terdapat soket, ke baterai (+) dan (-), jangan sampai terbalik). Kemudian setelah disambungkan kedua kabel tersebut jika terdengar suara 'cetak' berarti kondisinya masih baik. Namun jika tidak terdengar suara 'cetak' tadi berarti kemungkinan besar bendik atau relay starter sudah rusak dan harus diganti. Kemungkinan terakhir dari rusaknya starter adalah motor starter itu sendiri yang rusak.



Sumber: <https://topspeedindonesia.blogspot.com> (15/10/2019)

Gambar 2.53 Pengujian relay starter

c. Kemudian lakukan pengujian pada motor starter, dengan cara melakukan pengujian langsung menggunakan arus listrik dari baterai, yaitu sebagai berikut:

- 1) Hubungkan kabel warna hitam (massa) pada motor starter dengan terminal (-) baterai.
- 2) Hubungkan kabel warna merah (kumparan motor starter) dengan terminal (+) baterai.
- 3) Perhatikan, apabila motor starter dapat berputar, maka motor starter masih dalam kondisi baik, sebaliknya apabila motor starter tidak berputar, maka dipastikan motor starter mengalami masalah (kerusakan). Kerusakan pada motor starter bisa disebabkan pada komponen sikat atau brush yang sudah aus atau kumparannya putus. Jika brus atau sikat yang aus, maka kita dapat menggantinya dengan brush yang baru, dan jika kumparan atau spull yang putus maka kita dapat membawanya ke tukang servis dinamo untuk dapat diperbaiki.

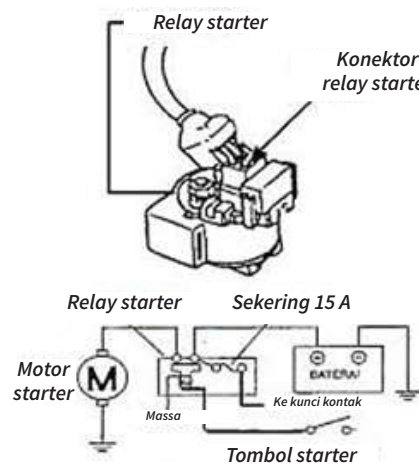


Sumber: <https://id.aliexpress.com> (15/10/2019)

Gambar 2.54 Pengujian relay starter

8. Masalah pada Sistem Starter Elektrik Ketika Motor Starter Tidak Berputar

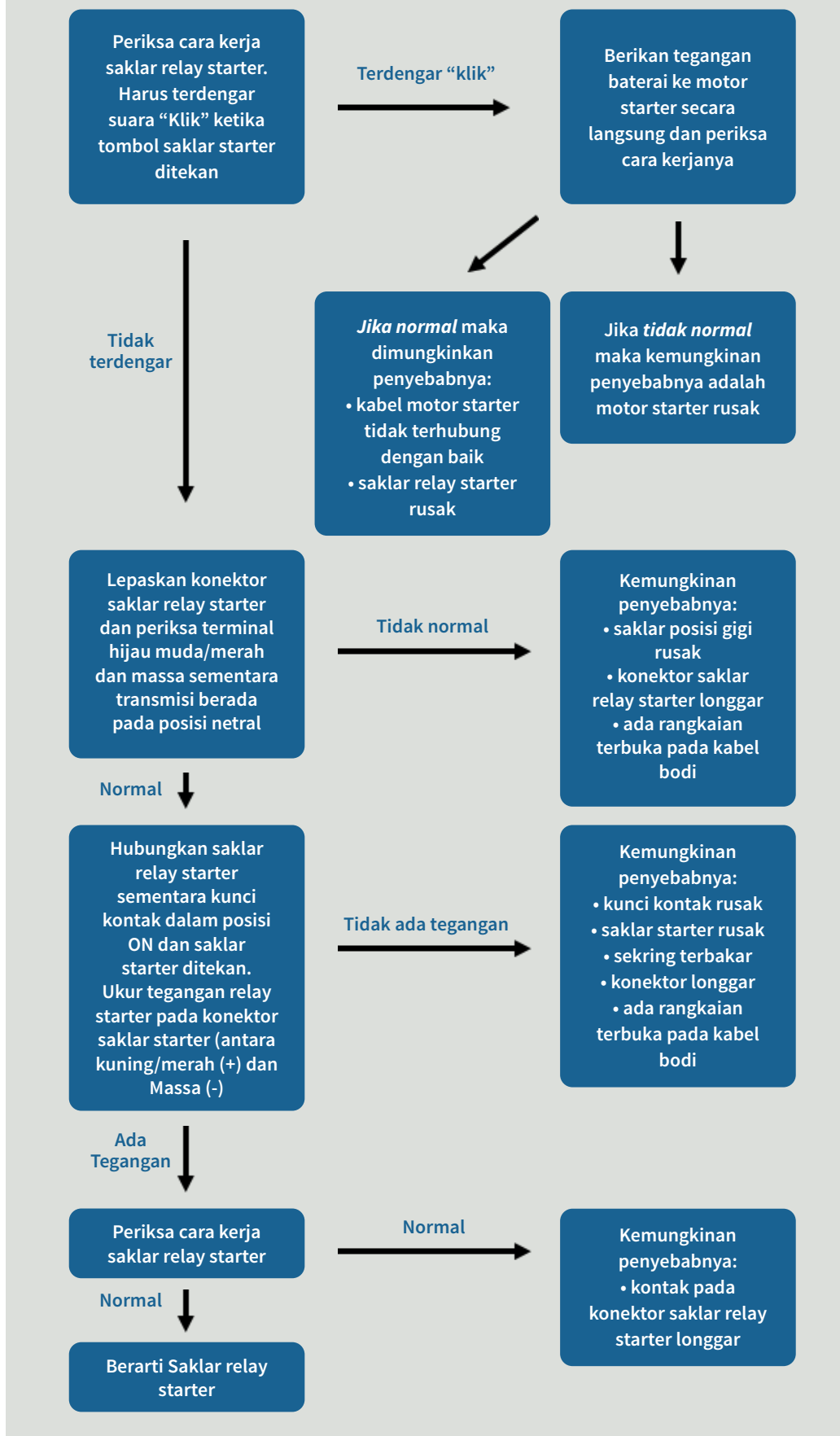
Pada umumnya komponen-komponen yang mengalami permasalahan pada sistem elektrik adalah ketika motor starter tidak berputar. Beberapa penyebab masalah yang perlu untuk dilakukan, yaitu memahami diagram pemeriksaan sistem starter elektrik sebagaimana yang ditunjukkan pada diagram skema di bawah ini:



Sumber: bacabrosur.blogspot.com (3/07/2019)

Gambar 2.56 Pengujian motor starter tanpa beban

Diagram Pemeriksaan Sistem Starter Elektrik pada Sepeda Motor



Rangkuman dan Evaluasi Materi Bab II

A. Rangkuman

1. Fungsi system starter Terjadinya proses pembakaran di dalam mesin sepeda motor untuk menghasilkan tenaga gerak tidak mungkin dapat terjadi dengan sendirinya. Oleh karena itu, proses pembakaran akan terjadi jika ada gerakan atau putaran awal poros engkol (*crankshaft*) sehingga terjadi gerakan piston pada torsi dan putaran minimum untuk memulai proses kerja pembakaran. Salah satu komponen yang dibutuhkan, yaitu sistem starter (*starting system*).
2. Persyaratan Kerja Sistem Starter :
 - a. Sifat Starter
 - b. Kecepatan Putaran Mesin
 - c. Tenaga Putar (Torque)
3. Sistem Starter Elektrik
 1. Prinsip Kerja Sistem Starter Elektrik
 2. Komponen pada Sistem Starter Elektrik
 - 1) Baterai
 - 2) Sekring
 - 3) Kunci kontak
 - 4) Relay Starter (Switch Magnetic)
 - 5) Saklar /Tombol Starter (Starter Switch)
 - 6) Komponen motor starter elektrik umumnya dikelompokkan dalam 3 bagian kelompok kerja sebagai berikut.
 - Bagian Saklar Magnet (Switch Magnetic)
 - Bagian yang Menghasilkan Tenaga Putar (Torque)
 - Bagian yang Memindahkan Tenaga Putar
4. Cara Kerja Sistem Starter Elektrik
 - a. Rangkaian Standar Sistem Starter Elektrik
 - b. Rangkaian Sistem Starter Model Kontrol pada Saklar Rem
 - c. Rangkaian Sistem Starter Model Kontrol pada Saklar Kopling dan Saklar Gigi Netral
5. Sistem Starter Mekanik (*Kick Starter*)

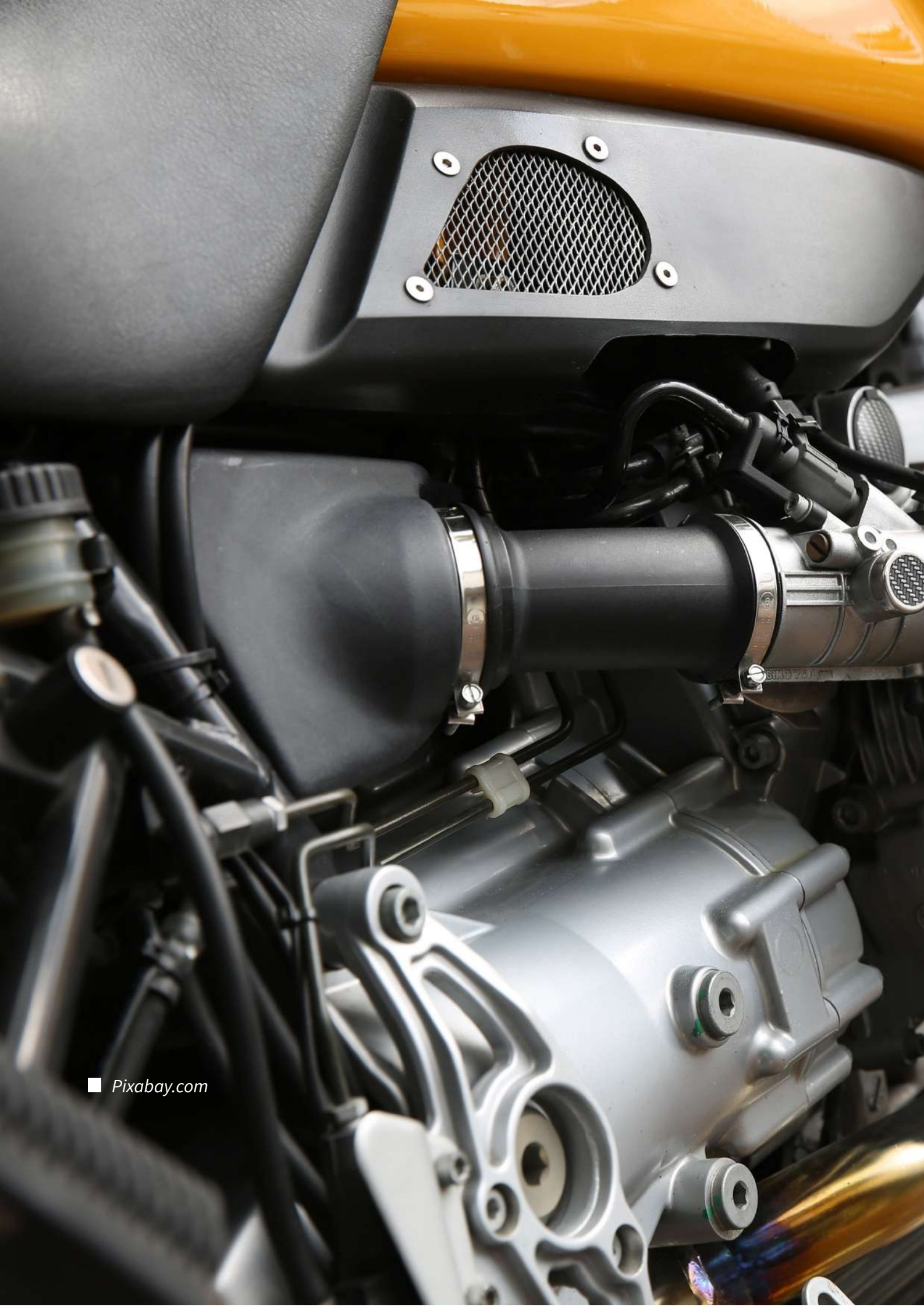
Beberapa model sistem starter mekanik yang umum digunakan pada sepeda motor, sebagai berikut :

 - a. Sistem Starter Mekanik Model Primer (Primary Starter)
 - b. Sistem Starter Mekanik Model Konvensional (Conventional Starter)
6. Sistem Starter Mekanik Model *Alternating Current Generator* (ACG) starter, memiliki kelebihan, sebagai berikut.
 - a. Tanpa menggunakan dinamo starter, sepeda motor jadi lebih ringan dan konsumsi bahan bakar lebih efisien.
 - b. Menggunakan ECU gabung dengan Fuel Injection, memaksimalkan kemampuan ECU.
 - c. Tidak ada suara kasar dan bising ketika tombol starter ditekan karena tidak ada komponen mekanis yang perlu bertautan.
 - d. Dapat digunakan untuk sistem yang menerapkan mematikan mesin saat sepeda motor idle/tidak bergerak.

B. Soal Evaluasi

Jawablah pertanyaan dibawah ini dengan singkat dan jelas !

1. Jelaskan fungsi dari system starter pada sepeda motor!
2. Sebutkan lima komponen utama motor starter!
3. Jelaskan syarat- syarat motor starter dalam memenuhi kebutuhan pada sepeda motor!
4. Jelaskan tiga komponen utama pada motor starter elektrik!
5. Jelaskan prinsip kerja motor starter elektrik pada sepeda motor!
6. Jelaskan prinsip kerja motor starter model control pada sakelar rem!
7. Jelaskan model sistem starter mekanik yang umum digunakan pada sepeda motor!
8. Jejelaskan tipe roda gigi pinion pada model *kick starter conventional*!
9. Jelaskan tahapan pemeriksaan magnetic switch pada motor!
10. Prosedur pemeriksaan komponen utama motor starter:

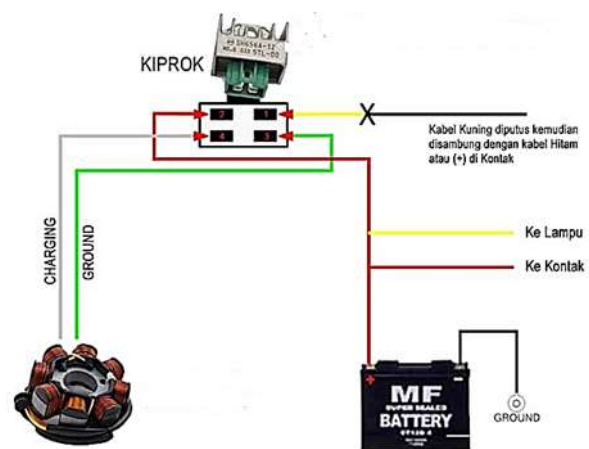


BAB 3

SISTEM PENGISIAN SEPEDA MOTOR

A. Pendahuluan

Sistem kelistrikan sepeda motor terdiri atas sistem starter, sistem pengapian, sistem penerangan, dan peralatan instrumen kelistrikan lainnya yang membutuhkan sumber listrik agar sistem-sistem tersebut dapat berfungsi. Energi listrik yang dapat disuplai oleh baterai sebagai sumber listrik (bagi sepeda motor yang dilengkapi baterai) jumlahnya terbatas dan tidak selamanya selalu terisi penuh. Saat beroperasi sepeda motor banyak membutuhkan suplai arus listrik. Untuk mengatasi pemenuhan kebutuhan arus listrik maka pada sepeda motor pula dilengkapi dengan sistem pengisian (*charging system*).



Sumber: <https://garasimodifikasi.com> (15/06/2019)

Gambar. 3.1 Skema rangkaian sistem pengisian sepeda motor

B. Teori Dasar Sistem Pengisian

Sebelum melakukan prosedur pemeriksaan dan pengujian pada sistem pengisian sepeda motor sangat diperlukan pengetahuan dan pemahaman terlebih dahulu tentang teori dasar sistem pengisian yang meliputi fungsi, nama komponen, model, maupun cara kerjanya. Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa analisa perbaikan yang nantinya dilakukan akan tepat dan sesuai dengan kondisi permasalahan atau kerusakan yang terjadi pada sistem pengisian di sepeda motor.

1. Fungsi Sistem Pengisian

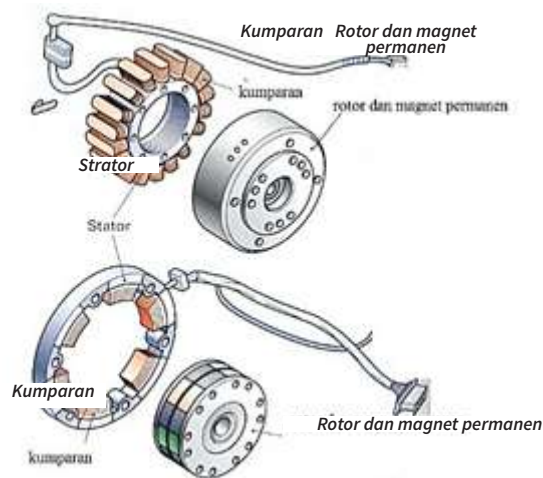
Fungsi sistem pengisian pada sepeda motor adalah untuk menjamin baterai agar selalu penuh meskipun arus listrik digunakan ketika sepeda motor dikendarai dan baterai dapat digunakan kembali untuk men-start mesin ketika diperlukan. Untuk mengisi baterai sepeda motor dibutuhkan penyearah karena yang dibangkitkan oleh generator adalah arus bolak balik. Penyearahan arus dilakukan dengan penyearahan setengah gelombang. Pada sepeda motor yang menggunakan 2 sumber daya listrik yaitu arus AC untuk penerangan dan arus DC untuk keperluan lainnya maka generatornya dikonstruksi dengan 2 kumparan, yaitu kumparan sistem penerangan dan kumparan sistem pengisian.

2. Komponen Sistem Pengisian

Sistem pengisian pada dasarnya terdiri atas komponen-komponen sebagai berikut.

a. Alternator dan Prinsip Kerjanya

Pembangkitan daya listrik pada sepeda motor adalah pembangkit listrik AC 1 fasa dan 3 fasa atau disebut alternator. Komponen-komponen dari alternator terdiri dari roda gaya magnet dengan 2 pasang pool medan magnet atau 6 pasang pool medan magnet. Roda gaya tersebut biasanya dirakit pada ujung poros engkol sehingga putaran roda gaya sama dengan putaran mesin, bagian ini disebut dengan rotor (bagian yang berputar). Pada sisi lain dari alternator adalah kumparan pembangkit yang terikat mati pada rumah alternator. Pada bagian tersebut terdapat inti besi lunak berjumlah 2 batang atau 12 bagian yang dililit kumparan, ada yang ujung kumparannya berjumlah 2 ada juga 3, masing-masing ujung kumparan disebut massa (-) lampu dan massa kumparan pengisian.



Sumber: <http://totalotomotif.com> (15/06/2019)

Gambar 3.2 Alternator dengan magnet permanen

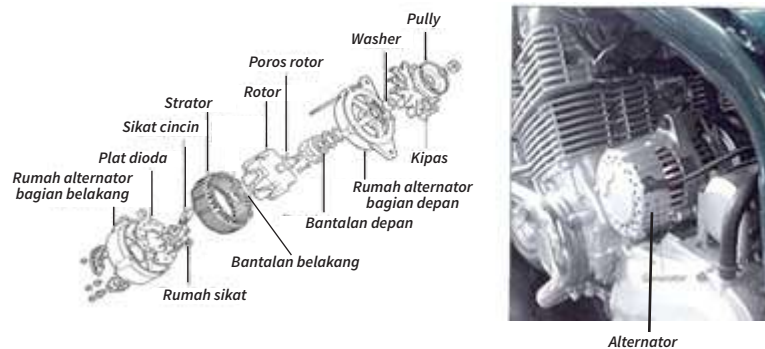
Pada umumnya sepeda motor yang tergolong berkapasitas kecil sampai dengan 250 CC menggunakan alternator jenis seperti ditunjukkan pada Gambar 3.3. Dengan konstruksi banyak pool medan magnet dan pool pembangkit diharapkan arus pengisian menjadi lebih rata. Kebutuhan listrik pada sepeda motor jenis ini tidak begitu besar sehingga cukup dengan menggunakan magnet permanen dan konstruksinya menjadi kompak menyatu dalam mesin.



Sumber: <http://totalotomotif.com> (15/06/2019)

Gambar 3.3 Konstruksi alternator

Berbeda dengan kebutuhan arus pada sepeda motor besar yang memerlukan daya untuk system kelistrikan besar dan menggunakan baterai yang besar juga. Guna memenuhi kebutuhan arus tersebut diaplikasikan generator bentuk lain yang merupakan bagian luar mesin (Gambar 3.4). Hal ini dimungkinkan karena generator ini menggunakan magnet listrik (remanen) yang dapat diatur kekuatan magnetnya sehingga dapat membangkitkan arus yang cukup untuk keperluan system kelistrikan.

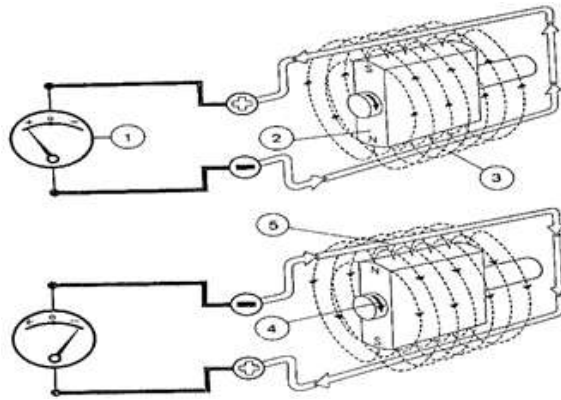


Sumber: <http://totalotomotif.com> (15/06/2019)

Gambar 3.4 Alternator pada sepeda motor

b. Prinsip Pembangkit Tegangan

Prinsip pembangkitan tegangan pada seutas kawat yang dibuat dari bahan tembaga berisolasi dan disekitarnya diberikan medan magnet yang selalu berubah polaritas (kutub Utara dan Selatan) maka pada kedua ujung kawat tersebut akan dibangkitkan tegangan yang selalu berubah polaritasnya (plus dan minus bergantian pada kedua ujungnya) lihat Gambar 3.5.

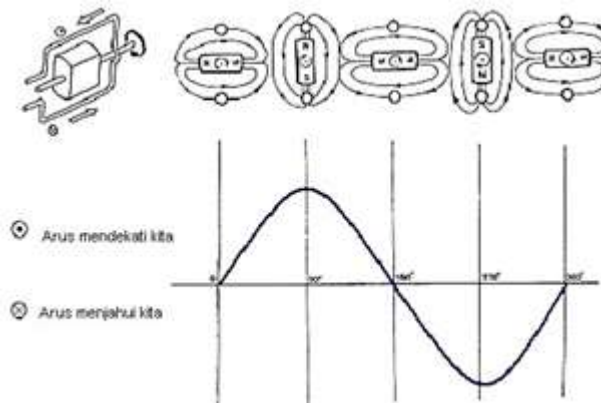


Sumber: <http://totalotomotif.com> (15/06/2019)

Gambar 3.5 Proses pembangkitan induksi elektromagnetik

Keterangan :

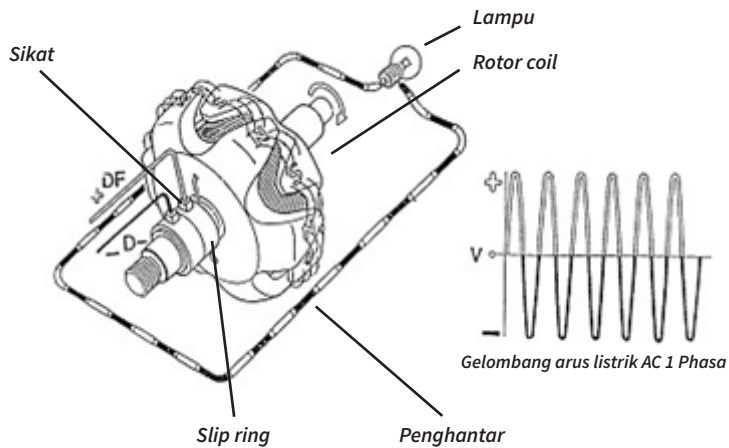
1. Volt meter
2. Rotor magnet permanen
3. Kumparan pembangkit(kawat tembaga)
4. Medan magnet(garis gaya magnet)
5. Poros rotor



Sumber: <http://totalotomotif.com> (15/06/2019)

Gambar 3.6 Gelombang Induksi elektromagnetik AC 1 Fasa

Pada Gambar 3.6 tampak pada saat medan magnet tidak memotong kawat maka pada saat itu tidak terjadi pembangkitan tegangan (pada grafik berada diposisi 0°). Ketika posisi medan magnet memotong penuh pada kumparan (pada grafik berada di posisi 90°) terjadi pembangkitan maksimum positif pada salah satu ujung kawat. Pada posisi 180° tidak terjadi pemotongan kumparan oleh medan magnet dan tidak terjadi pembangkitan tegangan. Pada posisi 270° terjadi tegangan maksimum negatif pada ujung yang lain dari kawat tersebut. Demikian terjadi berulang-ulang ketika magnet diputar terus menerus, dan saat itu juga terjadi perubahan arah medan magnet pada kawat, inilah yang disebut dengan pembangkit arus bolak balik (AC) 1 Fasa.



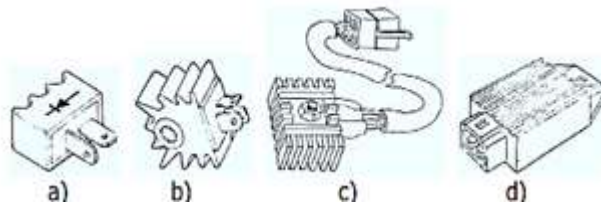
Sumber: <http://totalotomotif.com> (15/06/2019)

Gambar 3.7 Gelombang induksi elektromagnetik pada alternator AC 1 Phasa

Pembangkit dengan medan magnet listrik yang kuat dan menambah jumlah pool medan magnet menghasilkan tegangan lebih tinggi dan frekuensi (gelombang) lebih rapat.

C. Regulator

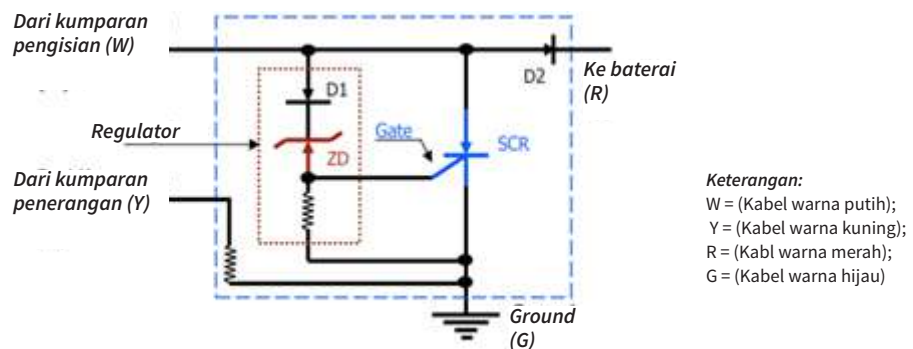
Regulator atau biasa disebut kiprok jika pada sistem pengisian sepeda motor yang di dalamnya juga berisi rectifier, merupakan serangkaian komponen elektronik, fungsi utama rectifier adalah sebagai penyearah arus bolak-balik yang dihasilkan alternator menjadi arus searah. Pada sistem pengisian sepeda motor, regulator juga berfungsi sebagai pengatur/pembatas (regulator) arus dan tegangan pengisian yang masuk ke baterai maupun ke lampu-lampu pada saat tegangan baterai sudah penuh maupun pada putaran tinggi. Terdapat berbagai jenis rectifier yang digunakan pada sistem pengisian sepeda motor, yaitu a) silikon rectifier; b) silikon regulator rectifier; c) selenium rectifier; dan d) regulator rectifier.



Sumber: <http://staffnew.uny.ac.id> (15/06/2019)

Gambar 3.8 Jenis-jenis regulator

Regulator rectifier tipe 4 terminal merupakan jenis rectifier yang belakangan ini populer digunakan pada sistem pengisian dan penerangan sepeda motor.

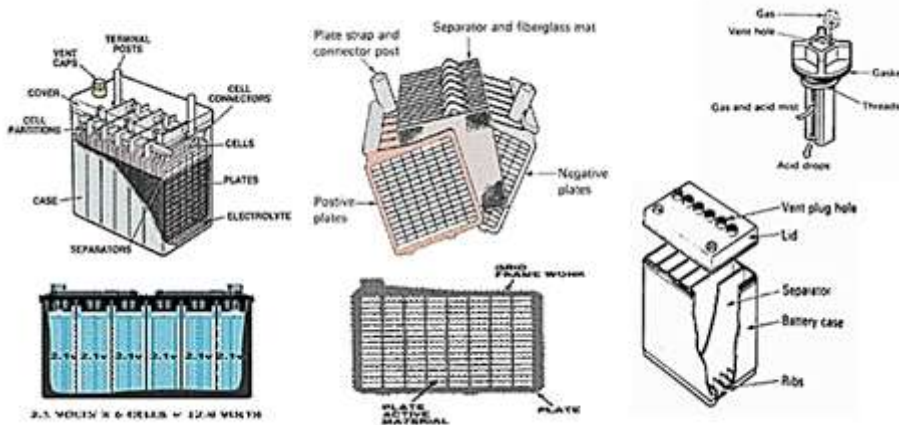


Sumber: <http://staffnew.uny.ac.id> (15/06/2019)

Gambar 3.9 Skema regulator tipe 4 terminal

d. Baterai

Baterai merupakan penyimpan tenaga listrik yang dihasilkan oleh sistem pengisian, energi listrik diubah ke dalam bentuk energi kimia. Baterai juga berfungsi sebagai penyedia tenaga listrik sementara (dalam bentuk tegangan DC) yang diperlukan oleh sistem-sistem kelistrikan sepeda motor, dengan didukung oleh sistem pengisian. Konstruksi sel baterai dari bak/case, plat positif, plat negatif dan elektrolit baterai. Setiap sel baterai menghasilkan beda tegangan 2 volt. Karena pada umumnya sistem kelistrikan sepeda motor menggunakan referensi tegangan 12 volt maka sebuah baterai 12 volt didapatkan dengan menggabungkan 6 sel baterai yang dirangkai secara seri.



Sumber: <http://akudanotomotif.blogspot.com/15/06/2019>

Gambar 3.10 Konstruksi baterai dan bagian-bagiannya

Kapasitas baterai merupakan kemampuan baterai menyimpan sejumlah muatan listrik, dinyatakan dalam satuan ampere hour (AH). Di dalam baterai saat terjadi pengosongan maupun pengisian terjadi reaksi kimia antara plat positif, elektrolit, dan plat negatif. Reaksi tersebut dapat digambarkan sebagai berikut.



Sumber: <http://staffnew.uny.ac.id/15/06/2019>

Gambar 3.11 Reaksi pada baterai

Dari reaksi di atas terdapat perubahan muatan pada plat (+), elektrolit maupun plat (-). Elektrolit baterai yang penuh (2H) berat jenisnya (b.j) lebih besar dibanding saat kosong (2HO) sehingga kita dapat memeriksa kapasitas listrik dalam baterai dengan pendekatan berat jenis elektrolitnya. Hydrometer merupakan alat yang digunakan untuk mengukur berat jenis elektrolit baterai. Besar b.j elektrolit baterai dipengaruhi oleh perubahan temperature

yang akan berubah sebesar 0,007 setiap perubahan 1°C. Spesifikasi b.j elektrolit normal adalah pada 20C maka apabila pengukuran dilakukan tidak pada temperatur normal perlu dilakukan konversi menggunakan rumus di bawah ini.

$$S_{20}(C) = St + \{0,007 \times (t - 20)\}$$

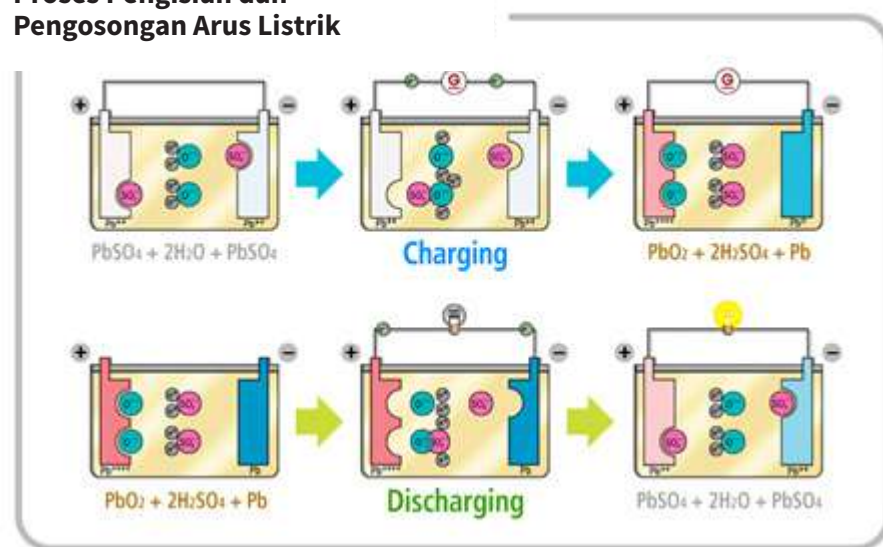
$S_{20}(C)$ = BJ pada 20°C

St = Hasil Pengukuran

t = Temperatur elektrolit saat pengukuran

Pada saat kita akan mengisi baterai menggunakan *battery charger*, besar arus dan lamanya waktu pengisian bergantung pada kapasitas baterai dan prosentase pengosongan baterai yang didapatkan dari hasil pengukuran berat jenis elektrolit.

Proses Pengisian dan Pengosongan Arus Listrik



Sumber: <https://www.autoexpose.org> (15/06/2019)

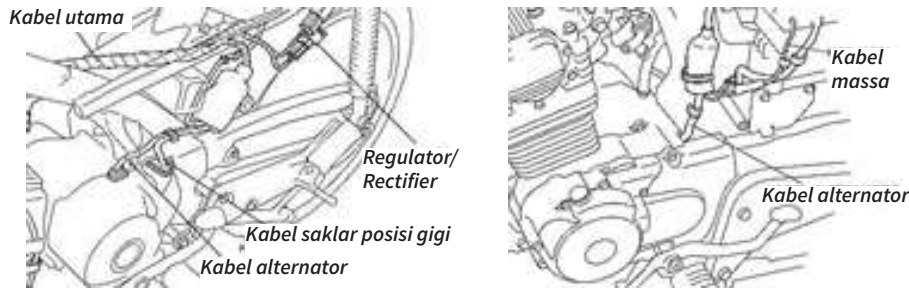
Gambar 3.12 Proses pengisian (recharging) dan pengosongan arus listrik (discharging) pada baterai

C. Pemeriksaan, Perawatan, dan Perbaikan Sistem Pengisian

Prosedur yang benar sesuai pedoman yang terdapat pada buku manual ataupun petunjuk yang diberikan oleh pembimbing atau instruktur akan sangat berpengaruh terhadap hasil pemeriksaan, perawatan dan perbaikan terhadap penanganan gangguan atau kerusakan yang terjadi pada sistem pengisian sepeda motor. Beberapa prosedur yang perlu dilakukan, antara lain sebagai berikut:

1. Pemeriksaan Alternator

- a. Pemeriksaan tahanan kumparan pembangkit/stator. Pemeriksaan dapat dilakukan dalam keadaan stator tetap terpasang. Pemeriksaan dilakukan melalui konektor terminal alternator (atau dapat pula pada konektor rectifier/regulator), dengan menggunakan Ohm meter.



Sumber: <http://staffnew.uny.ac.id> (15/06/2019)

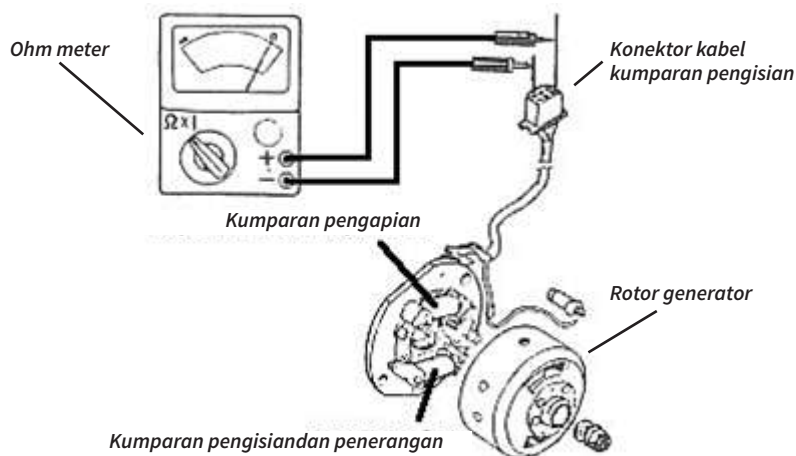
Gambar 3.13 Posisi kabel/konektor stator alternator

Hasil pemeriksaan tahanan/kontinuitas kumparan stator alternator menggunakan Ohm meter.

Tabel. 3.1
Data Hasil Pemeriksaan Tahanan Kumparan Stator Alternator

Warna Kabel	Hubungan ke Massa (Kabel Hijau)
Kabel Massa (Hijau)	Ada Kontinuitas
Kabel kump. pengisian (Putih)	0,2 – 2 Ω (20° C/68° F)
Kabel kump. penerangan (Kuning)	0,1 – 1,5 Ω (20° C/68° F)

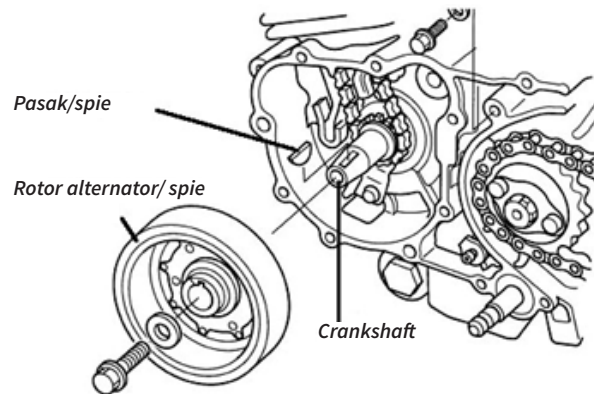
* Spesifikasi Sepeda Motor Honda



Sumber: <http://staffnew.uny.ac.id> (15/06/2019)

Gambar 3.14 Pengukuran tahanan kumparan sekunder

- b. Pemeriksaan magnet/rotor secara visual (keretakan, kotoran, kondisi pasak/spie pada poros engkol).



Sumber: <http://staffnew.uny.ac.id/15/06/2019>

Gambar 3.15 Pemeriksaan rotor alternator

- c. Pemeriksaan dan perawatan baterai, sebagai berikut.
- 1) Periksa jumlah cairan baterai (baterai tipe basah). Permukaan cairan baterai harus berada di antara batas atas dan batas bawah. Apabila cairan baterai berkurang, tambahkan air suling sampai batas atas tinggi permukaan yang diperbolehkan.
 - 2) Periksa berat jenis cairan baterai. Berat jenis cairan baterai ideal adalah 1,260. Apabila kurang maka baterai perlu distrum (*charged*), sedangkan apabila berat jenis cairan baterai berlebihan maka tambahkan air suling sampai mencapai berat jenis ideal.

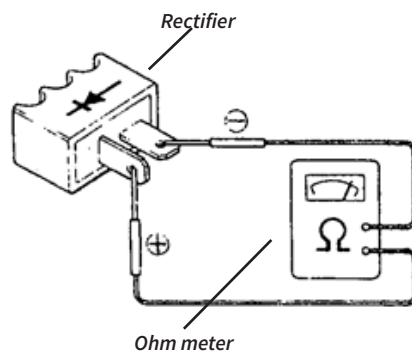
Tabel 3.2
Tindakan Hasil Pengukuran Berat Jenis Elektrolit Baterai

Hasil Pengukuran	Tindakan yang Diperlukan
1,300 atau lebih	Tambahkan air suling agar b.j berkurang
1,290 – 1,220	Baterai masih baik (OK)
1,210 atau kurang	Lakukan pengisian, apabila tidak dapat diisi, baterai perlu diganti
Perbedaan b.j antar sel kurang dari 0,040	Masih dalam batas toleransi (OK)
Perbedaan b.j antar sel lebih dari 0,040	Lakukan pengisian penuh, periksa b.j, bila perbedaan masih lebih dari 0,040 ganti baterai

- d. Pemeriksaan pipa/slang ventilasi baterai. Perhatikan kerusakan pipa/slang ventilasi dari kebocoran, tersumbat maupun kesalahan letak/jalur pemasangannya.
- e. Pemeriksaan rectifier regulator (rectifier) dengan cara mengukur tahanan/kontinuitas antar terminal menggunakan Ohm meter

1) *Silicon Rectifier*

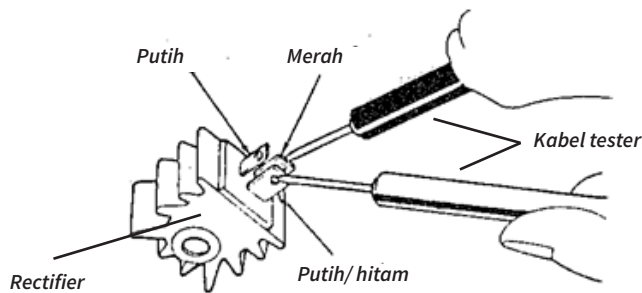
- Hubungan/kontinuitas berlangsung satu arah saja, dari kaki Anoda ke Katoda.
- Apabila polaritas Ohm meter dibalik, jarum tidak boleh bergerak (kontinuitas tak terhingga)



Sumber: [http://staffnew.uny.ac.id \(15/06/2019\)](http://staffnew.uny.ac.id (15/06/2019))

Gambar 3.16 Pemeriksaan tahanan silicon rectifier

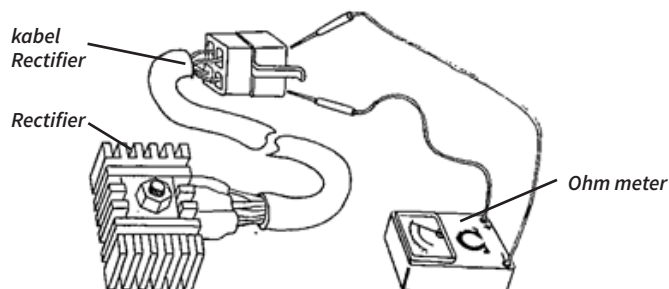
2) *Silicon Regulator Rectifier*



Sumber: [http://staffnew.uny.ac.id \(15/06/2019\)](http://staffnew.uny.ac.id (15/06/2019))

Gambar 3.17 Pemeriksaan tahanan silicon regulator rectifier

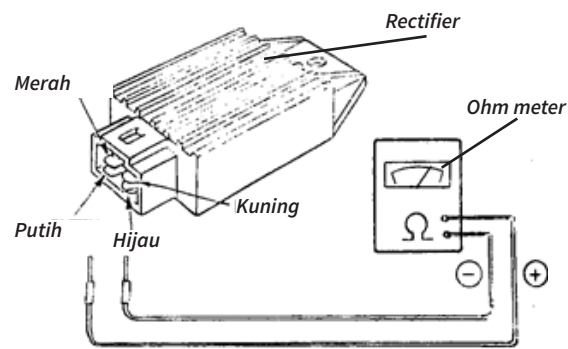
3) *Silicon Regulator Rectifier*



Sumber: [http://staffnew.uny.ac.id \(15/06/2019\)](http://staffnew.uny.ac.id (15/06/2019))

Gambar 3.18 Pemeriksaan tahanan selenium ectifier

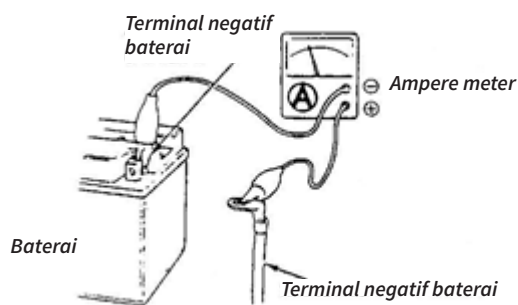
4) Rectifier 4 Terminal



Sumber: [http://staffnew.uny.ac.id \(15/06/2019\)](http://staffnew.uny.ac.id (15/06/2019))

Gambar 3.19 Pemeriksaan tahanan rectifier 4 terminal

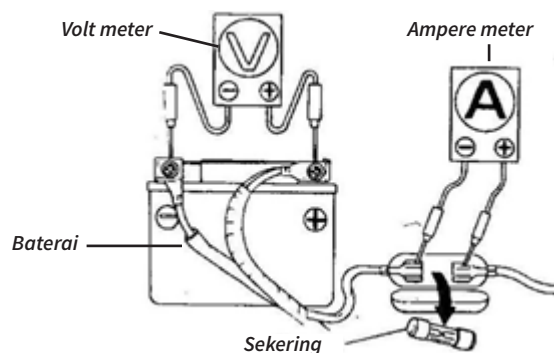
- f. Pemeriksaan kebocoran arus listrik. Kunci kontak posisi OFF, kemudian pasang ampere meter seperti pada gambar. Kebocoran arus yang diizinkan maksimal 1 mA.



Sumber: [http://staffnew.uny.ac.id \(15/06/2019\)](http://staffnew.uny.ac.id (15/06/2019))

Gambar 3.20 Pemeriksaan kebocoran arus listrik pada baterai

- g. Pemeriksaan tegangan pengisian yang diatur. Motor dalam kondisi hidup, dan baterai dalam kondisi terisi penuh. Pasangkan Volt meter dan ampere meter, kemudian lakukan pengukuran. Tegangan pengisian yang diatur: 14,0 – 16,0 V pada 5000 rpm, (Arus: 0,5 A – 5 A).



Sumber: [http://staffnew.uny.ac.id \(15/06/2019\)](http://staffnew.uny.ac.id (15/06/2019))

Gambar 3.21 Pemeriksaan tegangan pengisian pada baterai

Rangkuman dan Evaluasi Materi Bab III

A. Rangkuman

1. Fungsi Sistem Pengisian fungsi sistem pengisian pada sepeda motor adalah untuk menjamin baterai agar selalu penuh meskipun arus listrik digunakan ketika sepeda motor dikendarai dan baterai dapat digunakan kembali untuk men-start mesin ketika diperlukan.
2. Komponen Sistem Pengisian sistem pengisian pada dasarnya terdiri atas komponen-komponen sebagai berikut.
 - a. Alternator pembangkitan daya listrik pada sepeda motor adalah pembangkit listrik AC 1 fasa dan 3 fasa atau disebut alternator
 - b. Prinsip Pembangkit Tegangan prinsip pembangkitan tegangan pada seutas kawat yang dibuat dari bahan tembaga berisolasi dan disekitarnya diberikan medan magnet yang selalu berubah polaritas (kutub Utara dan Selatan)
 - c. Regulator atau biasa disebut kiprok jika pada sistem pengisian sepeda motor yang di dalamnya juga berisi rectifier, merupakan serangkaian komponen elektronik, fungsi utama rectifier adalah sebagai penyearah arus bolak-balik yang dihasilkan alternator menjadi arus searah
 - d. Baterai merupakan penyimpan tenaga listrik yang dihasilkan oleh sistem pengisian, energi listrik diubah ke dalam bentuk energi kimia. Baterai juga berfungsi sebagai penyedia tenaga listrik sementara (dalam bentuk tegangan DC) yang diperlukan oleh sistem-sistem kelistrikan sepeda motor, dengan didukung oleh sistem pengisian
3. Pemeriksaan Alternator
 - a. Pemeriksaan tahanan kumparan pembangkit/stator.
 - b. Pemeriksaan magnet/rotor secara visual (keretakan, kotoran, kondisi pasak/spie pada poros engkol).
 - c. Pemeriksaan dan perawatan baterai mulai jumlah cairan baterai (baterai tipe basah). Permukaan cairan baterai harus berada di antara batas atas dan batas bawah. Memeriksa berat jenis cairan baterai. Berat jenis cairan baterai ideal adalah 1,260. Apabila kurang maka baterai perlu distrum (*charged*),
4. Pemeriksaan tahanan kumparan pembangkit/stator.
5. Pemeriksaan magnet/rotor secara visual (keretakan, kotoran, kondisi pasak/spie pada poros engkol).
6. Pemeriksaan dan perawatan baterai, sebagai berikut.
 - a. Memeriksa jumlah cairan baterai (baterai tipe basah).
 - b. Memeriksa berat jenis cairan baterai
 - c. Pemeriksaan pipa/slang ventilasi baterai.
 - d. Pemeriksaan rectifier regulator (rectifier)
 - 1) Selenium rectifier
 - 2) Rectifier 4 terminal
 - 3) Pemeriksaan kebocoran arus listrik
 - e. Pemeriksaan kebocoran arus listrik
 - f. Pemeriksaan tegangan pengisian

B. Soal Evaluasi

Jawablah pertanyaan-pertanyaan dibawah ini dengan singkat dan jelas!

1. Jelaskan fungsi dari system pengisian pada sepeda motor!
2. Sebutkan tiga komponen utama system pengisian!
3. Jelaskan prinsip kerja alternator!
4. Jelaskan jenis-jenis alternator yang anda ketahui!
5. Jelaskan fungsi dari rectifier regulator!
6. Sebutkan jenis rectifier yang digunakan pada sistem pengisian sepeda motor!
7. Jelaskan cara kerja system pengisian untuk jenis “satu phase setengah gelombang”!
8. Sebutkan prosedur pemeriksaan alternator yang dilakukan pada system pengisian sepeda motor!
9. Sebutkan pemeriksaan kebocoran arus listrik pada baterai!
10. Jelaskan Pemeriksaan tegangan pengisian pada baterai!



BAB 4

SISTEM PENGAPIAN PADA SEPEDA MOTOR

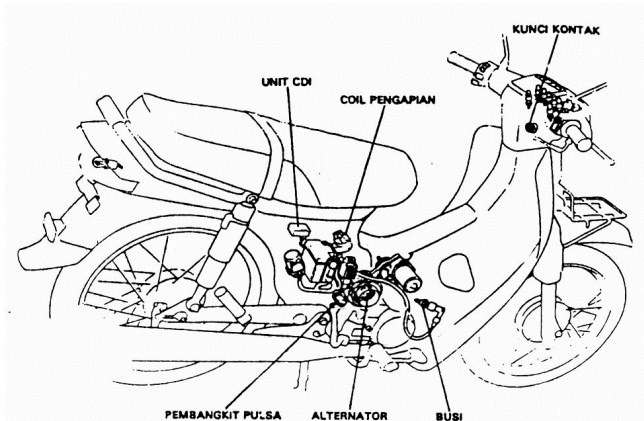
A. Sistem Pengapian

Ada tiga persyaratan yang harus dipenuhi agar suatu pembakaran dapat terjadi yakni adanya bahan bakar, udara, dan panas. Pada mesin dengan menggunakan bahan bakar bensin maka panas yang dimaksud adalah letikan bunga api yang akan memicu terjadinya proses pembakaran di dalam mesin bensin. Letikan bunga api pada elektroda busi ini terjadi akibat adanya loncatan tegangan tinggi dari elektroda busi ke massa. Untuk memunculkan letikan bunga api pada elektroda busi ini maka perlu dibuat suatu sistem yang disebut dengan sistem pengapian (*Ignition System*).

Jadi sistem pengapian ini adalah suatu sistem yang terdiri atas beberapa komponen yang memiliki fungsi berbeda-beda yang dirangkai sedemikian rupa sehingga menjadi memiliki satu fungsi, yakni menghasilkan letikan bunga api pada elektroda busi sebagai upaya membantu menyempurnakan proses kerja pembakaran sehingga mesin mampu menghasilkan tenaga (performa). Untuk lebih memahami tentang sistem pengapian khususnya pada sepeda motor, pada bab ini akan diuraikan penjelasan tentang sistem pengapian baik model konvensional maupun model elektronik.

1. Fungsi dan Prinsip Kerja Sistem Pengapian

Sepeda motor yang berbahan bakar bensin sudah tentu membutuhkan proses pembakaran yang dibantu oleh letikan bunga api pada elektroda busi. Untuk memulai terjadinya proses pembakaran campuran udara bahan bakar (bensin) pada mesin sangat diperlukan sistem pengapian oleh karena campuran tersebut tidak dapat terbakar dengan sendirinya seperti halnya motor diesel. Sistem pengapian pada proses kerja mesin dibutuhkan agar terjadi pembakaran sempurna sehingga mampu menghasilkan tenaga yang baik.



<http://kursusmekanikuansamotor.blogspot.com>

Gambar 4.1 Sistem pengapian pada sepeda motor

Sistem pengapian pada sepeda motor difungsikan untuk membantu proses kerja pembakaran campuran udara bahan di dalam ruang bakar sebelum akhir langkah kompresi. Prinsip kerja sistem pengapian ini adalah mengubah energi listrik dari sumber arus listrik baterai atau spul pengapian menjadi energi panas (letikan bunga api) pada elektroda busi. Letikan yang terjadi pada elektroda busi terjadi karena adanya induksi elektromagnetik yang terjadi pada kumparan primer dan kumparan sekunder koil pengapian (*ignition coil*) yang dibantu oleh pemutusan kemagnetan kontak poin atau platina (*breaker point/contact point*). Jika sistem pengapian mengalami masalah atau gangguan sudah tentu kinerja mesin juga akan terganggu. Oleh karena itu, sangat penting untuk melakukan perawatan sistem pengapian agar performa mesin sepeda motor selalu terjaga.

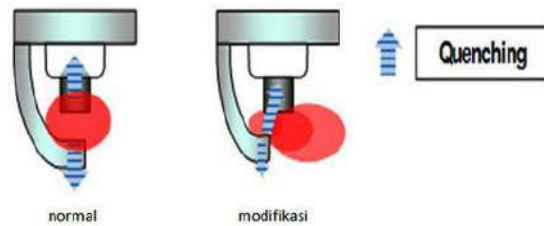
2. Persyaratan Kerja Sistem Pengapian

Agar sistem pengapian dapat bekerja dengan baik untuk menghasilkan performa tenaga mesin yang optimal maka pada sistem pengapian diperlukan beberapa persyaratan kerja, sebagai berikut.

a. Bunga Api yang Kuat

Pembakaran campuran udara dan bahan bakar (gas) dilakukan pada saat terjadinya langkah kompresi dalam ruang bakar dengan tekanan dan temperatur tinggi. Tekanan dan temperatur yang tinggi nyatanya belum mampu untuk menyempurnakan proses pembakaran campuran udara bahan bakar. Agar proses pembakaran tidak menyisakan gas yang tidak terbakar yang pada akhirnya tidak saja menyebabkan tenaga mesin berkurang tapi juga menghasilkan emisi gas buang yang mencemari udara maka bunga api yang kuat pada elektroda busi sangat dibutuhkan.

Untuk menghasilkan loncatan bunga api yang kuat indikator letikan menyala dengan bunga api berwarna biru pada elektroda busi. Dan kondisi ini tidak terlepas dari peran koil pengapian (*ignition coil*) dalam membangkitkan kemagnetan pada kumparan primer (*primary coil*) dan pemutusan kontak poin platina sehingga pada kumparan primer dan kumparan sekunder mampu menghasilkan induksi elektromagnetik (tegangan tinggi) yang dibutuhkan. Induksi elektromagnetik yang dihasilkan oleh kedua kumparan tersebut, yaitu 10-20 KV sehingga mampu untuk meloncatkan tegangan tinggi pada celah busi.



Sumber: <https://www.otosia.com> (7/06/2019)
Gambar 4.2 Wilayah letikan bunga api elektroda busi

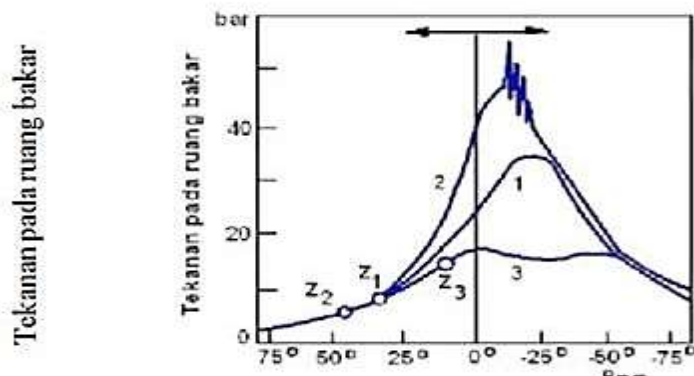


Sumber: <https://zonabikers.com> (7/06/2019)
Gambar 4.3 Bentuk letikan bunga api elektroda busi

b. Saat Pengapian yang Tepat

Saat pengapian atau *timing ignition* adalah saat awal elektroda busi meletikan buang api. Saat pengapian harus tepat agar terjadi pencapaian proses pembakaran yang sempurna. Saat pengapian akan selalu berubah-ubah mengikuti putaran dan beban kerja mesin. Pada putaran mesin rendah waktu yang dibutuhkan untuk membakar campuran udara bahan bakar akan berbeda dengan ketika putaran mesin tinggi. Waktu yang dibutuhkan untuk membakar campuran bahan bakar dan udara ini pada saat beban mesin ringan juga akan berbeda dengan saat beban mesin besar. Durasi waktu terjadinya letikan buang api pada elektroda busi ini sekitar 2 mili *second* (ms) dari mulai awal dipercikan api pada busi sampai terjadi pembakaran seluruhnya (penuh).

Pembakaran harus tepat waktu agar tekanan maksimum pembakaran yang terjadi di dalam silinder mesin dapat terjadi dekat setelah piston melewati TMA (Titik Mati Atas) atau sekitar 10 derajat setelah TMA, sebagaimana diilustrasikan pada Gambar 4.4.



Sumber: www.teknikotomotif.com (7/06/2019)
Gambar 4.4 Grafik sudut pemajuan pengapian dan tekanan hasil pembakaran

Berdasarkan Gambar 4.4, apabila waktu pengapian (timing ignition) sesuai dengan standarnya maka kurva tekanan pengapian yang dihasilkan sesuai dengan kurva nomor 1, dimana tekanan maksimum hasil proses pembakaran terjadi setelah TMA. Sedangkan pada kurva nomor 2 terlihat ketika waktu pengapian terlalu awal maka tekanan pembakaran maksimal terjadi pada saat di TMA atau bahkan sebelum di TMA. Jika hal ini terjadi maka akan berpotensi terjadinya suara ketukan (*knocking*) atau getaran yang lama-kelamaan dapat merusak komponen-komponen mekanis dari mesin.

Sedangkan pada kurva nomor 3 memperlihatkan jika waktu pengapian terlambat maka akan berakibat tekanan maksimal hasil pembakaran menjadi lemah daya mesin juga menjadi rendah karena tekanan pembakaran terjadi setelah piston sudah terlalu turun dari posisi TMA. Saat pengapian yang tepat dapat diidentifikasi atau dapat diketahui dengan berbagai parameter.

Parameter yang terpenting adalah dapat diketahui dari putaran mesin, rancangan, kualitas bahan bakar, dan kondisi-kondisi kerja dari mesin (*start awal, idle* atau stasioner, posisi pembukaan katup). Oleh karena itu, pada sistem pengapian biasanya dilengkapi dengan sistem pemajuan saat pengapian (*advance ignition*) agar nantinya dapat diperoleh tekanan maksimal hasil pembakaran sesuai dengan ketentuannya, yaitu 10 derajat setelah TMA. Saat pengapian tidak normal terjadi pada sistem pengapian, biasanya karena saat pengapian yang terlalu maju atau saat pengapian terlalu mundur.

1) Saat Pengapian yang Terlalu Maju

Saat pengapian yang terlalu maju atau lebih awal, yaitu saat pengapian yang lebih cepat dibandingkan dengan waktu pengapian yang seharusnya terjadi. Akibat dari saat pengapian yang terlalu maju adalah akan menyebabkan terjadinya *knocking* atau detonasi sehingga akan menyebabkan mesin bergetar, daya motor tidak optimal, emisi gas buang tinggi, mesin menjadi panas dan akan menyebabkan kerusakan pada komponen-komponen pada mesin, misalnya piston, batang piston, bantalan, dan lain-lain.

2) Saat Pengapian yang Terlalu Mundur

Saat pengapian yang terlalu mundur, yaitu waktu pengapian yang lebih mundur dari waktu pengapian yang seharusnya (tepat), dan kondisi ini akan menyebabkan daya atau tenaga mesin yang dihasilkan tidak optimal dan pemakaian bahan bakar lebih boros, serta tingginya emisi gas buang.

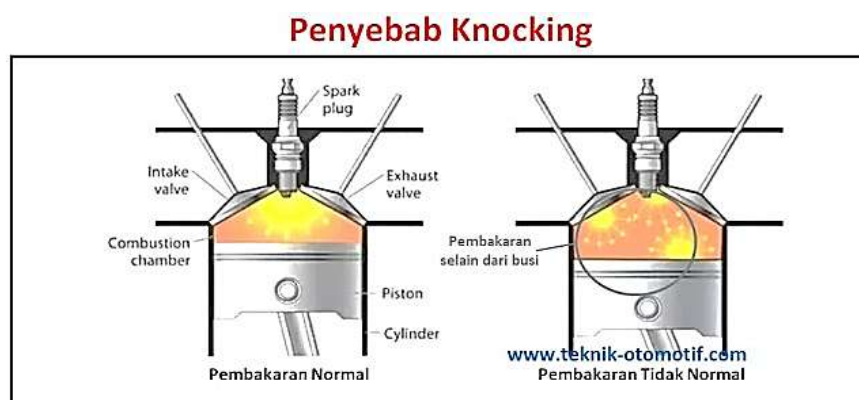
G. Ketahanan Terhadap Panas dan Getaran

Komponen-komponen sistem pengapian harus mempunyai ketahanan terhadap panas dan getaran yang cukup baik sehingga dapat bekerja dengan baik pula pada setiap kondisi kerja mesin. Hal ini disebabkan karena mesin bensin juga merupakan salah satu jenis dari motor bakar yang kerjanya sangat berhubungan dengan panas dan terjadinya getaran proses pembakaran. Untuk mengatasi panas yang terlalu tinggi (*overheating*) dan getaran yang besar, salah satunya adalah dengan menjaga operasional sistem pengapian dengan baik.

d. **Terjadinya Knocking**

Kerja sistem pengapian yang baik akan menghasilkan tenaga yang optimal dan pemakaian bahan bakar yang lebih efisien. *Knocking* atau detonasi merupakan gejala timbulnya suara *ngelitik* disertai dengan getaran yang terjadi pada mesin. Suara mengelitik ini timbul karena pembakaran yang terjadi di dalam mesin tidak normal atau prematur.

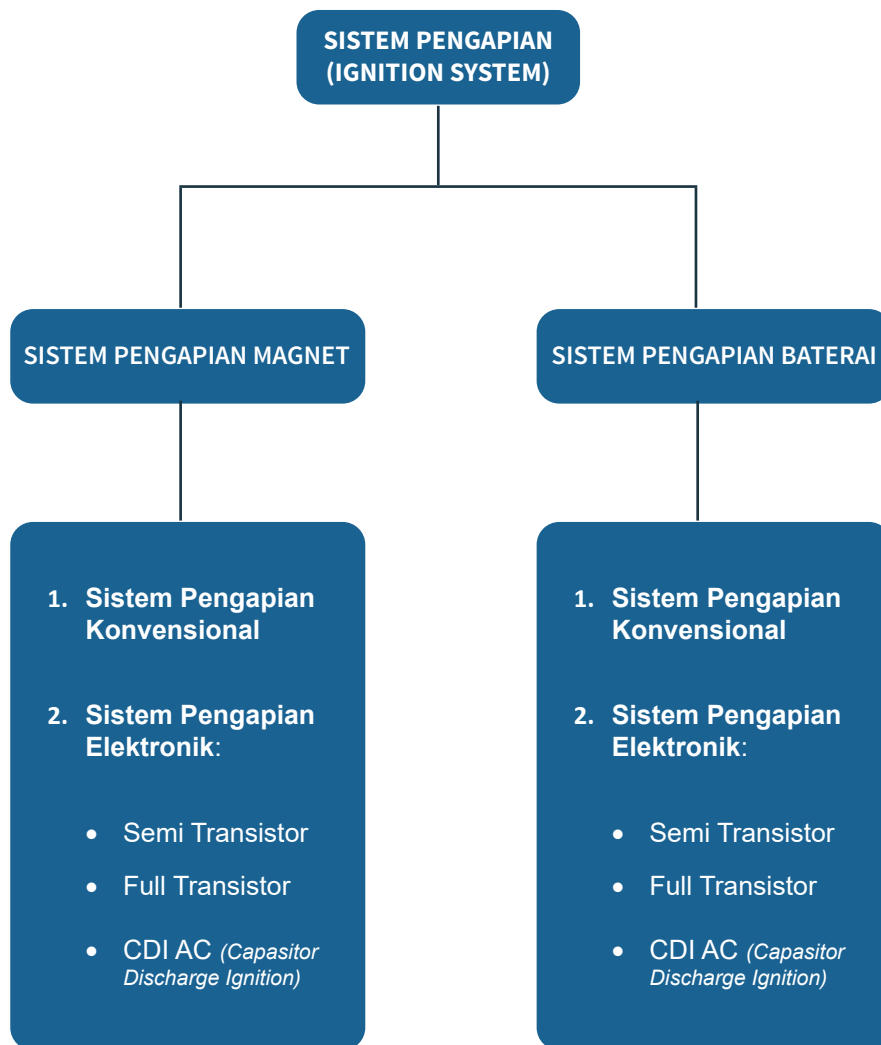
Campuran udara bahan bakar yang masuk ke dalam ruang bakar akan menyala atau terbakar lebih dulu sebelum busi memercikkan bunga api sehingga terjadi *miss firing* yang dapat menyebabkan timbulnya suara ketukan (*knocking*). Hal itu disebut dengan penyalaan mula atau penyalaan sendiri (*pre ignition*). Pembakaran mula yang terjadi ini berlangsung selama mesin beroperasi sehingga akan menimbulkan suara *ngelitik* disertai dengan getaran. Oleh sebab itu, apabila gejala *knocking* dibiarkan maka akan mengakibatkan kerusakan pada mesin. Untuk dapat mencegah terjadinya *knocking* pada mesin maka salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan memperhatikan perawatan berkala sistem pengapian



Gambar 4.5 Penyebab terjadinya knocking

3. Klasifikasi Sistem Pengapian

Sistem pengapian pada sepeda motor menurut penggunaan sumber tegangan listriknya dibedakan menjadi 2 (dua) macam, yaitu sumber arus listrik DC (*Direct Current*) dikenal dengan istilah sistem pengapian baterai dan sumber arus listrik AC (*Alternating Current*) atau sistem pengapian magnet. Sedangkan, berdasarkan penggunaan teknologinya terbagi menjadi 4 (empat) macam, yaitu sistem pengapian konvensional (kontak poin/platina), sistem pengapian semi elektronik atau semi transistor, sistem pengapian *full* elektronik atau *full* transistor, dan sistem pengapian CDI (*Capasitor Discharge Ignition*.) Sebelum dibahas lebih lanjut tentang sistem pengapian konvensional pada sepeda motor akan diuraikan terlebih dahulu klasifikasi dan pengertiannya. Untuk lebih jelasnya pembagian atau klasifikasi sistem pengapian sepeda motor diperlihatkan pada skema klasifikasi sistem pengapian sepeda motor di bawah ini!



(Sumber: Suryanto dan Cep Yudi)

Gambar 4.6 Diagram kalsifikasi sistem pengapian sepeda motor

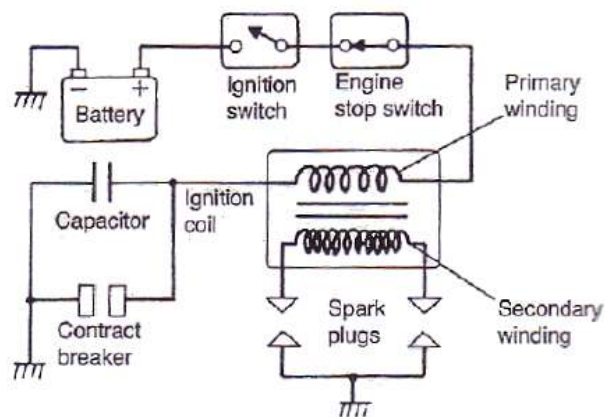
B. Model Sistem Pengapian Sepeda Motor

Sistem pengapian yang digunakan pada sepeda motor memiliki berbagai macam model berdasarkan beberapa kriteria sumber arus listriknya yang terdiri atas sistem pengapian baterai dan sistem pengapian magnet, serta mekanisme pemutusan kemagnetan kumparan primernya jenis konvensional (kontak poin platina) dan elektronik (transistor). Materi di bawah ini akan menjelaskan tentang model sistem pengapian pada sepeda motor.

1. Berdasarkan Sumber Arus Listriknya

Berdasarkan sumber tegangan arus listrik pada sistem pengapian sepeda motor terdapat 2 (dua) macam, yaitu sistem pengapian baterai (arus DC) dan sistem pengapian magnet (arus AC). Yang dimaksud dengan sistem pengapian baterai (arus *Direct Current/DC*) adalah sistem pengapian yang menggunakan arus listrik dari baterai dalam menciptakan kemagnetan pada kumparan primer *ignition coil*. Sedangkan, sistem pengapian magnet (arus *Alternating Current/AC*) adalah sistem pengapian yang menggunakan sumber arus listrik diperoleh dari induksi elektromagnetik yang dihasilkan oleh spul pengapian guna menciptakan kemagnetan pada kumparan primer *ignition coil*.

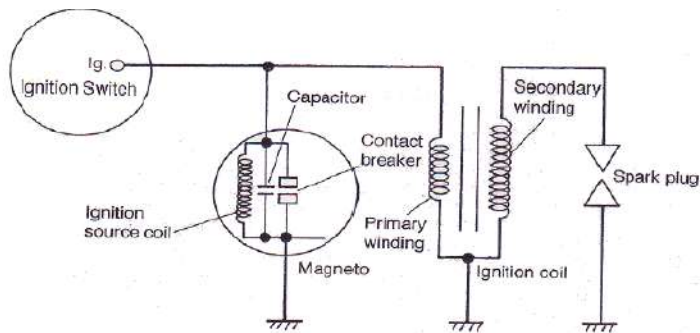
Sistem pengapian baterai umumnya digunakan pada kendaraan mobil, meskipun masih ada yang digunakan pada sepeda motor. Prinsip kerja dari sistem pengapian baterai ini adalah mengubah arus listrik dari baterai (arus DC) sebesar 12 Volt menjadi arus tegangan tinggi sebesar 15-20 KiloVolt melalui terjadinya proses induksi elektromagnetik pada kumparan primer dan kumparan sekunder koil pengapian (*ignition coil*).



<https://icrixis.wordpress.com>

Gambar 4.7 Skema rangkaian sistem pengapian baterai

Untuk sistem pengapian magnet memang jarang digunakan pada kendaraan mobil, umumnya banyak digunakan pada sepeda motor. Prinsip kerja dari sistem pengapian magnet ini adalah mengubah arus listrik dari spul pengapian (*ignition source coil*) sebesar 12 Volt berupa arus listrik AC (diubah oleh kiprok menjadi arus DC) menjadi arus tegangan tinggi sebesar 15-20 KiloVolt melalui terjadinya proses induksi elektromagnetik pada kumparan primer dan kumparan sekunder koil pengapian (*ignition coil*).



<http://servisoto.blogspot.com>

Gambar 4.8 Skema rangkaian sistem pengapian magnet

2. Berdasarkan Pemutusan Kemagnetan Kumbaran Primer

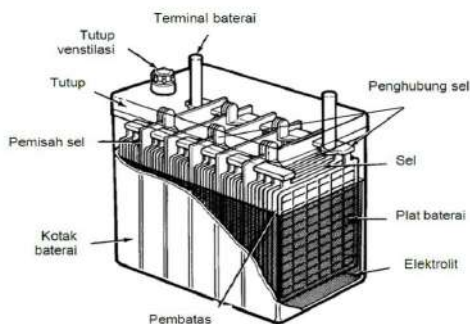
Berdasarkan cara pemutusan kemagnetan kumparan primer *ignition coil* maka sistem pengapian dibedakan menjadi 4 macam, yaitu model konvensional (kontak poin/platina), model semi elektronik (semi transistor), model full elektronik, dan model CDI (CDI-DC dan CDI-AC).

a. Sistem Pengapian Model Konvensional

Sistem pengapian konvensional merupakan sistem pengapian yang paling sederhana, di mana pemutusan kemagnetan yang terjadi pada kumparan primernya dilakukan melalui hubungan kontak poin/platina. Sistem pengapian model konvensional terdapat pada sistem pengapian baterai dan juga sistem pengapian magnet. Rangkaian sistem pengapian konvensional seperti pada Gambar 4.7 dan Gambar 4.8. Komponen utama yang terdapat pada sistem pengapian konvensional ini adalah sebagai berikut.

1) Baterai atau Spul Pengapian

Baterai atau spul pengapian berfungsi sebagai sumber arus listrik untuk membuat kemagnetan pada kumparan primer (*primary coil*). Umumnya baterai yang digunakan pada sepeda motor memiliki kapasitas 12 Volt, 5-10 AH (*Amper hour*). Tipenya ada yang menggunakan baterai jenis basah dan baterai jenis kering atau tipe MF (*maintenace free*).



<https://www.otospeedcar.com>

Gambar 4.9 Bagian-bagian baterai



<https://automotivexist.blogspot.com>

Gambar 4.10 Model baterai basah (A) dan baterai kering (tipe MF)(B)

2) Kunci Kontak (Ignition Switch)

Berfungsi sebagai saklar untuk memutuskan dan menghubungkan arus listrik dari baterai/spul pengapian ke kumparan pengapian (*ignition coil*).



<https://artikel.pricearea.com>

Gambar 4.11 Kunci kontak sepeda motor

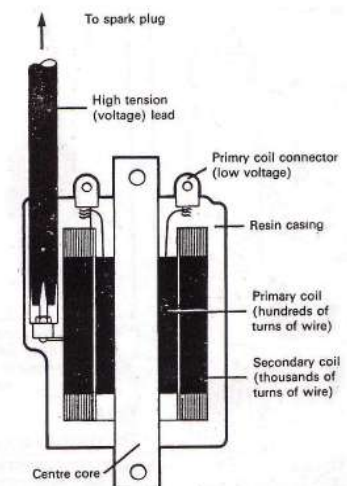
3) Kumparan Pengapian (Ignition Coil)

Kumparan pengapian terdiri dari kumparan primer dan kumparan sekunder. Kumparan primer selain sebagai pembentuk kemagnetan juga membangkitkan induksi tegangan (*self induction*) sebesar 300-400 Volt. Sedangkan, kumparan sekunder hanya membangkitkan induksi tegangan tinggi saja sekitar 15-20 KiloVolt untuk diloncatkan pada elektroda busi melalui kabel tegangan tinggi dan kabel busi.



<https://www.teknikotomotif.co.id>

Gambar 4.12 Ignition coil sepeda motor

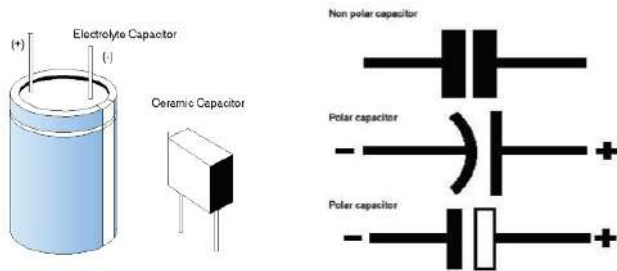


<https://www.siapbelajar.com>

Gambar 4.13 Ignition coil sepeda motor

4) Kapasitor

Berfungsi untuk menyimpan atau menyerap arus listrik sementara yang akan mengalir ke massa dari kumparan primer saat ketika kontak poin/platina terbuka, menyebabkan hilangnya kemagnetan pada kumparan primer dan menjadikan timbulnya induksi elektromagnetik. Kapasitor pada rangkaian sistem pengapian selain sebagai penyimpan arus listrik juga berfungsi sebagai penstabil dan penyaring arus listrik.



<http://totalotomotif.com>

Gambar 4.14 Model kapasitor



<https://hourex150l.wordpress.com>

Gambar 4.15 Letak kapasitor pada sepeda motor

5) Kontak Poin atau Platina (Breaker Poin/Contact Poin)

Berfungsi untuk memutuskan dan menghubungkan arus listrik dari baterai/spul pengapian yang mengalir ke kumparan primer ke massa.



<https://www.gridoto.com>

Gambar 4.16 Kontak poin/platina sistem pengapian sepeda motor

6) Kabel Tegangan Tinggi dan Kabel Busi

Berfungsi sebagai media untuk mengalirkan induksi tegangan tinggi yang dihasilkan oleh kumparan sekunder. Pada sistem pengapian sepeda motor umumnya kabel tegangan tinggi ini sudah merupakan kabel busi.



<https://motomaxone.com>

Gambar 4.17 Kabel busi sekaligus kabel tegangan tinggi

7) Busi

Berfungsi untuk meletikan bunga api melalui adanya loncatan induksi tegangan tinggi dari elektroda busi ke massa.



<https://otonity.com>

Gambar 4.18 Komponen busi

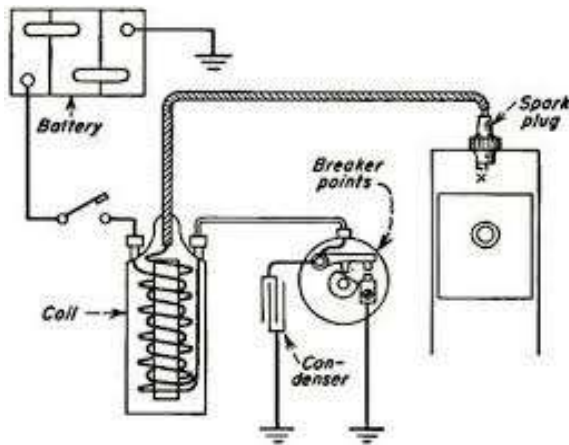
Adapun cara kerja sistem pengapian konvensional model sumber arus listrik dari baterai berdasarkan skema rangkaian kelistrikan pada Gambar 4.19 dapat dijelaskan urutan aliran arus listriknya (*flow current*) sebagai berikut.

- **Kondisi kontak poin/platina menutup**

(+) Baterai → Kunci kontak → kumparan primer → Kontak poin/platina → massa. (Kumparan primer mengalami kemagnetan).

- **Kondisi kontak poin/platina membuka**

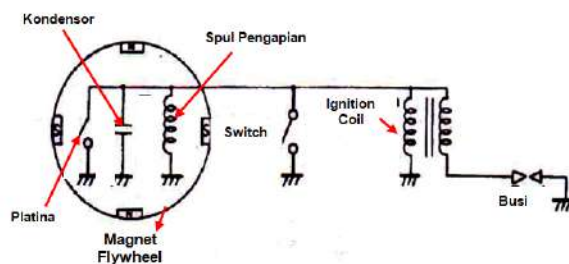
Induksi tegangan kumparan primer (300 – 400 Volt) → induksi tegangan kumparan sekunder (15 – 20KV) → Kabel tegangan tinggi/kabel busi → Elektroda busi → Massa. (Elektroda busi meletikan bunga api).



<http://publication.petra.ac.id>

Gambar 4.19 Skema rangkaian sistem pengapianbaterai model konvensional

Sedangkan cara kerja sistem pengapian magnet model konvensional sumber arus listriknya diperoleh dari induksi tegangan pada spul pengapian. Berdasarkan skema rangkaian sistem pengapian konvensional model magnet (arus AC) pada Gambar 4.20 maka dapat dijelaskan urutan aliran arus listriknya (*flow current*) adalah sebagai berikut.



<http://servisoto.blogspot.com>

Gambar 4.20 Skema rangkaian sistem pengapian magnet model konvensional



<https://www.bukalapak.com>

Gambar 4.21 Bentuk spul pengapian (source coil ignition)

- **Kondisi kontak poin/platina menutup**

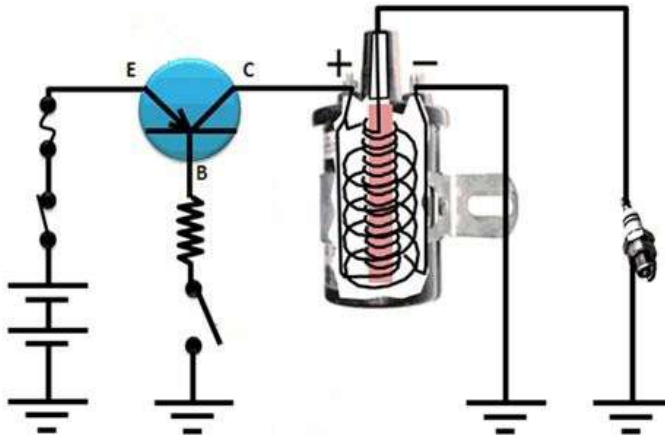
Spul pengapian (*Source coil*) → Kontak poin/platina → Massa. (Kumparan primer tidak mendapatkan arus listrik dari spul pengapian sehingga tidak mengalami kemagnetan). Pada saat platina dalam keadaan menutup, maka arus yang dihasilkan magnet akan mengalir ke massa melalui platina, sedangkan pada koil pengapian tidak ada arus yang mengalir. Saat posisi rotor sedemikian rupa sehingga arus yang dihasilkan *source coil* (spul pengapian) sedang maksimum, platina terbuka oleh cam/nok.

- **Kondisi kontak poin/platina menutup**

Pada kondisi platina terbuka arus yang mengalir dari spul pengapian diserap dan disimpan sementara oleh kapasitor. Kejadian ini menyebabkan arus ke massa lewat platina terputus dan arus mengalir ke kumparan primer koil sehingga mengalami kemagnetan. Dan ketika kontak poin menutup maka kemagnetan pada kumparan primer hilang menimbulkan tegangan induksi sekitar 200V-300V (*self induction*). Karena perbandingan kumparan sekunder lebih banyak dibanding kumparan primer maka pada kumparan sekunder terjadi induksi yang lebih besar sekitar 15 KV-20 KV (*mutual induction*) yang bisa membuat terjadinya percikan bunga api pada elektroda busi untuk membakar campuran bahan bakar dan udara di dalam ruang bakar pada saat sebelum akhir langkah kompresi.

b. Sistem Pengapian Model Semi Elektronik (Semi Transistor)

Sistem pengapian elektronik pada sepeda motor umumnya dibuat untuk mengatasi kelemahan-kelemahan yang terjadi pada sistem pengapian konvensional, baik yang menggunakan baterai maupun magnet. Selain faktor adanya gangguan keausan pada kontak poin/platina pada sistem pengapian konvensional umumnya kesulitan membuat komponen seperti *contact breaker* (platina) dan unit pengatur saat pengapian otomatis yang cukup presisi (teliti) untuk menjamin keunggulan dari kerja mesin. Salah satu jenis dari sistem pengapian elektronik adalah memadukan komponen transistor dengan kontak poin/platina sebagaimana tergambar pada skema Gambar 4.22.



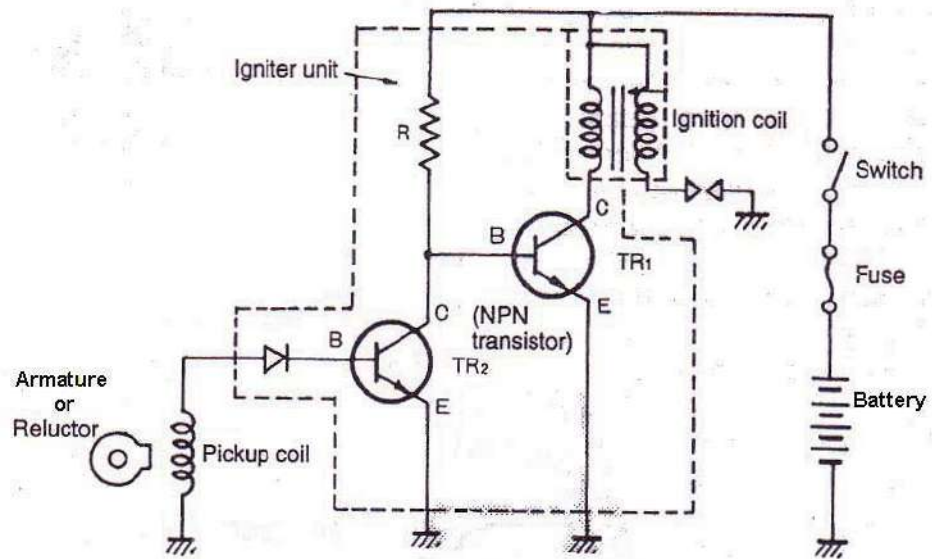
Sumber: <https://topspeedindonesia.blogspot.com> (11/06/2019)

Gambar 4.22 Skema rangkaian sistem pengapian model semi elektronik (transistor)

Cara kerja sistem pengapian semi-transistor atau semi elektronik, yaitu apabila kunci kontak (*ignition switch*) posisi ON dan platina dalam posisi tertutup maka arus listrik mengalir dari terminal E pada transistor ke terminal C, hal ini karena adanya sinyal tegangan listrik ke massa. Selanjutnya melalui terminal C, arus listrik dari baterai mengalir ke kumparan primer lalu ke massa sehingga pada keadaan ini kumparan primer mengalami kemagnetan. Namun, apabila kontak poin/platina terbuka maka sinyal tegangan listrik ke massa terputus sehingga seketika tidak ada arus listrik dari baterai yang mengalir ke kumparan primer karena terminal E dan terminal C pada transistor tidak terhubung. Terputusnya arus listrik ke kumparan primer menyebabkan hilang kemagnetannya dan akan timbul induksi elektromagnetik pada kumparan primer sekaligus kumparan sekunder yang kemudian induksi tegangan tinggi dialirkan ke elektroda busi melalui kabel tegangan tinggi/kabel busi. Dan pada elektroda busi timbul letikan bunga api.

c. Sistem Pengapian Model Full Elektronik (Full Transistor)

Dalam banyak hal sistem pengapian elektronik full transistor sama dengan pengapian elektronik CDI. Di antaranya tidak terdapatnya bagian-bagian yang bergerak (secara mekanik) dan mengandalkan magnet pemicu (*magnetic trigger*) dan sistem *pick up coil* untuk memberikan sinyal ke *control unit* (ECU) guna menghasilkan percikan bunga api pada elektroda busi. Salah satu perbedaan pada sistem pengapian full elektronik ini adalah pada prinsip kerja *field collapse* (menghilangkan/menjatuhkan kemagnetan) berbeda pula dengan sistem pengapian CDI yang menggunakan prinsip *field build-up* (membangkitkan kemagnetan).



<https://totalotomotif.com>

Gambar 4.23 Skema rangkaian sistem pengapian baterai model full elektronik (full transistor)

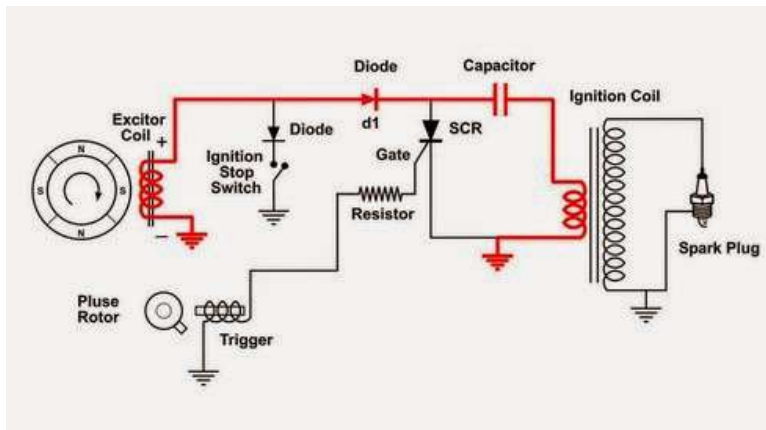
1) Cara Kerja Sistem Pengapian Full Transistor Model Arus Baterai

Secara umum arus yang mengalir dari baterai dihubungkan dan diputuskan dengan transistor yang sinyalnya berasal dari *pick up coil* (koil pemberi sinyal). Akibatnya tegangan tinggi terinduksi dalam koil pengapian (*ignition coil*). Untuk lebih lengkapnya cara kerja sistem pengapian model full transistor sebagai berikut:

Ketika kunci kontak di-ON-kan, arus mengalir menuju terminal E TR1 (transistor 1) melalui sekering, kunci kontak, tahanan (R) pada unit *igniter* yang selanjutnya diteruskan ke massa. Akibatnya, TR1 menjadi ON sehingga arus mengalir ke kumparan primer koil pengapian menuju ke massa melalui terminal C-E pada TR1. Pada saat yang bersamaan, sewaktu mesin berputar (*hidup*) *timing plate* tempat kedudukan reluktor juga ikut berputar. Ketika pengapian telah memberikan sinyal, sebuah arus akan terinduksi dalam *pick up coil* dan arus tersebut akan dialirkan ke terminal B pada TR2 terus ke massa. Akibatnya, TR2 menjadi ON sehingga arus yang mengalir dari baterai saat ini disalurkan ke massa melewati terminal C-E pada TR2. Dengan kejadian ini TR1 akan menjadi OFF sehingga akan memutuskan arus menuju kumparan primer koil pengapian. Selanjutnya akan terjadi tegangan induksi pada kumparan primer dan kumparan sekunder koil pengapian. Karena perbandingan kumparan sekunder lebih banyak dibandingkan dengan kumparan primer maka pada kumparan sekunder terjadi induksi lebih besar yang dapat membuat terjadinya percikan bunga api pada busi untuk pembakaran campuran bahan bakar dan udara.

2) Cara Kerja Sistem Pengapian Full Transistor Model Arus dari Spul Pengapian

Berdasarkan pada Gambar 4.24 yaitu skema rangkaian sistem pengapian *full* elektronik arus spul pengapian (arus AC) maka penjelasannya adalah sebagai berikut.



<http://kabarmotorbaru.blogspot.com>

Gambar 4.24 Skema rangkaian sistem pengapian magnet model full elektronik (full transistor)

Saat *switch ignition* posisi ON dan spul pengapian membangkitkan induksi arus listrik, serta pulser (*trigger*) belum memberikan sinyal tegangan listrik maka arus listrik akan mengalir ke massa. Namun, ketika *trigger* telah memberikan sinyal tegangan listrik melebihi batas tegangan dioda zener maka arus listrik akan dialirkan ke SCR melewati resistor kemudian tersimpan di kapasitor. Saat itu kumparan primer belum mengalami kemagnetan karena belum teraliri arus listrik. Ketika sumber arus listrik tidak memberikan arus listrik dan pulser (*trigger*) juga tidak memberikan sinyal tegangan ke SCR maka seketika arus listrik dari kapasitor mengalir ke kumparan primer sehingga kumparan primer mengalami kemagnetan dan ketika kemagnetannya hilang akibat tidak ada lagi aliran arus listrik, kumparan primer mengalami induksi elektromagnetik (pembangkitan tegangan tinggi) kemudian dialirkan ke busi dan elektroda busi meletikan bunga api.

d. Sistem Pengapian Model CDI (*Capacitor Discharge Ignition*)

Capacitor Discharge Ignition (CDI) merupakan sistem pengapian elektronik yang sangat populer digunakan pada sepeda motor saat ini. Sistem pengapian CDI terbukti lebih menguntungkan dan lebih baik dibandingkan dengan sistem pengapian konvensional (menggunakan platina). Dengan sistem CDI, tegangan pengapian yang dihasilkan lebih besar (sekitar 40 KV) dan stabil sehingga proses pembakaran campuran bensin dan udara bisa berpeluang makin sempurna. Dengan demikian, terjadinya endapan karbon pada busi dapat dihindari. Selain itu, dengan sistem CDI tidak memerlukan penyetelan seperti penyetelan pada platina. Peran platina telah digantikan oleh *thyristor* sebagai saklar elektronik dan *pulser coil* atau *pick-up coil* (koil pulsa generator) yang dipasang dekat *flywheel* generator atau rotor alternator (kadang-kadang pulser koil menyatu sebagai bagian dari komponen dalam piringan stator atau dipasang secara terpisah). Secara umum beberapa kelebihan sistem pengapian CDI dibandingkan dengan sistem pengapian konvensional sebagai berikut.

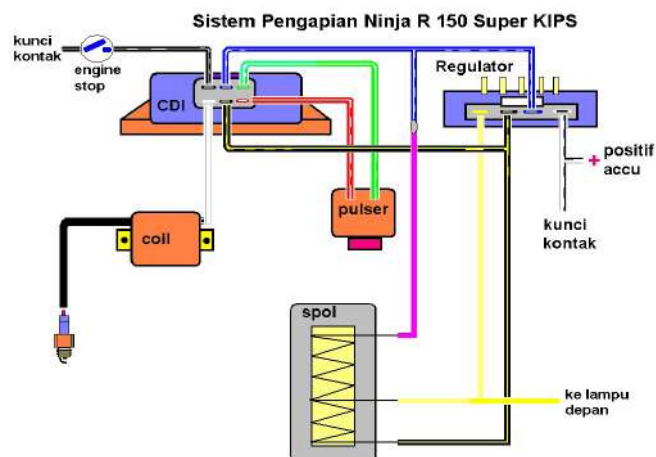
- 1) Tidak memerlukan penyetelan saat pengapian, karena saat pengapian terjadi secara otomatis yang diatur secara elektronik.
- 2) Lebih stabil, karena tidak ada loncatan bunga api seperti yang terjadi pada *breaker point* (platina) sistem pengapian konvensional.

- 3) Mesin mudah di-*start* karena tidak bergantung pada kondisi platina.
- 4) Unit CDI dikemas dalam kotak plastik yang dicetak sehingga tahan terhadap air dan guncangan.
- 5) Pemeliharaan lebih mudah karena kemungkinan aus pada titik kontak platina tidak ada.

Pada umumnya sistem CDI terdiri atas sebuah *thyristor* atau *silicon-controlled rectifier* (SCR), sebuah kapasitor (kondensator), sepasang dioda, dan rangkaian tambahan untuk mengontrol pemajuan saat pengapian. SCR merupakan komponen elektronik yang berfungsi sebagai saklar elektronik. Sedangkan, kapasitor merupakan komponen elektronik yang dapat menyimpan energi listrik dalam jangka waktu tertentu. Dikatakan dalam jangka waktu tertentu karena walaupun kapasitor diisi sejumlah muatan listrik, muatan tersebut akan habis setelah beberapa saat. Dioda merupakan komponen semi konduktor yang memungkinkan arus listrik mengalir pada satu arah (*forward bias*), yaitu dari arah anoda ke katoda dan mencegah arus listrik mengalir pada arah yang berlawanan atau sebaliknya (*reverse bias*). Berdasarkan sumber arusnya, sistem CDI dibedakan atas sistem CDI-AC (arus bolak-balik) dan sistem CDI-DC (arus searah).

1) Sistem Pengapian CDI Arus DC

Sistem pengapian CDI DC menggunakan arus listrik yang bersumber dari baterai. Prinsip dasar skema rangkaian sistem pengapian CDI-DC seperti pada gambar 4.25 di bawah ini adalah salah satu contoh pada sistem pengapian Kawasaki Ninja R 150 Super KIPS.

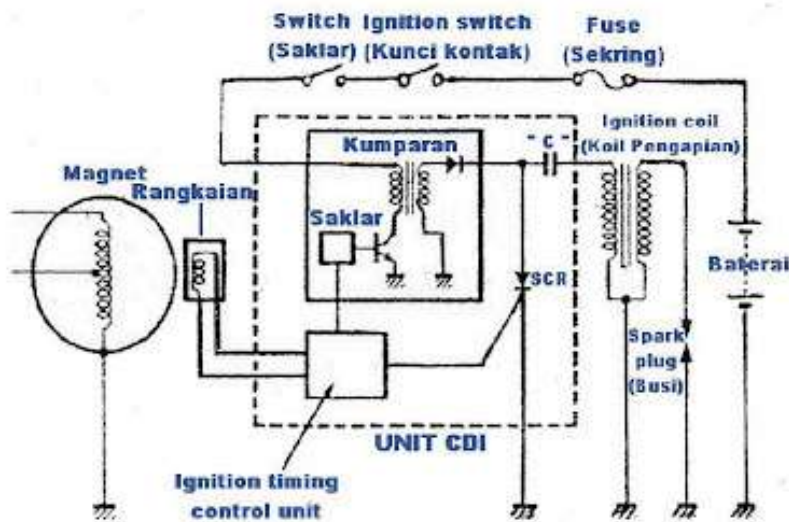


<http://seringcopas.blogspot.com>

Gambar 4.25 Prinsip dasar sistem pengapian CDI DC

Berdasarkan Gambar 4.25 dapat dijelaskan bahwa baterai memberikan suplai tegangan 12 V ke sebuah inverter (bagian dari unit CDI). Kemudian inverter akan menaikkan tegangan menjadi sekitar 350 Volt. Tegangan 350 Volt ini selanjutnya akan mengisi kondensator atau kapasitor. Ketika dibutuhkan percikan bunga api busi, *pick-up coil* akan memberikan sinyal elektronik ke switch (saklar) S untuk menutup. Ketika saklar telah menutup, kondensator akan mengosongkan (*discharge*) muatannya dengan cepat melalui kumparan primer coil pengapian sehingga terjadilah induksi pada kedua kumparan coil pengapian tersebut. Induksi tegangan tinggi yang dari kumparan sekunder untuk kemudian dialirkan ke busi melalui kabel tegangan tinggi pada coil pengapian.

Jalur kelistrikan pada sistem pengapian CDI dengan sumber arus listrik dari baterai (DC) ini mendapatkan suplai arus listrik kali pertamanya diberikan oleh kumparan pengisian akibat putaran magnet yang selanjutnya disearahkan dengan menggunakan kiprok (*Rectifier*) untuk kemudian disuplai ke baterai. Kabel dari baterai positif ini kemudian dihubungkan ke kunci kontak, CDI unit, koil pengapian, dan busi sebagaimana yang terlihat pada skema rangkaian kelistrikan pada gambar 4.26 di bawah ini.



<http://seringcopas.blogspot.com>

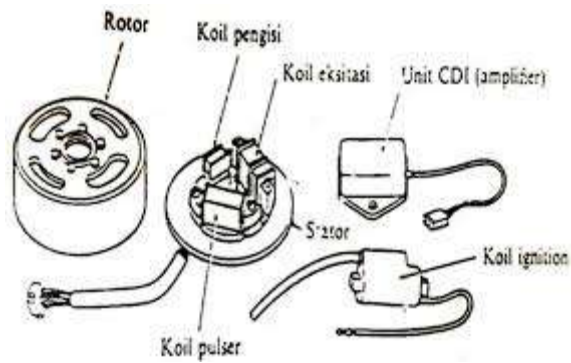
Gambar 4.26 Skema rangkaian sistem pengapian CDI DC

Cara kerja sistem pengapian CDI dengan arus DC yaitu pada saat kunci kontak di ON-kan, arus akan mengalir dari baterai menuju sakelar. Bila sakelar ON maka arus akan mengalir ke kumparan penguat arus dalam CDI yang meningkatkan tegangan dari baterai (12 Volt DC menjadi 220 Volt AC). Selanjutnya, arus disearahkan melalui dioda dan kemudian dialirkan ke kondensor untuk disimpan sementara. Akibat putaran mesin, koil pulsa menghasilkan arus yang kemudian mengaktifkan SCR, sehingga memicu kondensor/kapasitor

Untuk mengalirkan arus ke kumparan primer koil pengapian. Pada saat terjadi pemutusan arus yang mengalir pada kumparan primer koil pengapian, maka timbul tegangan induksi pada kedua kumparan yaitu kumparan primer dan kumparan sekunder dan menghasilkan loncatan bunga api pada busi untuk melakukan pembakaran campuran bahan bakar dan udara.

2) Sistem Pengapian CDI Arus AC

Sistem CDI-AC pada umumnya terdapat pada sistem pengapian elektronik yang suplai tegangannya berasal dari *source coil* (koil pengisi/sumber) dalam flywheel magnet (flywheel generator). Contoh ilustrasi komponen-komponen CDI-AC seperti gambar dibawah ini:



Sumber: <http://totalotomotif.com> (7/06/2019)

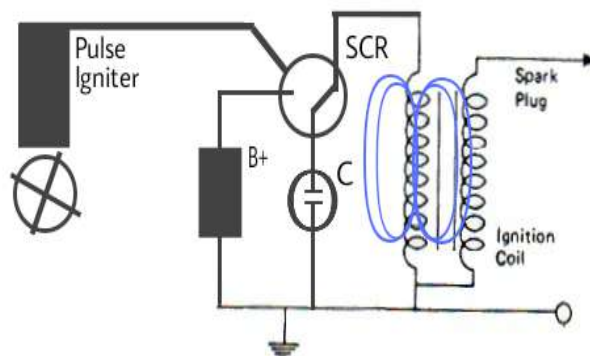
Gambar 4.27 Komponen sistem pengapian CDI AC

Untuk mengetahui cara kerja sistem pengapian CDI AC adalah sebagai berikut:

Kalau untuk CDI AC, karena arus listrik berasal dari spul maka saat kunci kontak ON tidak ada aliran listrik masuk ke CDI unit karena spul tidak akan menghasilkan arus listrik kalau mesin belum hidup. Saat ini (kunci kontak ON), juga belum terjadi induksi pada ignition coil karena kumparan pada ignition coil belum terhubung dengan arus utama.

Saat mesin mulai berputar, maka pick up coil akan mengirimkan sinyal PWM dengan frekuensi sesuai RPM mesin. Sehingga terdapat pulse dengan frekuensi tertentu yang dikirimkan ke SCR. Saat kapasitor terhubung dengan ignition coil, tegangan didalam kapasitor langsung mengalir dengan cepat menuju kumparan primer pada *ignition coil*. Sehingga akan timbul kemagnetan pada kumparan primer secara tiba-tiba. Karena tegangan dari kapasitor mencapai 300 Volt, maka kemagnetan yang dihasilkan juga lebih besar.

Kemagnetan itu akan menginduksi kumparan sekunder sehingga akan menghasilkan output tegangan hingga 7 kali lebih besar. Output dari kumparan sekunder selanjutnya dikirimkan ke busi untuk menimbulkan percikan. Saat SCR tidak mendapatkan triger, maka arus baterai kembali terhubung untuk mengisi kapasitor. Dan proses ini berlangsung sangat cepat. Karena triger yang dikirimkan *pulse igniter* hanya berlangsung dalam satuan mili second. Untuk keperluan pemajuan pengapian, diatur oleh rotor pada *pulse igniter*. Rotor akan menyesuaikan putaran berdasarkan RPM dan beban mesin sehingga triger dari *pulse igniter* bersifat siap pakai. Penjelasan ini sebagaimana yang digambarkan pada skema rangkaian gambar 4.28 di bawah ini.

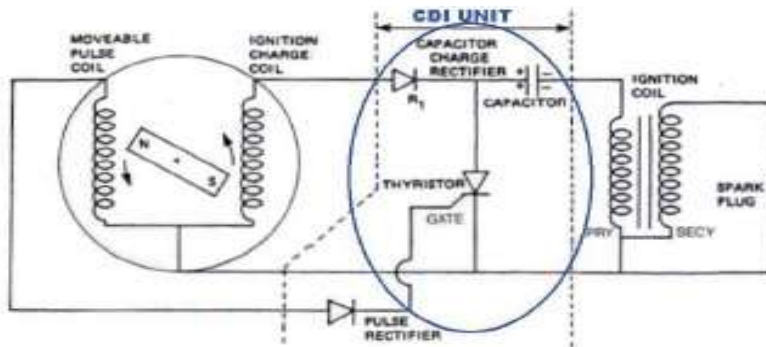


<https://www.autoexpose.org> (16/07/2019)

Gambar 4.28 Skema rangkaian cara kerja sistem pengapian CDI-AC (model 1)

Sedangkan pada skema kelistrikan sistem pengapian CDI-AC yang lain sebagaimana tampak di gambar 4.29, dijelaskan cara kerjanya sebagai berikut:

Sebelum SCR (*thyristor*) bekerja, kapasitor tidak akan melepas arus listrik yang disimpannya untuk dialirkan ke kumparan primer. Sehingga pada kondisi ini kumparan primer tidak mengalami kemagnetan. SCR akan bekerja apabila pulsa coil memberikan sinyal arus listrik ke gerbang (*gate*). Dan pulsa coil akan menghasilkan sinyal arus listrik apabila terpotong oleh putaran rotor generator.



Sumber: <http://totalotomotif.com> (7/06/2019)

Gambar 4.29 Diagram rangkaian dasar sistem pengapian CDI-AC (model 2)

Dengan adanya sinyal arus listrik dari pulsa coil ke *gate*, kemudian SCR akan aktif (ON) dan menyalurkan arus listrik ke dioda pada gerbang (*gate*). Dengan berfungsinya SCR tersebut menyebabkan kapasitor melepaskan arus (*discharge*) dengan cepat untuk dialirkan ke massa sehingga kumparan primer mengalami kemagnetan. Namun ketika SCR tidak aktif (OFF) karena tidak adanya sinyal arus listrik dari pulsa coil menyebabkan hubungan arus listrik dari kondensator tidak dimassakan menyebabkan kemagnetan pada kumparan primer seketika hilang. Hilangnya kemagnetan pada kumparan primer ini akan menimbulkan terjadinya induksi elektromagnetik (pembangkitan tegangan listrik) sebesar 100 sampai 400 Volt pada kumparan primer sebagai induksi diri (*self inducton*). Induksi elektromagnetik pada kumparan primer ini akan diinduksikan lagi oleh kumparan sekunder tegangan listrik sebesar 10 – 20 Kilo Volt., untuk kemudian dialirkan ke elektroda busi guna menghasilkan letikan/percikan bunga api untuk membantu terjadinya kesempurnaan proses pembakaran dan menghasilkan tenaga.

Pada sistem pengapian CDI ini tidak memerlukan penyetelan waktu pengapian seperti pada sistem pengapian konvensional. Pemajuan saat pengapian terjadi secara otomatis, yaitu saat pengapian dimajukan bersama dengan bertambahnya tegangan koil pulsa akibat kecepatan putaran motor. Selain itu SCR pada sistem pengapian CDI bekerja lebih cepat dari *contact breaker* (platina) dan kapasitor melakukan pengosongan arus (*discharge*) sangat cepat sehingga kumparan sekunder koil pengapian tereduksi dengan cepat dan menghasilkan tegangan yang cukup tinggi untuk memercikan bunga api pada busi.

e. **Komponen Sistem Pengapian Model CDI (Capasitor Discharge Ignition)**

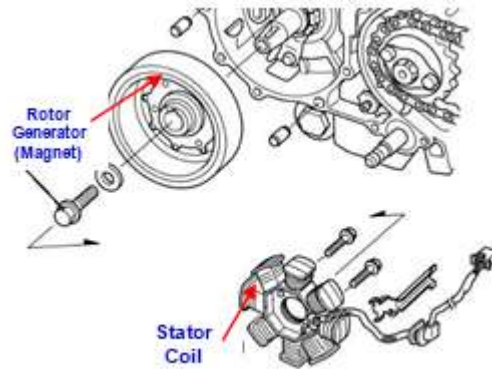
Meski memiliki perbedaan prinsip kerja, sistem pengapian model CDI masih menggunakan beberapa komponen yang sama seperti pengapian biasa sebagai berikut.

1) *Sumber Tegangan Listrik*

Berfungsi sebagai penyedia tegangan listrik yang diperlukan oleh sistem pengapian. Sumber tegangan pada sistem pengapian dibedakan menjadi dua menurut jenis tegangan yang digunakan.

a) Sumber Tegangan Arus Alternating Current (AC)

Berupa alternator (kumparan pembangkit magnet) berfungsi untuk mengubah energi mekanis yang didapatkan dari putaran mesin menjadi tenaga listrik arus bolak-balik (AC).



Sumber: <https://www.teknik-otomotif.com> (7/06/2019)

Gambar 4.32 Bagian alternator

b) Sumber Tegangan Direct Current (DC)

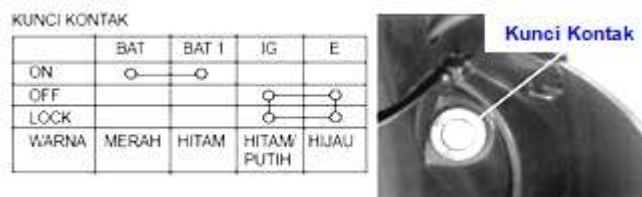
Berupa baterai yang didukung oleh sistem pengisian (Kumparan pengisian, magnet dan rectifier atau regulator), berfungsi sebagai penyedia tegangan arus DC yang diperlukan oleh sistem pengisian.

2) Kunci Kontak

Berfungsi sebagai saklar utama untuk penghubung dan pemutus (ON-OFF) rangkaian pengapian (dan rangkaian kelistrikan lainnya) pada sepeda motor. Menurut fungsi dan cara kerjanya, kunci kontak dibedakan menjadi dua.

a) Kunci Kontak untuk Pengapian AC (Pengendali Massa)

Pada posisi OFF dan LOCK, kunci kontak membelokkan tegangan dari sumber tegangan (alternator) yang dibutuhkan oleh sistem pengapian ke massa melalui terminal IG dan E kunci kontak sehingga sistem pengapian tidak dapat bekerja. Di sisi lain, pada posisi OFF dan LOCK kunci kontak juga memutuskan hubungan tegangan (+) baterai (terminal BAT dan BAT1) sehingga seluruh sistem kelistrikan tidak dapat dioperasikan. Pada posisi ON, kunci kontak memutuskan hubungan terminal IG dan E sehingga tegangan yang dihasilkan oleh alternator diteruskan ke sistem pengapian. Sistem pengapian dapat dioperasikan, disamping itu hubungan terminal BAT dan BAT1 terhubung sehingga seluruh sistem kelistrikan dapat dioperasikan.

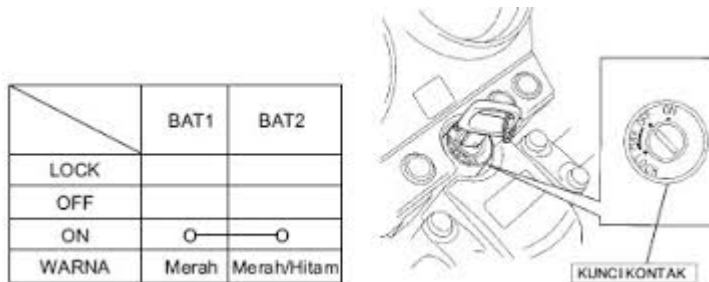


<http://staffnew.uny.ac.id>

Gambar 4.33 Kunci kontak sistem pengapian arus AC

b) Kunci Kontak untuk Pengapian DC (Pengendali Positif)

Pada posisi ON, kunci kontak menghubungkan tegangan (+) baterai ke seluruh sistem kelistrikan (termasuk sistem pengapian) untuk mengoperasikan seluruh sistem kelistrikan yang ada. Pada posisi OFF dan LOCK, kunci kontak memutuskan hubungan kelistrikan dari sumber tegangan (terminal (+) baterai) yang dibutuhkan oleh seluruh sistem kelistrikan sehingga seluruh sistem kelistrikan tidak dapat dioperasikan.



<http://staffnew.uny.ac.id>

Gambar 4.34 Kunci kontak sistem pengapian arus AC

3) CDI Unit

Di dalam komponen unit CDI terdapat beberapa komponen yang saling terintegrasi seperti dioda, resistor, *thyristor*, dan kapasitor. Komponen kapasitor menjadi komponen utama dalam sistem ini. Kapasitor adalah komponen elektronika yang mampu menyimpan arus dalam voltase besar dan dapat disalurkan ke komponen elektrika. Fungsi ini layaknya baterai namun dalam bentuk lebih kecil. Di dalam unit CDI juga terdapat komponen SCR yang berfungsi mengatur aliran arus kapasitor sesuai pulse yang dikirimkan oleh pulse igniter.

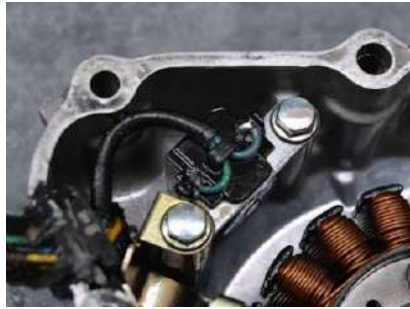


<http://totalotomotif.com>

Gambar 4.35 Unit CDI

4) Pulse Igniter/Pick Up Coil

Pulse igniter adalah komponen yang akan mengirimkan *trigger* berupa sinyal PWM yang mengindikasikan timing pengapian. Sinyal dari pulse igniter akan digunakan untuk menentukan kapan waktu *discharge* dari kapasitor di dalam unit CDI. Pulse igniter bekerja dengan prinsip perpotongan garis gaya magnet melalui magnet permanen dan rotor bergerigi. Saat gerigi pada rotor itu memotong garis gaya magnet maka akan timbul pulse dengan frekuensi sesuai dengan kecepatan rotor.

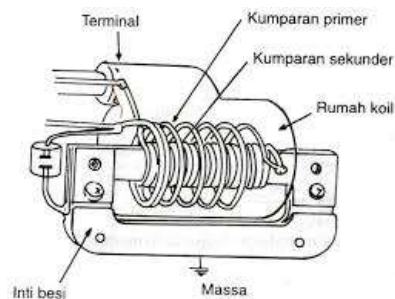


<https://www.autoexpose.org>

Gambar 4.36 Unit pulse igniter

5) Koil Pengapian (Ignition Coil)

Ignition coil berfungsi untuk mengubah tegangan listrik dari 12 Volt menjadi 20 KV atau lebih agar terjadi percikan api pada busi. Ignition Coil bekerja seperti trafo step-up yang menggunakan prinsip induksi elektromagnetik.



<http://repository.umy.ac.id>

Gambar 4.37 Unit ignition coil

Dalam kumparan pengapian terdapat kumparan primer dan kumparan sekunder yang dililitkan pada tumpukan-tumpukan plat besi tipis. Diameter kawat pada kumparan primer 0,6 – 0,9 mm, dengan jumlah lilitan 200 – 400 kali, sedangkan diameter kawat pada kumparan sekunder 0,05 – 0,08 mm dengan jumlah lilitan sebanyak 2000 – 15.000 kali. Karena perbedaan jumlah gulungan pada kumparan primer dan sekunder tersebut, dengan cara mengalirkan arus listrik secara terputus-putus pada kumparan primer (sehingga pada kumparan primer timbul/hilang kemagnetan secara tiba-tiba), maka kumparan sekunder akan terinduksi sehingga timbul induksi tegangan tinggi 10 – 20 Kilo Volt.

6) Busi

Fungsi busi adalah untuk memercikan bunga api. Busi dapat memercikan bunga api karena ada celah antara elektroda dan masa. Celah itu kurang dari 1 mm sehingga saat elektroda busi dialiri listrik dengan tegangan mencapai 20 KV otomatis akan timbul percikan. Percikan tersebut dikarenakan arus pada elektroda akan selalu mendekati massa.



<https://www.autoexpose.org> (16/07/2019)

Gambar 4.38 Skema rangkaian cara kerja sistem pengapian CDI-AC (model 1)

C. Perawatan dan Perbaikan Sistem Pengapian Sepeda Motor

Sebelum melaksanakan pekerjaan perawatan dan perbaikan sistem pengapian sepeda motor perlu dilakukan persiapan pekerjaan seperti persiapan alat kerja dan bahan praktik, melaksanakan prosedur keselamatan kerja, dan melaksanakan prosedur pemeriksaan sistem pengapian.

1. Persiapan Alat Kerja dan Bahan Praktik

Beberapa peralatan kerja dan bahan praktik yang perlu dipersiapkan, yaitu

a) Bahan Praktik

- 1 unit sepeda motor (pengapian konvensional)
- 1 unit sepeda motor (pengapian elektronik)

b) Alat Kerja

- Tool set (kunci ring/pas, kunci shock, kunci T, obeng (+) dan obeng (-), tang, dan sebagainya);
- Peralatan SST (*Specialist Service Tools*);
- AVO meter/multitester;
- *Test lamp*;
- Kabel jamper;
- Hidrometer;
- *Baterai charger*;
- *Feeler gauge*;
- Amplas;
- Kain percak/kain lap;
- Bak wadah komponen;
- *Carburator cleaner*, dan lain-lain.

2. Melaksanakan Prosedur Keselamatan Kerja

Dalam melaksanakan keselamatan kerja harus sesuai dengan prosedur sebagai berikut.

- a) Selalu gunakan buku pedoman *service manual* dari sepeda motor yang akan diperbaiki.
- b) Gunakan peralatan kerja sesuai fungsi dan kebutuhannya.
- c) Utamakan keselamatan kerja dan keamanan kerja terhadap diri sendiri dan lingkungan sekitar area kerja.

3. Melaksanakan Prosedur Pemeriksaan Sistem Pengapian

Sistem pengapian yang bekerja dengan baik akan menghasilkan tenaga pembakaran yang baik pula. Indikator bahwa sistem pengapian bekerja dengan ditandai dengan letikan bunga api yang kuat pada elektroda busi dan tepat saat penyalaannya sehingga terjadi proses pembakaran sempurna. Untuk mengetahui bahwa sistem pengapian bekerja dengan baik maka perlu dilakukan beberapa langkah pemeriksaan sebagai berikut:

a. Pemeriksaan Spul Pengisian Alternator (Kumparan Pembangkit/ Stator Coil dan Magnet Rotor)

Spul (kumparan) pengisian alternator/generator berfungsi untuk memberikan suplai arus listrik ke baterai, agar baterai terpenuhi kapasitas arus listriknya yang akan digunakan untuk kebutuhan sistem kelistrikan di sepeda motor, salah satunya untuk memberikan kebutuhan arus listrik pada kumparan primer *ignition coil* (sistem pengapian baterai). Untuk mengetahui kumparan pengisian bekerja dengan baik, maka pemeriksaan yang dilakukan antara lain:

1) Pemeriksaan Tahanan Kumparan Pembangkit (Stator Coil)

Pemeriksaan dapat dilakukan dalam keadaan stator tetap terpasang. Pemeriksaan dilakukan melalui konektor terminal alternator (atau dapat pula pada konektor rectifier/regulator) dengan menggunakan Ohm meter.

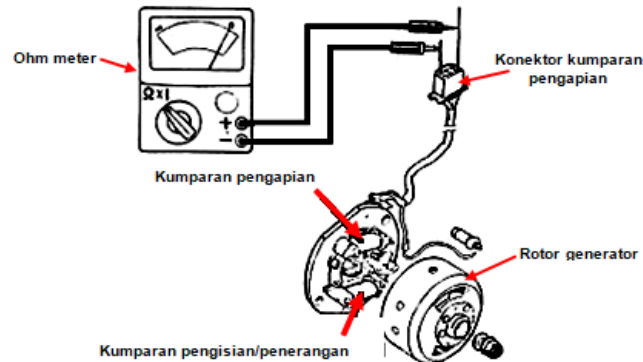


Sumber: <https://www.slideshare.net> (15/07/2019)

Gambar 4.39 Posisi kabel/konektor stator coil alternator

2) Pemeriksaan Tahapan Kumparan Stator Alternator

Lakukan pemeriksaan tahanan atau kontinuitas kumparan stator alternator menggunakan AVO meter/multitester. Untuk lebih jelas perhatikan Gambar 4.40.

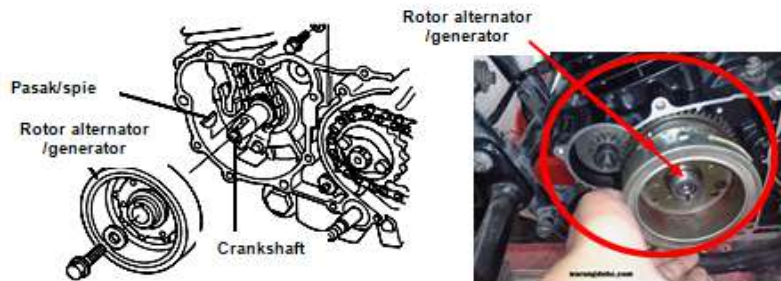


<http://staffnew.uny.ac.id>

Gambar 4.40 Pemeriksaan kumparan stator alternator

3) Pemeriksaan Kondisi Fisik Magnet

Pemeriksaan kondisi fisik magnet atau rotor secara visual (keretakan, kotoran, kondisi pasak/spie pada poros engkol). perhatikan Gambar 4.41.



Sumber: <http://staffnew.uny.ac.id> (7/06/2019); sumber: <https://warungdohc.com> (7/06/2019)

Gambar 4.41 Pemeriksaan kondisi fisik magnet atau rotor

b. Pemeriksaan Baterai

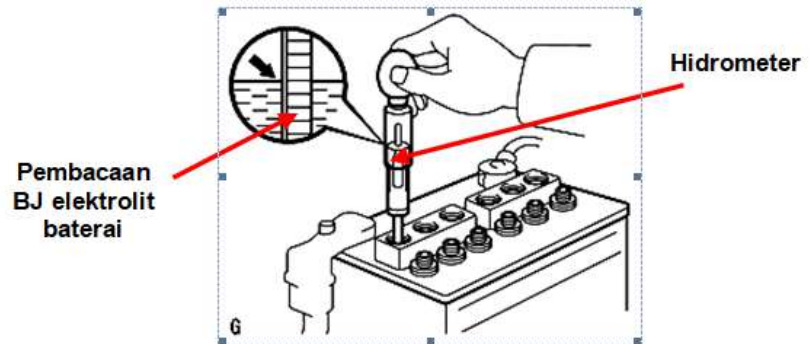
Beberapa prosedur yang perlu dilakukan dalam pekerjaan pemeriksaan baterai adalah sebagai berikut.

1) Memeriksa Jumlah Elektrolit Baterai

Untuk jenis baterai basah yang memerlukan penambahan air baterai (bukan jenis baterai kering), maka perlu dilakukan pemeriksaan jumlah elektrolit baterai/jumlah air baterai dengan melihat permukaan elektrolit baterai. Jumlah elektrolit baterai yang baik, posisi permukaan elektrolit baterai harus berada di antara batas atas (upper) dan batas bawah (lower). Apabila elektrolit baterai berkurang, tambahkan air suling (air mumi) sampai batas yang diperbolehkan/ditetapkan.

2) Memeriksa Berat Jenis Elektrolit Baterai

Berat jenis elektrolit baterai ideal adalah 1,260 pada suhu 20°C. Apabila kurang maka baterai perlu dilakukan pengisian (*charged*), sedangkan apabila berat jenis elektrolit baterai berlebihan maka tambahkan air suling sampai dengan mencapai berat jenis ideal.



Sumber: <https://www.sekolahkami.com/7/06/2019/>

Gambar 4.43 Pemeriksaan berat jenis (BJ) elektrolit baterai

3) Memeriksa Kapasitas Tegangan Baterai

Memeriksa kapasitas tegangan baterai dengan menggunakan AVO meter, yang dilakukan dengan menghubungkan tester positif baterai (merah) dengan terminal positif baterai dan tester negatif dengan terminal negatif baterai. Tegangan standar pada baterai berkisar antara 12-13 Volt

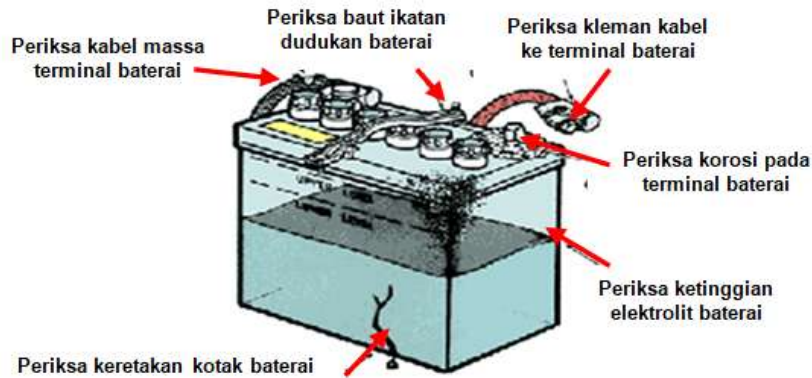


Sumber: <https://bacabrosur.blogspot.com/7/06/2019/>

Gambar 4.44 Pemeriksaan kapasitas tegangan baterai

4) Memeriksa Kebocoran dan Kondisi Fisik Baterai

Memeriksa kebocoran kotak baterai dan kondisi fisik baterai secara visual. Dari hasil pemeriksaan dipastikan bahwa tidak adanya kebocoran pada kotak baterai dan tidak ada kerusakan pada terminal baterai, serta tidak adanya kerusakan pada tutup baterai.

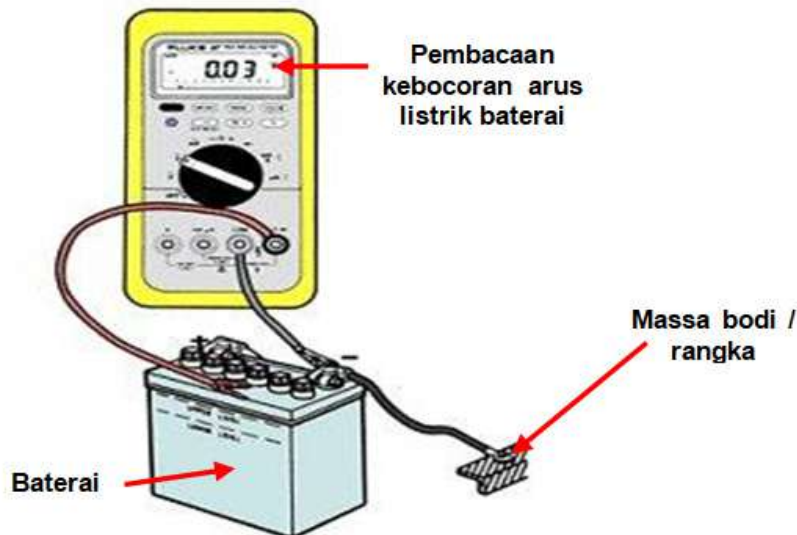


Sumber: [http://margionoabdil.blogspot.com \(1706/2019\)](http://margionoabdil.blogspot.com (1706/2019))

Gambar 4.45 Pemeriksaan kapasitas tegangan baterai

5) Memeriksa Kebocoran

Memeriksa kebocoran arus listrik pada baterai dengan massa bodi.



Sumber: [http://margionoabdil.blogspot.com \(1706/2019\)](http://margionoabdil.blogspot.com (1706/2019))

Gambar 4.46 Pemeriksaan kapasitas tegangan baterai

C. Pemeriksaan Kunci Kontak

Pemeriksaan hubungan atau tahanan pada kunci kontak (ignition switch) merupakan salah satu bagian pemeriksaan pada sistem pengapian, oleh karena fungsinya sebagai pemutus dan penghubung arus listrik dari sumber (baterai/kumparan pengisian) ke kumparan pengapian (*ignition coil*) pada sistem pengapian. Beberapa langkah pemeriksaan yang dilakukan, antara lain sebagai berikut (lihat gambar 4.47):

- 1) Periksa sambungan antar terminal yang ada pada kunci kontak (ignition switch) melalui konektor dilakukan dengan menggunakan AVO meter/multimeter (skala Ohm meter x 1 Ω) untuk menentukan benar atau baik tidaknya sambungan.

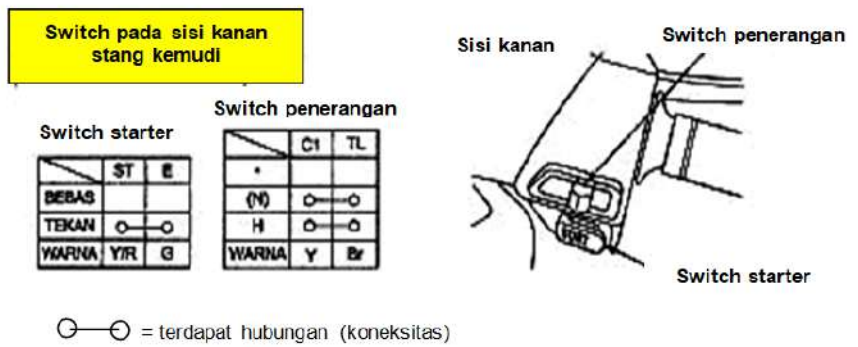
- 2) Tanda "0 0" menunjukkan terminal yang memiliki hubungan (kontinuitas), yaitu sirkuit atau rangkaian tertutup pada posisi switch yang ditunjukkan (yang bersangkutan).
- 3) Jika terdapat sambungan yang kurang baik atau tidak ada hubungan (kontinuitas), perbaiki atau ganti (bila perlu) switch tersebut.

Catatan:

- a) Warna kabel pada switch (konektor switch) setiap merek sepeda motor kemungkinan berbeda, lihat buku manual untuk lebih jelasnya.
- b) Bentuk switch setiap merek sepeda motor kemungkinan berbeda, lihat buku manual untuk lebih jelasnya.
- c) Tabel berikut adalah contoh pemeriksaan switch (saklar) pada sepeda motor Honda Supra PGM-FI.

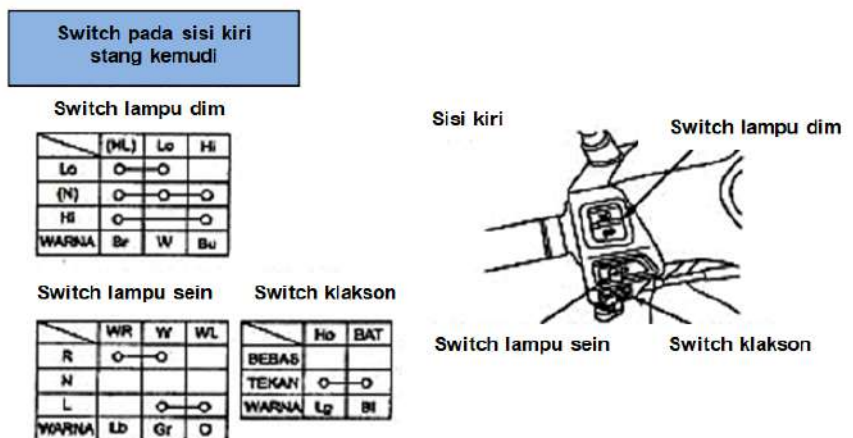
Keterangan warna:

Y/R = Kuning/merah W = Putih
 Br = Coklat BI = Hitam
 Bu = Biru G = Hijau
 Lb = Biru muda Gr = Abu-abu
 Lg = Hijau muda



Sumber: <http://empatlawang84.blogspot.com/7/06/2019>

Gambar 4.47 Peta sambungan switch pada kanan stang kemudi



Sumber: <http://empatlawang84.blogspot.com/7/06/2019>

Gambar 4.48 Peta sambungan switch pada kiri stang kemudi

d. Pemeriksaan Kumparan Pengapian (Ignition Coil) dengan Electro Tester

Pemeriksaan kumparan pengapian dengan menggunakan *Electro Tester* bertujuan untuk mengetahui dan memastikan bahwa kerja pembangkitan tegangan tinggi atau induksi elektromagnetik pada kumparan pengapian bekerja dengan baik. Kondisi ini akan diketahui dengan cara menguji secara langsung kerja dari koil pengapian dengan langkah sebagai berikut:

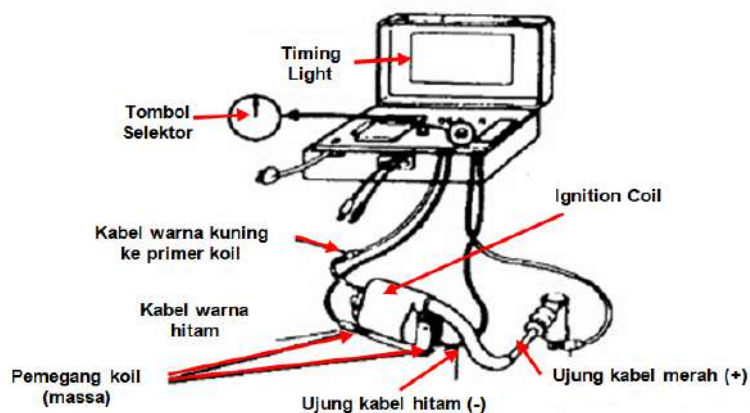
- 1) Posisikan tombol power tester pada posisi OFF.
- 2) Hubungkan kabel-kabel tester seperti terlihat pada Gambar 4.45.
- 3) Arahkan tombol selector ke IG COIL.
- 4) Posisikan tombol power ke posisi ON.
- 5) Amati pancaran (loncatan) bunga api listrik pada tester.
- 6) Pancaran harus kuat dan berkelanjutan. Biarkan pengetesan ini berjalan sekitar 5 menit untuk memastikan koil pengapian bekerja dengan baik.

- Loncatan bunga api pengapian yang baik adalah berjarak sekitar 8 mm.
- Bila tidak terjadi pengapian atau pengapian berwarna orange, berarti keadaan koil pengapian kurang baik.



Sumber: <http://bettiebicycle.blogspot.com> (17/07/2019)

Gambar 4.50 Unit electro tester



Sumber: <http://wahyuekolod.blogspot.com> (7/06/2019)

Gambar 4.51 Pemeriksaan koil pengapian dengan electro tester

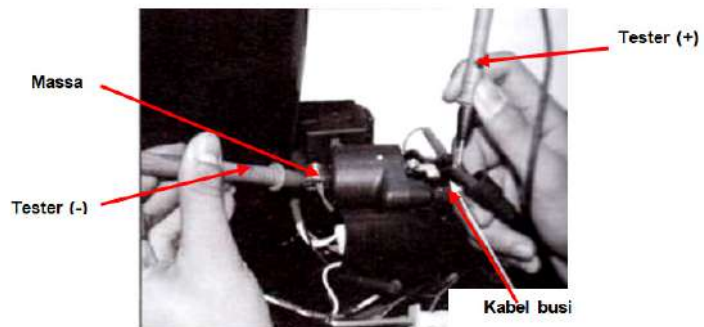
e. **Pemeriksaan Tahanan Koil Pengapian**

Koil pengapian (*ignition coil*) pada sistem pengapian berfungsi untuk menghasilkan induksi elektromagnetik berupa pembangkitan tegangan tinggi yang cukup untuk menghasilkan letikan bunga api pada elektroda busi. Apabila koil pengapian tidak bekerja dengan baik, maka sistem pengapian juga tidak akan bekerja dengan baik yang akhirnya dapat menurunkan tenaga pada mesin sepeda motor. Untuk itu perlu dilakukan langkah pemeriksaan sebagai berikut:

1) *Periksa Tahanan Kumparan Primer*

Pemeriksaan tahanan kumparan primer koil pengapian dilakukan dengan menggunakan AVO meter/multimeter (skala Ohm meter x 1Ω) antara terminal kabel primer dan massa sebagaimana contoh pada gambar 4.46. Standar pengukuran tahanan kumparan primer adalah:

- 0,5-0,6 Ω pada suhu 20°C (Honda)
- 0,32-0,48 Ω suhu 20°C (Yamaha)
- 0,1-0,2 Ω suhu 20°C (Suzuki)



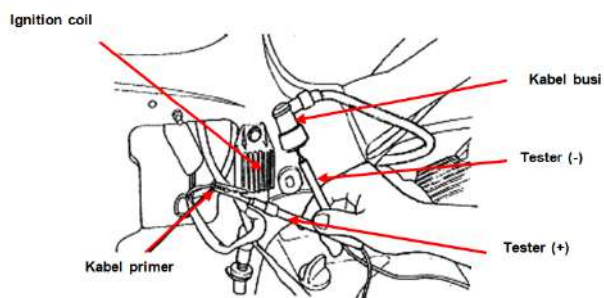
Sumber: <https://totalotomotif.com/17/07/2019/>

Gambar 4.52 Pemeriksaan tahanan kumparan primer (1)

2) *Periksa Tahanan Kumparan Sekunder*

Pemeriksaan tahanan kumparan sekunder pada koil pengapian menggunakan AVO meter/multimeter (skala Ohm meter x $K\Omega$) antara terminal kabel primer dan tutup busi seperti pada gambar 4.46, Standar pengukuran tahanan kumparan sekunder adalah:

- 11,5 – 14,5 $K\Omega$ pada suhu 20°C (Honda)
- 10 $K\Omega$ pada suhu 20°C (Yamaha)
- 14 – 18 $K\Omega$ pada suhu 20°C (Suzuki)

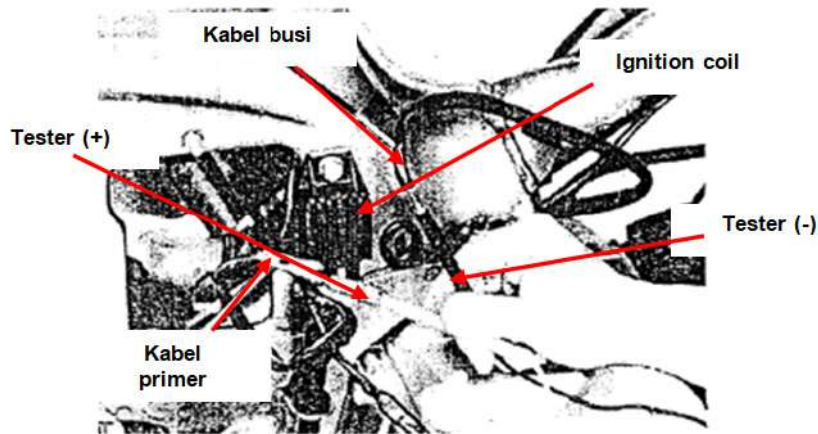


Sumber: <http://wahyuekobolod.blogspot.com/7/06/2019/>

Gambar 4.53 Pemeriksaan tahanan kumparan sekunder (2)

- 3) Periksa tahanan kumparan sekunder koil pengapian menggunakan multimeter (skala Ohm meter x K Ω) antara terminal kabel primer dan kabel busi/kabel tegangan tinggi (tanpa tutup busi) seperti pada Gambar 4.47, Standar pengukuran:

- 7,8-8,2 K Ω pada suhu 20°C (Honda)
- 5,68-8,52 K Ω pada suhu 20°C (Yamaha)



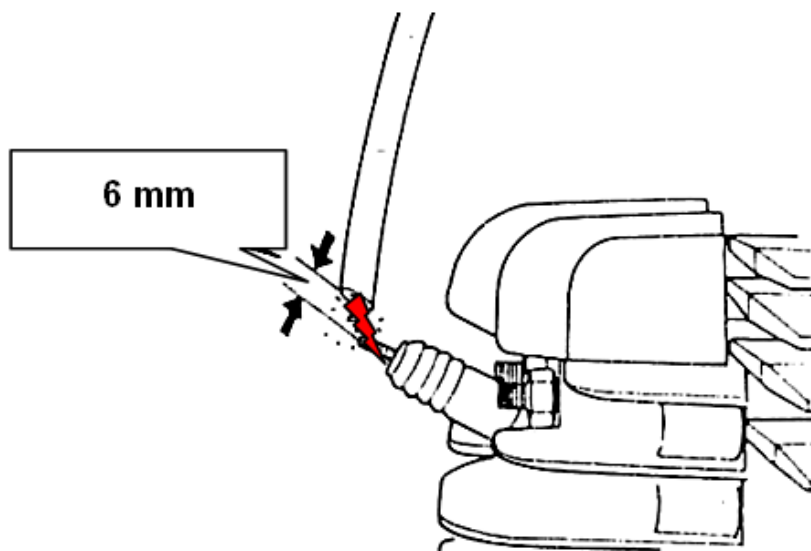
Sumber: <http://wahyuekobolod.blogspot.com> (7/06/2019)

Gambar 4.54 Pemeriksaan tahanan kumparan sekunder

Jika hasil-hasil pengukuran di atas tidak sesuai dengan standar yang telah ditentukan, lakukan penggantian koil pengapian.

f. Pemeriksaan Kabel Tegangan Tinggi

Memeriksa kabel tegangan tinggi atau kabel busi dari retak-retak atau kebocoran secara visual maupun dengan tes percikan. Pengapian yang baik, percikannya lebih dari 6 mm.



Sumber: Beni Setya Nugraha, FT-UNY, 2005 (7/06/2019)

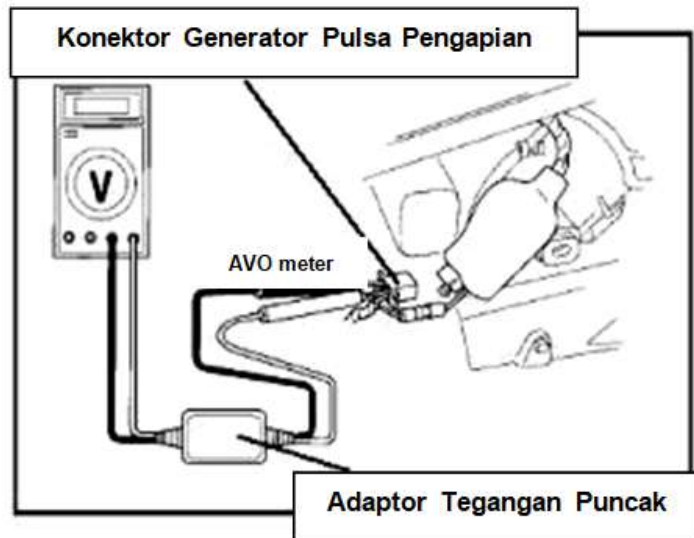
Gambar 4.55 Pemeriksaan percikan api pada kabel busi

g. Pemeriksaan Kumparan Pulsa Pengapian

Pemeriksaan besar tegangan listrik yang dibangkitkan oleh kumparan pulsa pengapian sangat penting dilakukan, oleh karena pulsa pengapian pada sistem pengapian CDI berfungsi untuk memberikan sinyal tegangan pada SCR aktif (ON) atau tidak aktif (OFF) sehingga kapasitor dapat memberikan suplai arus listrik ke kumparan primer atau tidak. Untuk memastikan ada atau tidaknya tegangan listrik yang dibangkitkan oleh pulsa pengapian, beberapa langkah pemeriksaan yang dilakukan yaitu sebagai berikut:

1) Pemeriksaan Tegangan Puncak Kumparan Pengapian

Ukur tegangan puncak dengan AVO meter pada posisi Volt AC pada kabel hitam atau merah dengan hijau. Standar hasil pengukuran adalah 100 Volt.

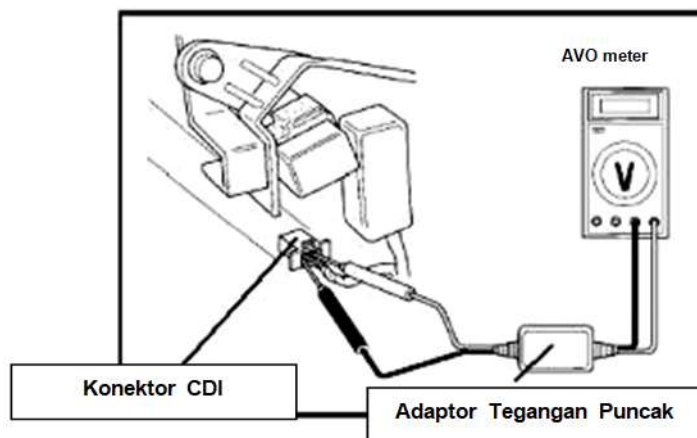


Sumber: [https://www.slideserve.com \(7/06/2019\)](https://www.slideserve.com (7/06/2019))

Gambar 4.56 Pemeriksaan tahanan kumparan sekunder (2)

2) Pemeriksaan Tegangan Puncak Kumparan Pembangkit

Ukur tegangan puncak dengan AVO meter pada posisi Volt AC pada kabel biru atau silver dengan hijau. Standar hasil pengukuran adalah 0,7 Volt.



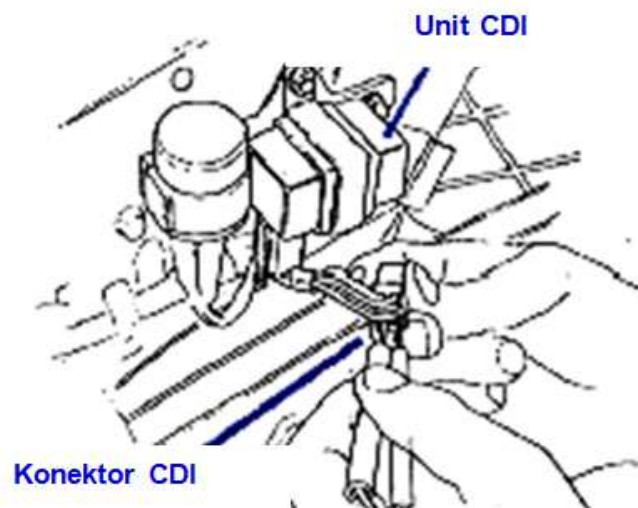
Sumber: [https://www.slideserve.com \(7/06/2019\)](https://www.slideserve.com (7/06/2019))

Gambar 4.57 Pemeriksaan tahanan kumparan sekunder (2)

h. Pemeriksaan Terminal atau Konektor Unit CDI

CDI (*Capasitor Discharge Ignition*) merupakan unit komponen sistem pengapian yang memiliki fungsi untuk menyimpan arus listrik dari sumber arus listrik (baterai/spul pengapian) saat SCR OFF dan memberikan suplai arus listrik pada kumparan primer saat SCR ON. Untuk memastikan kerja CDI, maka perlu dilakukan pemeriksaan sebagai berikut:

- 1) Periksa unit CDI terhadap adanya hubungan yang longgar atau terminal-terminal yang berkarat.
- 2) Periksa tahanan di antara terminal-terminal konektor unit CDI seperti pada Gambar 4.58.



Sumber: <http://empatlawang84.blogspot.com> (7/06/2019)

Gambar 4.58 Pemeriksaan tahanan unit CDI

Catatan:

- 1) Warna kabel pada konektor unit CDI pada setiap merek sepeda motor umumnya memiliki perbedaan, oleh karena itu disarankan untuk selalu melihat buku manual sesuai merek sepeda motornya untuk memastikan warna kabel dan peruntukkannya.
- 2) Standar nilai tahanan (spesifikasi) pada konektor unit CDI pada setiap merek sepeda motor juga umumnya memiliki perbedaan, oleh karena itu disarankan untuk selalu melihat buku manual sesuai merek sepeda motornya untuk memastikan standar nilai tahanannya.
- 3) Tabel berikut ini adalah contoh spesifikasi tahanan pada unit CDI sepeda motor Honda Astrea.

Bagian	Terminal	Standar
Kumparan primer koil pengapian	Bl/Y dan G/W	0,5 - 1 Ohm (pada suhu 20°C / 68°F)
Kunci kontak pada posisi ON	Bl/Y dan G/W	Kontinuitas
Kumparan pembangkit alternator	Bl/R dan G/W	100 - 400 Ohm (pada suhu 20°C / 68 °F)
Generator pulsa	L/Y dan G/W	100 - 400 Ohm (pada suhu 20°C / 68 °F)
Kabel massa	G/W dan massa bod	Kontinuitas

Keterangan Tabel:

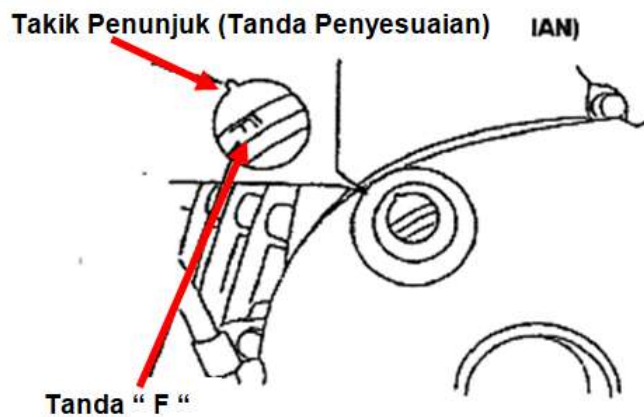
Bl/Y (Black/Yellow) = Hitam/kuning
G/W (Green/White) = Hijau/putih
Bl/W (Black/White) = Hitam/putih
Bl/R (Black/Red) = Hitam/merah
Lb/Y (Blue/yellow) = Biru muda/kuning

Jika hasil-hasil pengukuran di atas tidak sesuai dengan standar yang telah ditentukan, ganti unit CDI.

i. Pemeriksaan Saat Pengapian (Ignition Timing)

Saat dimulainya busi meletikan bunga api atau disebut dengan istilah saat pengapian (ignition timing) merupakan ketentuan yang sangat penting di dalam proses kerja sistem pengapian. Saat pengapian yang tidak tepat (terlalu maju atau terlalu mundur) akan menyebabkan terjadinya proses pembakaran yang tidak sempurna yang ujungnya akan berakibat mesin susah hidup atau terjadi ledakan pada knalpot. Untuk itu sangat penting dilakukan pemeriksaan saat pengapian, yaitu sebagai berikut:

- 1) Panaskan mesin sampai mencapai suhu kerja normal lalu matikan mesin.
- 2) Periksa saat pengapian dengan melepaskan tutup lubang pemeriksaan tanda pengapian terlebih dahulu.
- 3) Pasangkan timing light ke kabel busi.
- 4) Hidupkan mesin pada putaran idle/stasioner. Putaran stasioner adalah 1400 ± 100 rpm.
- 5) Saat pengapian sudah tepat jika tanda "F" bertepatan (sejajar) dengan tanda penyesuaian pada tutup bak mesin sebelah kiri seperti terlihat pada Gambar 4.59.



Sumber: <http://empatlawang84.blogspot.com> (7/06/2019)

Gambar 4.59 Pemeriksaan tanda saat pengapian pada bak mesin sebelah kiri

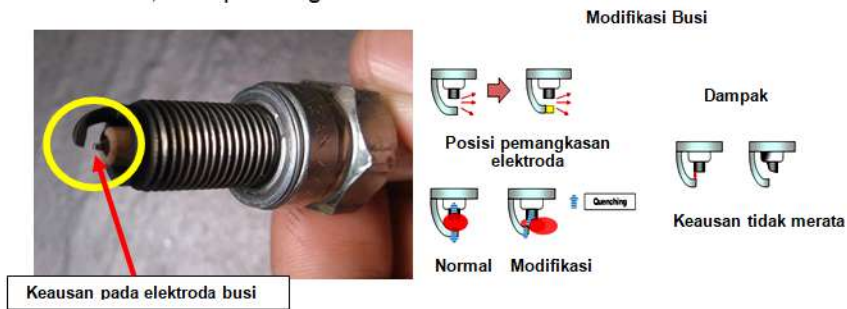
J. Pemeriksaan Pick Up Coil

Pemeriksaan kumparan pembangkit pulsa (*pick up coil*) dengan memeriksa tahanan kumparan menggunakan Ohm Meter. Tahanan *pick up coil* adalah $50 - 200 \Omega$ (Honda).

k. Pemeriksaan Busi

Busi pada sistem pengapian memiliki fungsi untuk meletikan bunga api yang terjadi pada elektrodanya. Letikan bunga api ini digunakan untuk membakar campuran udara dan bahan bakar yang telah homogen di dalam ruang bakar. Kerusakan pada busi akan berakibat tidak terlaksananya proses pembakaran di dalam mesin sehingga menyebabkan mesin susah hidup, oleh karena itu penting untuk dilakukan perawatan pada busi, diantaranya yaitu

- 1) *Memeriksa keausan elektroda busi. Apabila keausan elektroda berlebihan, busi perlu diganti.*



Sumber: <https://www.youtube.com> (7/06/2019)

Sumber: <https://hargamobil.com> (7/06/2019)

Gambar 4.60 Keausan elektroda busi

- 2) *Memeriksa warna hasil pembakaran pada ujung insulator dan elektroda busi. Perhatikan pula kode busi yang digunakan, bandingkan dengan spesifikasi yang disarankan.*



Sumber: Beni Setya Nugraha, FT-UNY, 2005 (7/06/2019)

Gambar 4.61 Warna hasil pembakaran pada busi

Keterangan:

1. Kondisi Normal

Kondisi busi bisa dikatakan normal apabila warna abu-abu pada ujung busi merata atau seperti warna merah bata dari bagian ujung elektroda sampai dengan selongsong businya. Namun jika warnanya lain seperti abu-abu muda maka itu diakibatkan dari setelan karburator terlalu irit bensin dan apabila ada warna hitam pekat maka setelan atau setingan karburator terlalu boros bensin.

2. Kondisi Basah (Fuel Fouled)

Kondisi ini biasanya ada di ujung busi. Basah pada busi ini biasanya basah oli bukan dari bahan bakar. Jika seperti ini biasanya terdapat kebocoran pada mesin. Bisa jadi dari ring piston atau bus klep atau bisa jadi oli mesin terlalu banyak sehingga seal klepnya kalah. Sehingga oli ikut terbakar di ruang pembakaran mesin sehingga meninggalkan sisa basah oli.

3. Cacat Atau Rusak (Mechanical Damage)

Kondisi busi seperti ini biasanya disebabkan oleh bahan bakar yang kurang bagus dan mesin seringkali terdengar bunyi (*ngelitik*) atau juga karena jarak elektrodanya terlalu jauh.

4. Terdapat Bulu Putih (Worn Out)

Jika busi terdapat bulu putih maka biasanya terjadi karena adanya cairan radiator yang bocor dan ikut terbakar pada ruang pembakaran mesin kendaraan.

5. Busi Mengkilap (Lead Fouled)

Kondisi seperti ini disebabkan karena busi basah akibat sisa bahan bakar yang tidak ikut terbakar atau settingan pada karburator tidak pas dan terlalu boros.

6. Busi Meleleh (Sustained Preignition/Detonation)

Jika busi meleleh, maka kondisi tersebut biasanya disebabkan oleh nilai oktan bahan bakar yang dipakai jelek atau rendah atau juga sudut pengapian terlalu maju dan bisa juga disebabkan karena mesin terlalu panas.

7. Rata dengan keramik (Sustained Preignition)

Jika sudah seperti ini sebaiknya segera ganti busi dengan yang baru. Biasanya kondisi ini akibat seringnya elektroda busi diampelas.

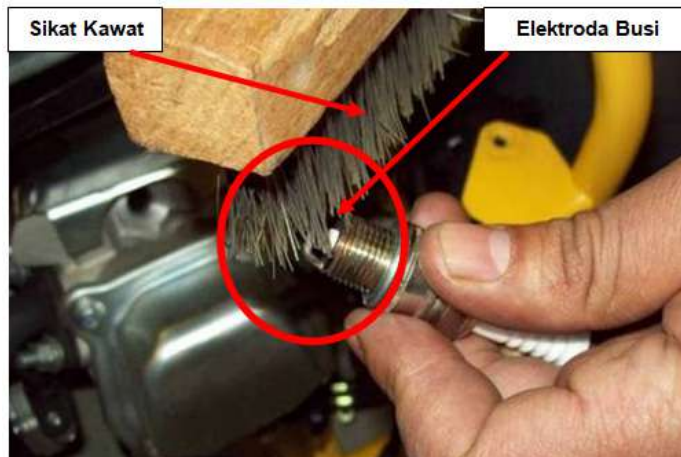
8. Tertutup Kerak (Ash Deposits)

Apabila busi tertutup kerak, biasanya disebabkan karena kualitas bahan bakar atau BBM yang dipakai kurang bagus, dapat karena tercampur kotoran atau tercampur air. Dan bisa juga disebabkan karena kondisi sudut pengapian yang tidak tepat ataupun bisa juga salah dalam pemilihan jenis businya.

9. Cacat Atau Rusak (Mechanical Damage)

Kondisi busi seperti ini biasanya disebabkan oleh bahan bakar yang kurang bagus dan mesin seringkali terdengar bunyi (*ngelitik*) atau juga karena jarak elektrodanya terlalu jauh.

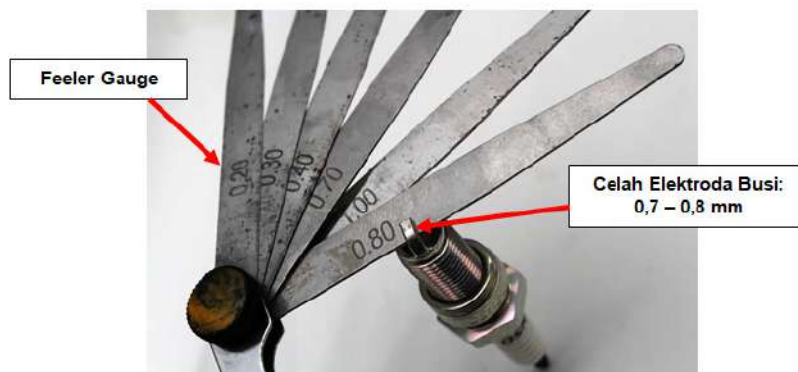
- 3) *Membersihkan insulator dan elektroda busi dari endapan karbon menggunakan sikat kawat atau alat pembersih busi. Apabila insulator retak atau pecah, busi harus diganti.*



Sumber: <https://www.gridoto.com> (7/06/2019)

Gambar 4.62 Membersihkan elektroda busi

- 4) *Menyetel celah elektroda busi dengan menggunakan alat ukur feeler gauge. Celah spesifikasi adalah 0,6-0,8mm.*



Sumber: <http://blog.belionderdil.co.id> (7/06/2019)

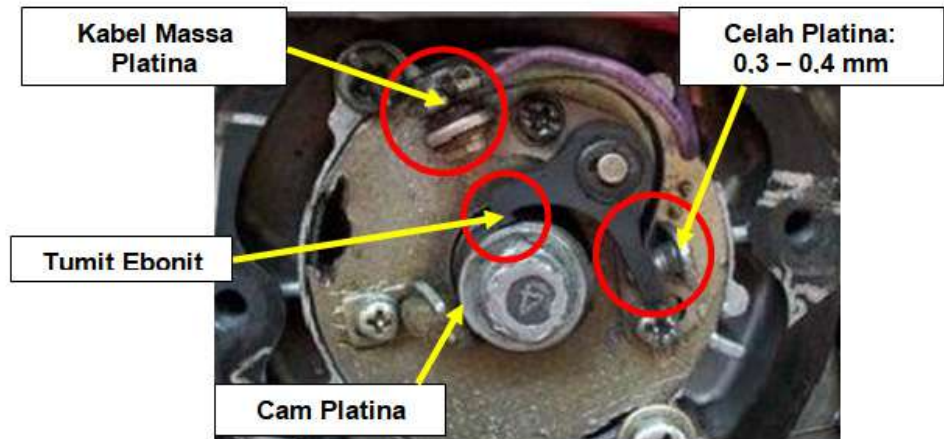
Gambar 4.63 Mengukur celah elektroda busi

l. Penyetelan Celah Platina

Penyetelan celah platina merupakan penyetelan kerenggangan terlebar di antara kedua permukaan kontak platina. Tujuannya adalah meningkatkan tenaga mesin melalui kesempurnaan tegangan pada koil pengapian.

Berikut langkah penyetelan platina.

- 1) Membersihkan dan meratakan persinggungan kedua permukaan kontak platina.
- 2) Memosisikan puncak Nok platina atau cam pada posisi menyentuh tumit ebonit kontak platina dengan cara memutar rotor alternator (magnet).
- 3) Mengendorkan baut pengikat kontak platina (baut jangan sampai lepas), kemudian menyetel besar celah kontak sesuai dengan spesifikasi yang disarankan (0,3-0,4 mm). Setelah celah kontak disetel, kencangkan lagi baut pengikat kontak platina.



Sumber: <https://www.gridoto.com/7/06/2019>

Gambar 4.62 Membersihkan elektroda busi

Rangkuman dan Evaluasi Materi Bab IV

A. Rangkuman

1. Sistem pengapian pada sepeda motor difungsikan untuk membantu proses kerja pembakaran campuran udara bahan di dalam ruang bakar sebelum akhir langkah kompresi. Prinsip kerja sistem pengapian ini adalah mengubah energi listrik dari sumber arus listrik baterai atau spul pengapian menjadi energi panas (letikan bunga api) pada elektroda busi
2. Persyaratan kerja sistem pengapian, yaitu bunga api yang kuat, saat pengapian yang tepat, ketahanan terhadap panas dan getaran, Terjadinya knocking
3. Klasifikasi sistem pengapian, Sistem pengapian pada sepeda motor menurut penggunaan sumber tegangan listriknya dibedakan menjadi 2 (dua) macam, yaitu sumber arus listrik DC (*Direct Current*) dikenal dengan istilah sistem pengapian baterai dan sumber arus listrik AC (*Alternating Current*) atau sistem pengapian magnet. Sedangkan, berdasarkan penggunaan teknologinya terbagi menjadi 4 (empat) macam, yaitu sistem pengapian konvensional (kontak poin/platina), sistem pengapian semi elektronik atau semi transistor, sistem pengapian *full* elektronik atau *full* transistor, dan sistem pengapian CDI (*Capasitor Discharge Ignition.*)
4. Model sistem pengapian sepeda motor.
 - a. Berdasarkan sumber tegangan arus listrik pada sistem pengapian sepeda motor terdapat 2 (dua) macam, yaitu sistem pengapian baterai (arus DC) dan sistem pengapian magnet (arus AC). Yang dimaksud dengan sistem pengapian baterai (arus *Direct Current/DC*) adalah sistem pengapian yang menggunakan arus listrik dari baterai dalam menciptakan kemagnetan pada kumparan primer *ignition coil*. Sedangkan, sistem pengapian magnet (arus *Alternating Current/AC*) adalah sistem pengapian yang menggunakan sumber arus listrik diperoleh dari induksi elektromagnetik yang dihasilkan oleh spul pengapian guna menciptakan kemagnetan pada kumparan primer *ignition coil*
 - b. Berdasarkan cara pemutusan kemagnetan kumparan primer *ignition coil* maka sistem pengapian dibedakan menjadi 4 macam, yaitu model konvensional (kontak poin/platina), model semi elektronik (semi transistor), model *full* elektronik, dan model CDI (CDI-DC dan CDI-AC)
5. Komponen sistem pengapian
 - a. Baterai atau spul pengisian
 - b. kunci kontak
 - c. Kumparan Pengapian (Ignition Coil)
 - d. Kapasitor
 - e. Kabel Tegangan Tinggi dan Kabel Busi
 - f. Busi
6. Perawatan dan perbaikan sistem pengapian sepeda motor
 - a. Pemeriksaan Spul Pengisian Alternator (Kumparan Pembangkit atau Stator Coil dan Magnet Rotor)
 - b. Pemeriksaan Baterai
 - c. Pemeriksaan Kunci Kontak
 - d. Pemeriksaan Kumparan Pengapian (Ignition Coil) dengan Electro Tester
 - e. Pemeriksaan Tahanan Koil Pengapian
 - f. Pemeriksaan Kabel Tegangan Tinggi
 - g. Pemeriksaan Kumparan Pulsa Pengapian
 - h. Pemeriksaan Terminal atau Konektor Unit CDI
 - i. Pemeriksaan Saat Pengapian (Ignition Timing)
 - j. Pemeriksaan Pick Up Coil
 - k. Pemeriksaan Busi

B. Soal Evaluasi

Jawablah pertanyaan-pertanyaan dibawah ini dengan singkat dan jelas!

1. Sebutkan syarat-syarat agar terjadi pembakaran!
2. Jelaskan fungsi sistem pengapian pada sepeda motor!
3. Jelaskan prinsip kerja sistem pengapian pada sepeda motor!
4. Sebutkan persyaratan agar sistem pengapian sepeda motor bekerja dengan optimal!
5. Jelaskan klasifikasi sistem pengapian sepeda motor!
6. Sebutkan komponen-komponen sistem pengapian sepeda motor!
7. Jelaskan cara kerja sistem pengapian konvensional!
8. Jelaskan cara kerja sistem pengapian semi transistor!
9. Gambarkan skema rangkaian sistem pengapian full transistor!
10. Jelaskan tahapan-tahapan dalam melakukan perawatan dan pemeriksaan pengapian sepeda motor!





BAB 5

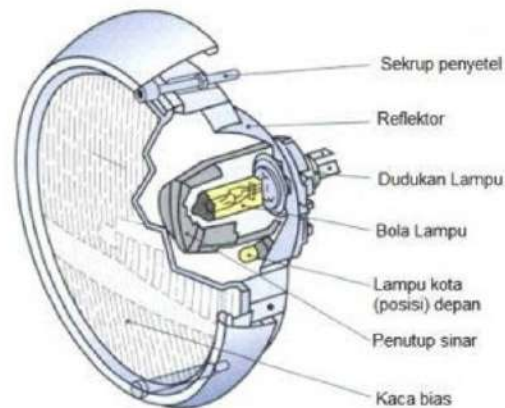
SISTEM PENERANGAN PADA SEPEDA MOTOR

A. Teori Sistem Penerangan

Sistem penerangan sepeda motor adalah komponen standar dalam sistem kelistrikan bodi yang harus dimiliki oleh sebuah kendaraan seperti sepeda motor. Sistem penerangan itu sangat diperlukan untuk keselamatan pengendara dan orang lain. Adapun fungsi sistem penerangan adalah sebagai penerangan jalan kepada pengemudi dan orang lain untuk ketertiban dan keselamatan bersama baik pada kondisi malam hari maupun siang hari. Sistem penerangan pada sepeda motor meliputi sistem penerangan lampu kepala, sistem penerangan lampu kota dan lampu belakang, lampu rem, lampu sen, dan hazard serta sistem lampu panel.

1. Sistem Penerangan Lampu Kepala

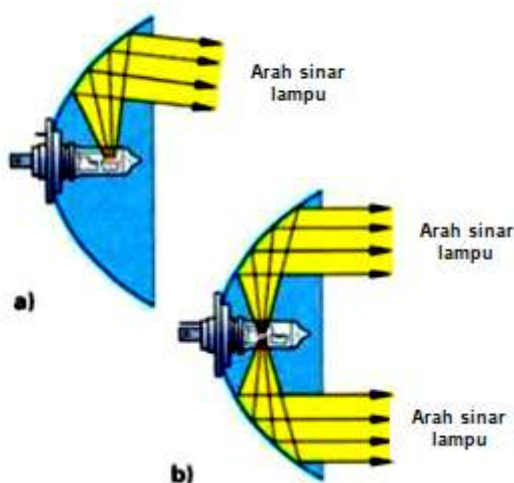
Lampu kepala terletak di depan kendaraan (sepeda motor) yang berfungsi sebagai penerangan jalan sekaligus agar terlihat posisi pengendara oleh orang lain pada malam hari maupun siang hari. Sistem lampu kepala terdiri atas lampu jauh dan lampu dekat. Lampu dekat digunakan sebagai penerangan jalan terutama pada malam hari sedangkan lampu jauh sering digunakan sebagai tanda pengganti klakson, seperti ketika akan mendahului kendaraan lain (mobil) atau untuk jangkauan penerangan jalan lebih jauh.



Sumber: <http://totalotomotif.com> (10/06/2019)

Gambar 5.1 Konstruksi lampu kepala pada sepeda motor

Perbedaan panjang sinar lampu kepala (jauh dan dekat) sangat terkait dengan konstruksi reflektor dari titik api serta posisi nyala bohlam. Adapun reflektor adalah cermin cekung yang berbentuk parabola berfungsi untuk memantulkan sinar lampu pijar. Agar sifat refleksi cukup baik maka permukaan reflektor dilapisi dengan aluminium. Hal ini dilakukan dengan melapisi pada bidang parabola dengan aluminium atau chrom melalui proses elektrolisa. Titik api adalah apabila sinar datang dari titik api maka sinar akan dipantulkan sejajar sumbu utama reflektor. Supaya satu reflektor dapat digunakan untuk lampu jauh dan dekat maka lampu kepala dibuat dengan dua filament yang dikonstruksi secara kusus agar sinar masing-masing filament lampu sinarnya dapat memantul jauh atau dekat.



Keterangan

a. Pada nyala lampu dekat filament terletak lebih ujung dari titik api dan pada bagian bawah filament diberi penutup yang bertujuan agar sinar filament hanya memantul ke atas menuju lengkungan reflector bagian atas sehingga arah pantulan cenderung ke arah bawah.

b. Pada nyala lampu jauh nyala filament terletak tepat pada titik api reflector sehingga sinar dipantulkan lurus dengan sumbu reflector.

Sumber: <http://totalotomotif.com> (9/06/2019)

Gambar 5.2 Pantulan sinar lampu dekat dan lampu jauh

a. Komponen Sistem Lampu Kepala

1) Baterai

Sebagai sumber tegangan DC, umumnya mempunyai tegangan sebesar 12 Volt

2) Generator

Sebagai sumber tegangan AC, generator ini bekerja berdasarkan putaran mesin.

3) Kunci Kontak

Berfungsi untuk menghubungkan sumber tegangan baterai dengan rangkaian

4) Saklar Lampu Kepala

Berfungsi untuk menghubungkan arus utama untuk mengaktifkan rangkaian lampu kepala

5) Saklar Dim

Berfungsi sebagai saklar pemindah lampu jauh dan lampu dekat.

6) Lampu Indicator Jauh

Sebagai tanda bagi pengendara bahwa lampu jauh sedang menyala.

7) Bola Lampu Kepala

Adalah komponen yang mengubah energy listrik menjadi energy panas berupa cahaya yang digunakan sebagai penerangan jalan kendaraan serta agar pengendara lain mengetahui posisi pengendara.

. Adapun jenis bola lampu yang digunakan untuk sepeda motor, yaitu:

■ **Lampu Kawat (wolfram)**

■ **Lampu Gas Discharge**

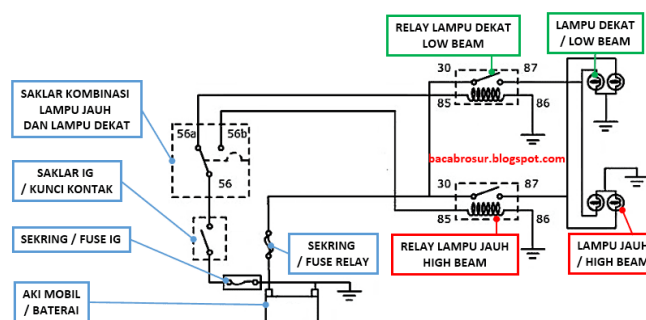
■ **Lampu Halogen**

■ **LED**

Secara standar penyalaan lampu kepala otomatis sekaligus menyalakan lampu kota dan lampu panel sehingga secara umum rangkaian lampu kota dan lampu panel sebagai bagian dari rangkaian lampu kepala. Berdasarkan sumbernya, sistem lampu kepala pada sepeda motor yaitu sistem arus DC dan sistem arus AC.

b. Sistem Penerangan Lampu Kepala Arus DC

Komponennya terdiri dari baterai, sekring, kunci kontak, saklar lampu kepala, saklar dim, dan lampu kepala. Prinsip kerja rangkaian lampu kepala DC, yaitu ketika kunci kontak dihubungkan maka arus mengalir dari baterai menuju saklar lampu kepala. Pada saat lampu kepala digerakkan sekali (posisi 1) tuas saklar lampu kepala terhubung dengan lampu kota sehingga lampu kota bagian depan, bagian belakang, dan lampu panel nyala bersamaan karena terhubung secara paralel. Saat saklar lampu kepala digerakkan dua kali maka disamping lampu kota tetap menyala, tuas saklar lampu kepala (posisi 2) arus akan mengalir menuju saklar dim kemudian saklar dim akan mengalirkan arus untuk lampu dekat atau lampu jauh sekaligus lampu kontrol jauh yang terhubung paralel dengan lampu jauh.

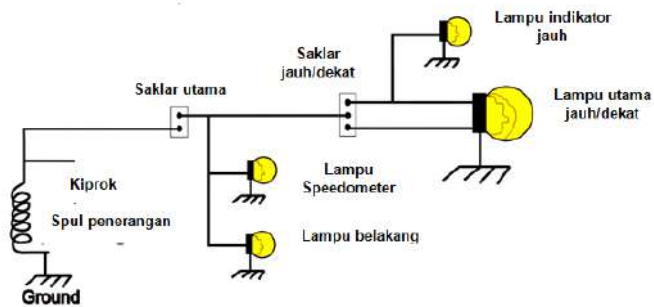


Sumber: <https://bacabrosur.blogspot.com> (9/06/2019)

Gambar 5.3 Rangkaian sistem penerangan lampu kepala arus DC

G. Sistem Penerangan Lampu Kepala Arus AC

Komponen pada sistem penerangan lampu kepala arus AC, yaitu generator, regulator, saklar lampu kepala, saklar dim, dan lampu kepala. Prinsip kerja rangkaian sistem penerangan lampu kepala arus AC secara prinsip sama dengan sistem penerangan lampu kepala arus DC, namun karena sumber utama dari generator AC yang berputar sesuai dengan putaran mesin maka perlu dipasang regulator pembatas tegangan agar tegangan pada penerangan lampu kepala tidak melebihi tegangan yang digunakan pada rangkaian, yaitu 12 Volt meskipun putaran mesin sedang tinggi.



Sumber: <http://gentongmodifikasimotor.blogspot.com/9/06/2019/>

Gambar 5.4 Rangkaian sistem penerangan lampu kepala arus AC

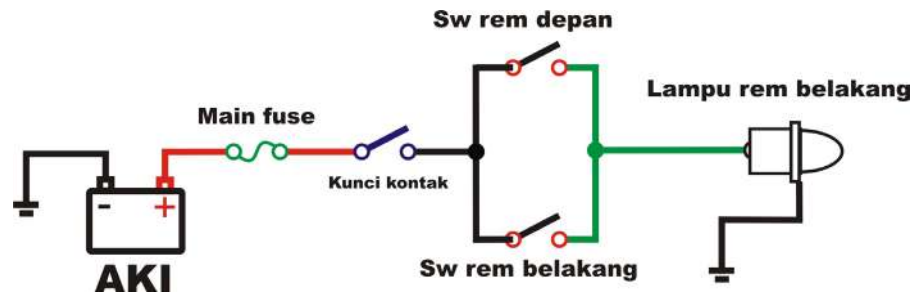
Rangkaian sistem penerangan lampu kepala umumnya menjadi satu unit dengan rangkaian sistem penerangan lampu kota. Lampu kota disebut juga lampu posisi, yang dinyalakan ketika mulai senja atau keadaan jalan mulai gelap. Dengan kata lain, sistem penerangan lampu kota berfungsi agar pengendara lain mengetahui keberadaan pengendara pada arah depan. Pada umumnya lampu kota terdiri atas lampu kota bagian depan dan lampu bagian belakang.

Pada sistem penerangan lampu bagian belakang difungsikan sebagai lampu plat nomor kendaraan. Daya listrik pada lampu kota maupun lampu belakang, yaitu sekitar 7-10 watt relatif lebih kecil jika dibandingkan dengan sistem penerangan lampu kepala. Sedangkan, pada rangkaian lampu panel yang juga menjadi satu bagian dengan rangkaian sistem penerangan lampu kepala, berfungsi sebagai penerangan pada panel pengemudi seperti penerangan speedometer, penerangan meter bahan bakar, dan temperatur mesin. Daya listrik pada lampu panel umumnya juga sama dengan lampu kota dan lampu belakang. Setiap sepeda motor wajib memiliki sistem penerangan sepeda motor sebagai syarat keamanan dalam berkendara.

2. Sistem Lampu Rem

Sistem lampu rem pada sepeda motor berfungsi untuk memberikan tanda kepada pengemudi sepeda motor di belakang agar menjaga jarak karena kendaraan di depan akan mengurangi atau memperlambat laju kecepatan kendaraan. Lampu rem atau *brake lamp* atau *stop lamp* merupakan salah satu bagian dari sistem penerangan yang ada pada kendaraan.

Lampu rem terletak pada bagian belakang kendaraan dan pada umumnya bohlam lampu rem menjadi satu dengan bohlam lampu belakang (kota). Satu bohlam lampu memiliki dua filament (kawat pijar), satu filament untuk lampu belakang dan satu filament yang lain untuk lampu rem. Filament yang menghasilkan nyala lampu lebih terang digunakan untuk lampu rem dan filament yang menghasilkan nyala lampu lebih redup digunakan untuk lampu belakang (kota).



Sumber: [http://dindingmodifikasimotor.blogspot.com \(10/06/2019\)](http://dindingmodifikasimotor.blogspot.com (10/06/2019))

Gambar 5.5 Rangkaian sistem lampu rem

Beberapa komponen yang terdapat pada sistem lampu rem, antara lain:

a. Baterai

Baterai berfungsi sebagai penyedia tenaga listrik untuk menyalakan sistem penerangan pada kendaraan, termasuk sebagai sumber tenaga listrik untuk lampu rem.

b. Fuse

Fuse atau sekering berfungsi sebagai pengaman arus pada sistem kelistrikan sehingga bila terjadi hubungan pendek (konsleting) maka tidak akan merusak komponen-komponen pada sistem kelistrikan. Jika terjadi hubungan pendek atau arus yang lewat terlalu besar (melebihi spesifikasi arus pada fuse) maka fuse akan putus.

c. Pedal Rem dan Handel Rem

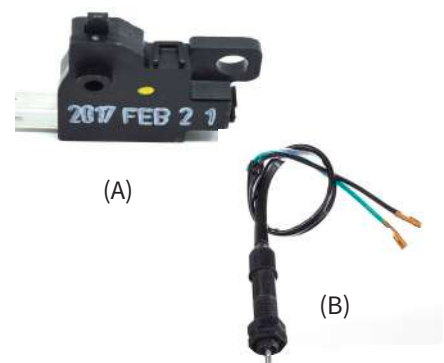
Pedal rem (rem kaki) dan handel rem (rem tangan) berfungsi sebagai pijakan atau tarikan pengendara saat melakukan pengereman (mengaktifkan rem). Letak pedal rem pada kendaraan sepeda motor di bagian kiri, sedangkan handel rem pengereman roda depan berada di bagian kanan stang sepeda motor.

d. Lampu Rem

Lampu rem merupakan komponen pada kelistrikan lampu rem sebagai penghasil cahaya saat pengereman dilakukan. Bohlam lampu rem menjadi satu dengan bohlam lampu belakang. Nyala dari bohlam lampu rem disebabkan oleh panasnya filament sehingga filament menghasilkan nyala terang.

e. Saklar Rem (Brake Switch)

Saklar rem (*brake switch*) berfungsi untuk memutus dan menghubungkan aliran kelistrikan dari baterai menuju ke beban. Pada sistem kelistrikan lampu rem, saklar rem berfungsi untuk memutuskan arus positif (untuk pengendali positif) dari baterai menuju ke lampu rem. Saklar rem (*brake switch*) pada kendaraan mobil dibagi menjadi dua tipe, yaitu saklar mekanik dan saklar hidrolik. Saklar rem mekanik dipasangkan pada pedal sehingga bila pedal ditekan maka saklar akan terhubung. Sedangkan saklar rem hidrolik dipasangkan pada master silinder rem dan akan terhubung jika tekanan minyak rem pada master silinder sudah mencapai sekitar 0,5 bar sampai 1,5 bar.



Sumber: [https://www.hondacengkareng.com \(9/06/2019\) \(a\)](https://www.hondacengkareng.com (9/06/2019) (a))
 Sumber: [http://agustianmotoblog.blogspot.com \(9/06/2019\) \(b\)](http://agustianmotoblog.blogspot.com (9/06/2019) (b))

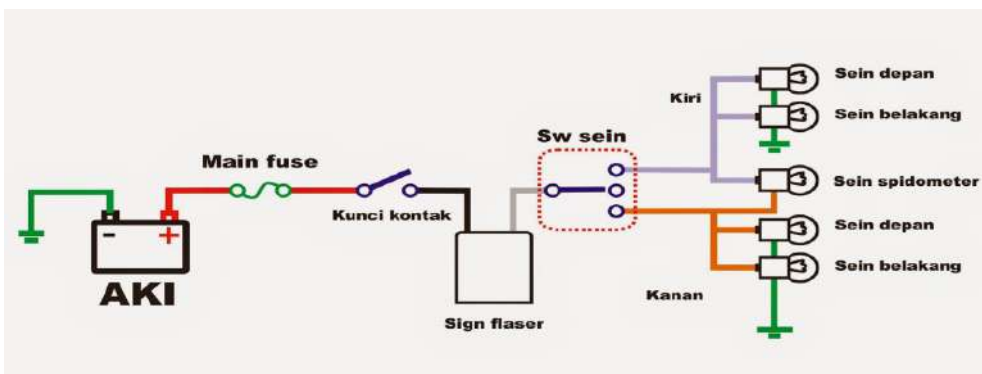
Gambar 5.6 Switch lampu rem depan (A) dan switch lampu rem belakang (B)

f. Kabel

Kabel pada sistem kelistrikan berfungsi sebagai penghantar (penghubung) antara komponen kelistrikan satu sama lainnya.

3. Sistem Lampu Sein dan Hazard

Sistem lampu sein pada sepeda motor untuk memberikan tanda kepada pengendara sepeda motor yang berada di depan maupun di belakang bahwa kendaraan yang dikendarainya akan berbelok. Sistem lampu sein pada sepeda motor merupakan salah satu komponen terpenting, sedangkan untuk lampu hazard hanya sebagian saja sepeda motor yang menggunakannya. Sebatas informasi kerja lampu sein memberikan kedipan pada lampu sein bagian depan dan belakang sebelah kiri atau sebelah kanan. Sedangkan kerja lampu hazard memberikan kedipan pada lampu sein bagian depan dan belakang serta pada semua posisi (kiri dan kanan) umumnya dipakai pada mobil dalam keadaan darurat.



Sumber: <https://sutiartosite.wordpress.com/9/06/2019/>

Gambar 5.7 Rangkaian lampu sen

Lebih rinci lampu sein yang dipasang pada sepeda motor memiliki beberapa fungsi sebagai berikut.

- Sebagai indikator atau isyarat bahwa kendaraan (sepeda motor) akan berbelok, baik ke arah kiri maupun ke arah kanan sehingga pengendara lain akan tahu dan dapat mengurangi risiko terjadinya kecelakaan.
- Sebagai isyarat bahwa kendaraan akan menyalip atau mendahului kendaraan di depannya sehingga pengendara yang akan didahului dan pengendara lain yang ada di belakangnya mengetahui.
- Sebagai isyarat agar kendaraan yang berlawanan arah dengan kita keluar jalur kita. Contoh ketika kendaraan yang berlawanan arah menyalip kendaraan di depan dan mengambil jalur kita sehingga kita kehabisan jalan maka kita wajib memberikan tanda dengan menyalakan lampu sein sebelah kanan agar pengendara lawan arah mengetahui dan keluar jalur kita.
- Memberi isyarat ketika kita akan berpindah jalur sebagai contoh bila pada jalan terdapat beberapa jalur seperti 2 jalur. Ketika kita ingin berpindah jalur dari jalur pertama ke jalur kedua maka kita wajib menyalakan lampu sein sebagai tanda kita akan pindah jalur.

Oleh sebab itu, lampu sein merupakan komponen wajib yang harus ada pada kendaraan. Lampu sein pada kendaraan pada umumnya terdapat 4 buah, yaitu bagian depan sebelah kiri dan kanan, bagian belakang sebelah kiri dan kanan. Lampu sein umumnya berwarna kuning dan menyala secara berkedip-kedip. Jika kendaraan menyalakan lampu sein kiri maka lampu sein sebelah kiri pada bagian depan dan belakang kendaraan akan menyala bersamaan dan sebaliknya. Berkedipnya lampu sein ini disebabkan oleh flasher dan lampu sein dapat menyala ketika kunci kontak pada posisi ON sehingga jika kunci kontak masih pada posisi OFF tetapi saklar sein diarahkan misalnya pada posisi kiri maka lampu sein tidak akan menyala karena jalur listrik dari baterai sebelum ke saklar sein harus melewati kunci kontak terlebih dahulu.

4. Sistem Lampu Panel

Sistem lampu panel pada kelistrikan sepeda motor merupakan perlengkapan sepeda motor berupa alat ukur (*meter indicator*) dan instrumen lampu tanda peringatan (*warning light indicator*) berfungsi untuk memberikan informasi kepada pengendara keadaan sepeda motor tersebut. Sistem instrumentasi pada sepeda motor tidak sama jumlahnya, mulai dari sepeda motor dengan instrumentasi sederhana sampai dengan sepeda motor yang dilengkapi instrumen yang banyak.

Sistem instrumentasi lengkap terdiri atas *speedometer* (pengukur kecepatan kendaraan), *tachometer* (pengukur putaran mesin), ammeter (pengukur arus listrik), voltmeter (pengukur tegangan listrik), clock (jam), *fuel and temperature gauges* (pengukur suhu dan bahan bakar), *oil pressure gauge* (pengukur tekanan oli), dan sebagainya. Sama halnya dengan sistem instrumentasi, sistem tanda peringatan (*warning system*) pada sepeda motor juga tidak sama jumlahnya.

Kebanyakan model sepeda motor generasi sekarang, lampu-lampu tanda peringatan disusun dan dipasangkan pada suatu tampilan (*display*) lengkap yang akan menampilkan status/keadaan dan kondisi umum dari mesin. Pada beberapa model, instrumentasi dihubungkan dengan unit pengontrol (*central control unit*) yang akan memonitor seluruh aspek dari mesin dan fungsi sistem kelistrikan saat mesin dijalankan. Informasinya diperoleh dari berbagai *switch* dan sensor. Jika dalam sistem muncul kesalahan (terdapat masalah) akan ditampilkan dalam bentuk *warning light* (lampu tanda peringatan) atau dalam panel LCD (*liquid crystal display*) bagi beberapa model sepeda motor. Contoh tampilan (*display*) instrumen tanda sistem panel lampu sepeda motor seperti pada gambar di bawah ini.



Sumber: <https://docplayer.info/9/06/2016>

Gambar 5.8 Rangkaian panel lampu sepeda motor

B. Pemeriksaan dan Perbaikan Sistem Penerangan

Dalam pelaksanaan pekerjaan pemeriksaan dan perbaikan sistem penerangan sepeda motor merupakan bagian pekerjaan perawatan dan pemeliharaan. Oleh karena itu, sebelum melaksanakan pekerjaan ini alangkah baiknya para pengendara dan pemilik sepeda motor mengetahui dan memahami jadwal perawatan berkala komponen dan sistem kelistrikan sepeda motor yang dimilikinya. Agar kerusakan yang lebih berat di kemudian hari dapat dihindari dan pemakaian sepeda motor akan terasa lebih aman dan nyaman.

1. Jadwal Perawatan Berkala Sistem Penerangan

Jadwal perawatan berkala sistem penerangan sepeda motor yang dibahas berikut ini adalah berdasarkan kondisi umum. Artinya, sepeda motor dioperasikan dalam keadaan biasa (normal). Pemeriksaan dan perawatan berkala sebaiknya rentang operasinya diperpendek sampai 50% jika sepeda motor dioperasikan pada kondisi jalan yang berdebu dan pemakaian berat (diforsir). Jadwal perawatan berkala sistem penerangan sebaiknya dilaksanakan demi kelancaran dan pemakaian yang hemat atas sepeda motor bersangkutan. Pelaksanaan servis dapat dilaksanakan dengan melihat jarak tempuh atau waktu, tinggal dipilih mana yang lebih dahulu dicapai.

Beberapa pedoman pada jadwal perawatan berkala yang umum dilakukan pada komponen sistem penerangan sebagai berikut.

- a. Perawatan berkala pada baterai (accu)
Periksa baterai setelah menempuh jarak 500 km, 2.000 km, 4.000 km, dan seterusnya setiap 1.000 km atau setiap 1 bulan
- b. Perawatan berkala pada saklar lampu
Periksa dan stel atau ganti (bila perlu) saklar lampu yang terdapat pada sistem penerangan sepeda motor seperti saklar lampu kepala, saklar lampu dim, saklar lampu sein, saklar rem roda depan dan roda belakang setelah menempuh jarak 500 km, 2.000 km, 4.000 km, 8.000 km, dan seterusnya setiap 2.000 km.
- c. Pemeriksaan arah sinar lampu depan
Periksa dan stel (bila perlu) arah sinar lampu setelah menempuh jarak 500 km, 2.000 km, 4.000 km, 8.000 km, dan seterusnya setiap 2.000 km.
- d. Pemeriksaan lampu-lampu
Periksa kondisi lampu-lampu pada sistem penerangan setelah menempuh jarak 500 km, 2.000 km, 4.000 km, 8.000 km, dan seterusnya setiap 2.000 km.

Beberapa permasalahan atau kerusakan yang sering terjadi pada sistem kelistrikan sepeda motor, perlu diketahui kemungkinan penyebabnya dan menentukan jalan keluarnya atau cara penanganannya (solusinya). Berikut ini pada Tabel 5.1 ini disampaikan beberapa permasalahan yang sering terjadi pada sistem penerangan dan kemungkinan penyebabnya serta cara mengatasinya.

Tabel 5.1
Sumber Kerusakan/Gangguan Pada Sistem Penerangan

No	Permasalahan	Kemungkinan Penyebabnya	Cara Perbaikannya
1	Terdapat kerak sulfur pada terminal baterai	Kapasitas pengisian air baterai yang terlalu tinggi	Periksa air baterai dan kondisikan jumlahnya berada antara batas atas dan batas bawah
		Baterai tersimpan terlalu lama saat tidak digunakan	Lakukan pemeriksaan berat jenis elektrolit baterai bila kurang lakukan pengchargean dengan baterai charger
2	Kapasitas arus baterai menurun	Sistem pengisian tidak baik (bermasalah)	Periksa kerja sistem pengisian dan komponennya
		Elemen baterai sudah mengalami kerusakan	Periksa kondisi plat baterai
		Air baterai berkurang	Periksa kondisi air baterai, kuras air baterai bila kotor dan isi dengan air baterai yang baru (air accu zuur), atau tambahkan bila kondisinya kurang
		Penggunaan baterai sudah terlalu lama	Periksa lama waktu penggunaan baterai
3	Tombol atau saklar lampu bermasalah	Koneksi kabel pada tombol atau saklar lampu tidak baik	Periksa air baterai dan kondisikan jumlahnya berada antara batas atas dan batas bawah
		Konektor atau terminal tombol atau saklar lampu mengalami kerusakan atau keausan	Lakukan pemeriksaan berat jenis elektrolit baterai bila kurang lakukan pengchargean dengan baterai charger
4	Lampu menyala redup atau mati	Bola lampu rusak/putus	Periksa kondisi bola lampu, ganti bila rusak atau putus
		Kerja switch (saklar) atau relay mengalami kerusakan	Periksa kondisi switch atau relay, perbaiki atau ganti dengan yang baru jika kondisinya telah rusak
		Koneksi kabel tidak terhubung dengan baik	Periksa koneksi kabel rangkaian pada sistem penerangan sepeda motor

2. Peralatan Kerja dan Bahan

Sebelum melaksanakan pekerjaan pemeriksaan dan perbaikan sistem penerangan perlu untuk dipersiapkan peralatan kerja yang akan diperlukan yaitu

- a) Unit sepeda motor;
- b) Alat-alat tangan (*tool set*) seperti kunci ring/pas, obeng (+)/(-), tang, dan lain-lain;
- c) AVO meter atau multi tester;
- d) *Tes lamp*;
- e) Hidrometer;
- f) *Battery charger*;
- g) Air accu zuur dan air murni; serta
- h) Isolasi, sordel listrik serta timah sordel.

3. Prosedur Keselamatan Kerja

Sebelum melaksanakan pekerjaan maka prosedur keselamatan kerja harus diperhatikan agar terhindar dari hal-hal yang tidak kita inginkan. Berikut beberapa prosedur keselamatan kerja.

- a. Gunakanlah peralatan yang sesuai dengan fungsinya.
- b. Ikutilah instruksi dari instruktur atau prosedur kerja yang tertera pada lembar kerja.
- c. Mintalah izin dari instruktur Anda bila hendak melakukan pekerjaan yang tidak tertera pada lembar kerja.
- d. Mintalah buku manual dari *training object*.

4. Prosedur Pemeriksaan

Prosedur pemeriksaan merupakan salah satu bagian pekerjaan yang sangat penting dilakukan dalam pemeliharaan komponen kelistrikan sepeda motor. Beberapa pekerjaan pemeriksaan yang penting dilakukan itu antara lain sebagai berikut:

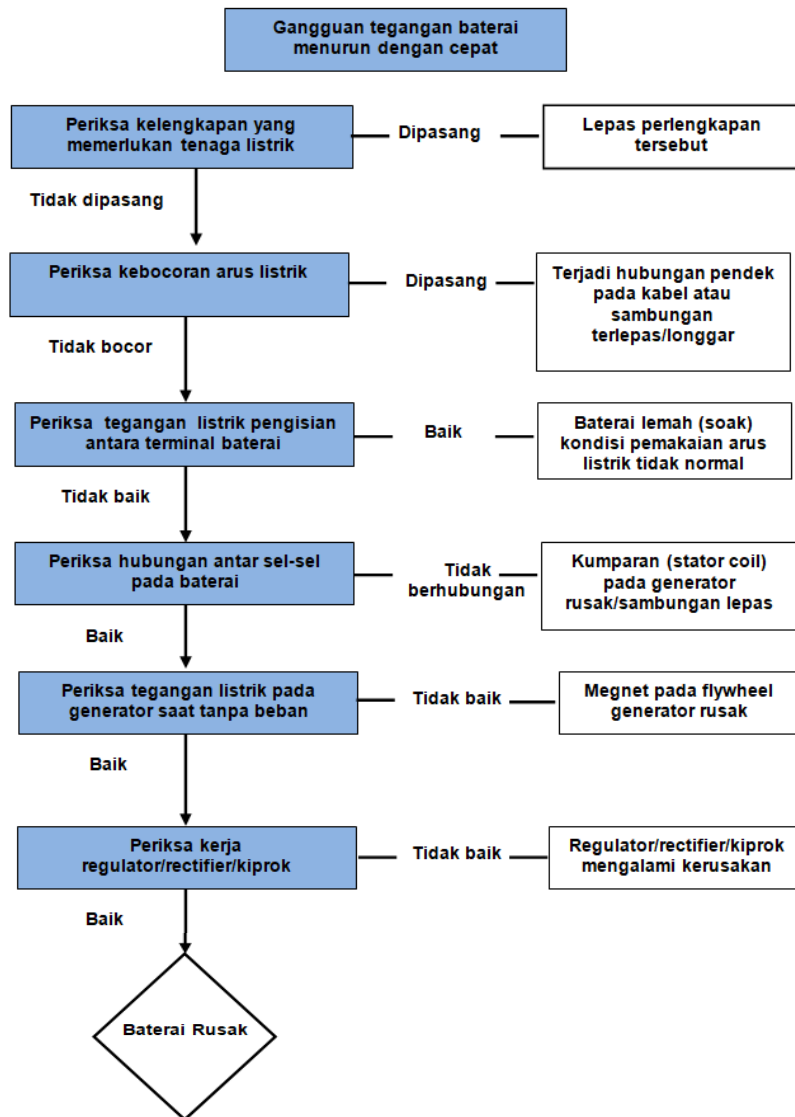
a. Pemeriksaan Umum pada Baterai

- 1) Baterai mengeluarkan gas-gas yang gampang meledak, jauhkan dari api dan sediakan ventilasi yang cukup ketika mengisi baterai.
- 2) Hindari kulit atau mata kontak dengan cairan elektrolit baterai karena dapat menyebabkan luka bakar.
- 3) Selalu matikan kunci kontak sebelum memutuskan hubungan antarkomponen listrik.
- 4) Baterai dapat rusak jika diisi kelebihan atau kurang, apalagi dibiarkan tidak diisi dalam jangka waktu lama.
- 5) Isilah baterai setiap dua minggu sekali untuk mencegah pembentukan sulfat karena tegangan (*voltage*) baterai akan berkurang dengan sendirinya pada saat sepeda motor tidak digunakan.

b. Tahapan Mencari Sumber Kerusakan pada Baterai

Baterai pada sistem penerangan sepeda motor memiliki fungsi sebagai sumber tenaga listrik dan penyimpan tenaga listrik. Apabila fungsi dan kondisi baterai mengalami masalah atau gangguan maka sudah tentu pemenuhan kebutuhan arus listrik pada sistem penerangan sepeda motor atau sistem kelistrikan pada umumnya juga akan mengalami masalah atau gangguan. Oleh karena itu, kegiatan pemeliharaan baterai perlu dilakukan bagi para pemilik dan pengguna sepeda motor. Pemeliharaan yang tidak dilakukan dengan baik dan sesuai dengan jadwal perawatan berkala pada baterai maka akan membuat cepat rusak baterai. Pemeliharaan baterai yang baik akan membuat kinerja baterai mampu bertahan lama (lebih dari 2 tahun). Sebaliknya jika pemeliharaan baterai tidak dilakukan dengan baik, sudah tentu kemampuan kerja baterai juga akan menurun dan mengalami masalah atau gangguan.

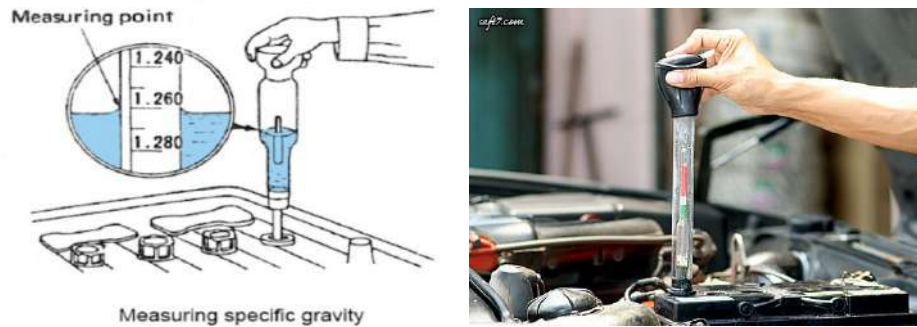
Apabila baterai mengalami masalah atau gangguan seperti menurunnya kemampuan kerja baterai dalam memberikan suplai arus listrik pada sistem penerangan maupun pada sistem kelistrikan lainnya dan kemampuannya dalam menyimpan tenaga (arus) listrik juga akan mengalami penurunan, akibatnya baterai sering 'tekor' (*undercharge*). Berikut diagram tahapan mencari sumber kerusakan pada baterai.



C. Pemeriksaan dan Perbaikan Baterai

Baterai dalam sistem kelistrikan sepeda motor merupakan bagian yang terpenting untuk mensuplai kebutuhan arus listrik dan penyimpanan arus listrik. Dalam prosedur pemeliharannya untuk mengetahui dan memastikan apakah kondisi baterai (accu) masih dalam kondisi layak pakai atau tidak, maka perlu dilakukan beberapa langkah-langkah pemeriksaan dan perbaikannya, antara lain sebagai berikut:

- 1) Periksa kerusakan tempat baterai atau plat terhadap adanya pembentukan sulfat (selubung putih). Ganti baterai jika sudah rusak atau telah mengalami sulfasi.
- 2) Periksa tinggi permukaan elektrolit pada tiap sel, apakah masih berada di antara batas bawah (*lower level*) dan batas atas (*upper level*). Jika rendah, tambah air suling agar tinggi permukaan mencapai batas teratas (*upper level*).
- 3) Periksa berat jenis (BJ) setiap sel dengan menghisap cairan elektrolit ke dalam hydrometer. Berat jenis:
 - Muatan penuh : 1,270 – 1,290 pada suhu 20°C
 - Muatan kosong : di bawah 1, 260 pada suhu 20°C

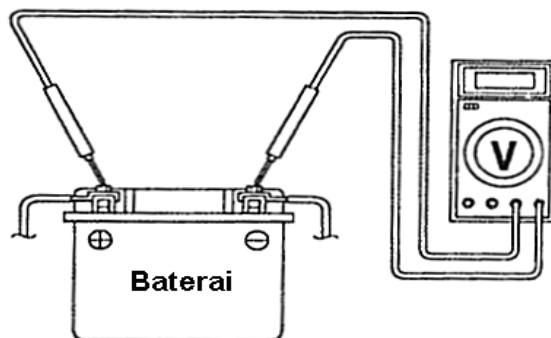


Sumber: <https://www.otospeedcar.com/9/06/2019/> <https://ari3fz.wordpress.com/9/06/2019/>
Gambar 5.9 Pembacaan berat jenis elektrolit dengan hidrometer

Catatan:

- a) Berat jenis akan berubah sekitar 0,007 per 100C perubahan suhu. Perhatikanlah suhu sekitar saat melakukan pengukuran.
- b) Jika perbedaan berat jenis antara sel-sel lebih dari 0,01, isi ulang (strum) baterai. Jika perbedaannya terlampau besar, ganti baterai.
- c) Baterai juga harus diisi kembali apabila berat jenisnya kurang dari 1,230.
- d) Pembacaan tinggi pada permukaan cairan pada hydrometer harus dilakukan secara horisontal.

- 4) Ukur tegangan baterai menggunakan multimeter standar tegangan (voltage) untuk baterai bebas perawatan (*free maintenance*).
 Bermuatan penuh : 13,0 – 13,2 V
 Bermuatan kurang : di bawah 12,3 V



Sumber: <http://empatlawang84.blogspot.com/9/06/2019/>
Gambar 5.10 Pengukuran tegangan baterai

d. Sambungan (Konektor)

Konektor atau sambungan kabel dalam rangkaian sistem kelistrikan sepeda motor merupakan bagian yang juga penting untuk mendapatkan perhatian. Sambungan yang tidak kuat akan berakibat pada aliran arus listrik yang tidak baik dan akhirnya dapat membuat kerusakan atau tidak bekerja komponen kelistrikan. Beberapa langkah kegiatan pemeriksaan sambungan (konektor) ini, yaitu :

- 1) Bila memasang sambungan, tekanlah sampai terdengar bunyi “klik”.
- 2) Periksa sambungan dari kerenggangan, keretakan, kerusakan pembungkusnya, karat, kotoran, dan uap air.

e. Sekering (Fuse)

Sekering pada rangkaian sistem kelistrikan merupakan komponen yang berfungsi sebagai pengaman. Penggunaan sekering yang tidak sesuai dengan kapasitas arus listrik yang dilaluinya akan berakibat pada kerusakan komponen kelistrikan lainnya. Untuk itu sangat perlu dilakukan beberapa langkah pemeriksaan sekering, antara lain yaitu:

- 1) Jangan menggunakan sekering yang kemampuannya berbeda.
- 2) Jangan mengganti sekering dengan kawat atau sekering imitasi (tiruan).
- 3) Jika sekering putus, jangan langsung menggantinya, tapi periksa terlebih dahulu penyebabnya.



Sumber: <http://empatlawang84.blogspot.com> (9/06/2019)
Gambar 5.10 Pengukuran tegangan baterai

f. Prosedur Penggunaan AVO Meter

Untuk mengetahui besar tegangan listrik, tahanan listrik, atau pun kuat arus listrik, dalam pekerjaan pemeliharaan sistem kelistrikan biasanya digunakan alat ukur kelistrikan yang disebut dengan AVO meter atau multimeter. AVO meter yang banyak digunakan ini umumnya terdapat 2 macam model, yaitu model analog (penunjukkan jarum) dan model digital (penunjukkan angka digital). Beberapa prosedur penggunaan AVO meter yang baik, antara lain yaitu:

- 1) Pastikan posisi skala pengukuran sesuai dengan komponen yang akan diukur. Gunakan posisi skala pengukuran a) tahanan untuk mengukur tahanan; b) tegangan DC untuk mengukur tegangan DC (arus searah); c) tegangan AC untuk mengukur tegangan AC (arus bolak-balik). Mengukur dengan posisi skala pengukuran yang salah dapat merusak AVO meter.
- 2) Pastikan kabel-kabel tester positif (+) dan negatif (-) tepat pada posisinya. Bila penempatan salah dapat merusak AVO meter.



<https://panduanteknisi.com>

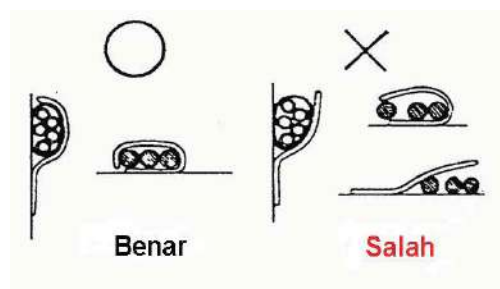
Gambar 5.12 VO meter atau multimeter model analog

- 3) Bila tegangan dan besarnya arus belum diketahui, mulailah skala pengukuran dengan skala tertinggi.
- 4) Jika melakukan pengukuran tahanan dengan multimeter analog (multimeter biasa menggunakan jarum penunjuk bukan multimeter digital), lakukan kalibrasi (penyetelan ke 0Ω) sebelum melakukan pengukuran tahanan dan setelah mengganti posisi skala pengukuran tahanan.
- 5) Posisikan saklar pemilih ke posisi OFF setelah selesai menggunakan multimeter.

g. Peletakan dan Pemasangan Kabel

Untuk menghindari kerusakan pada kabel kelistrikan sekaligus mencegah terjadinya hubungan singkat (konsleting) pada rangkaian kelistrikan, maka peletakan dan pemasangan kabel yang baik dan benar sangat penting untuk dilakukan, antara lain sebagai berikut:

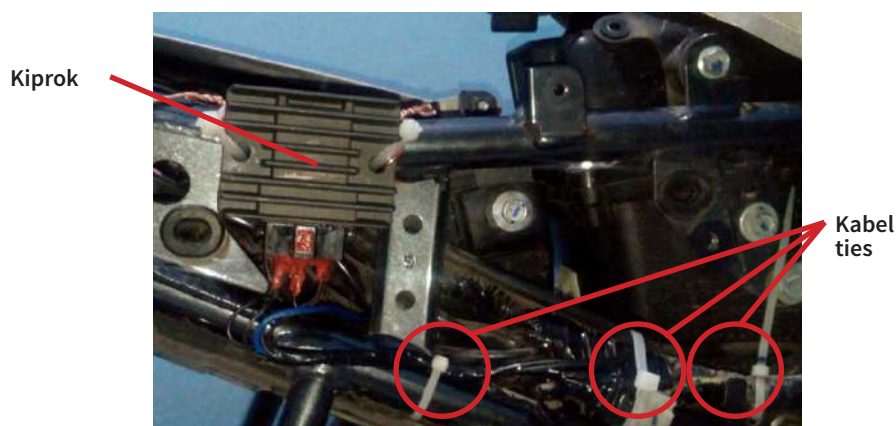
- 1) Kabel listrik atau kabel lain yang longgar dapat menjadi sumber kerusakan. Periksa kembali setelah melakukan pemasangan untuk memastikan kabel sudah terpasang dengan baik.
- 2) Pasang kabel pada rangka dengan menggunakan gelang pemasangan pada tempat yang ditentukan. Kencangkan gelang sedemikian rupa sehingga hanya bagian-bagian yang berisolasi yang menyentuh kabel.



Sumber: <https://tugassekolahkejuruan.blogspot.com/9/06/2019>

Gambar 5.13 Pemasangan gelang kabel

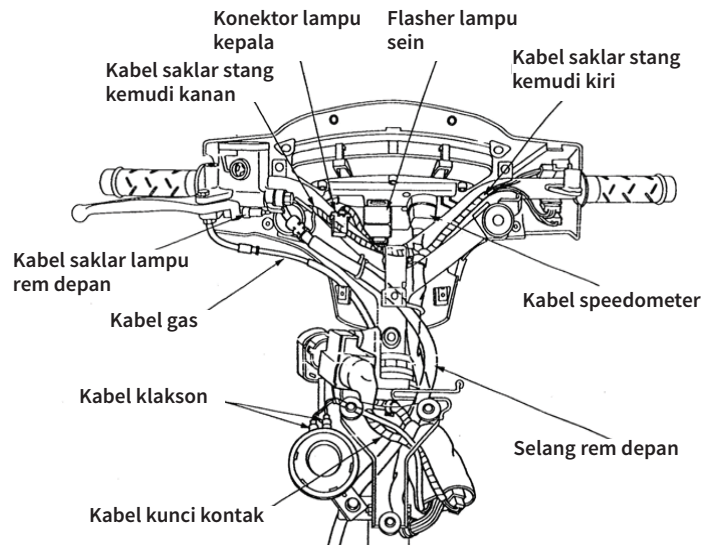
- 3) Tempatkan susunan kabel listrik sedemikian rupa sehingga tidak menyentuh ujung atau sudut-sudut yang tajam.
- 4) Jangan gunakan kabel listrik dengan isolasi yang rusak. Perbaiki terlebih dahulu dengan membalutnya dengan pita isolasi atau ganti dengan yang baru.
- 5) Jauhkan susunan kabel-kabel listrik dari bagian yang panas seperti knalpot.
- 6) Jepit (*clamp*) susunan kabel dengan menggunakan pengikat khusus atau kabel ties sedemikian rupa sehingga tidak terlalu terjepit atau longgar.



Sumber: <https://www.apritos.com/12/07/2019>

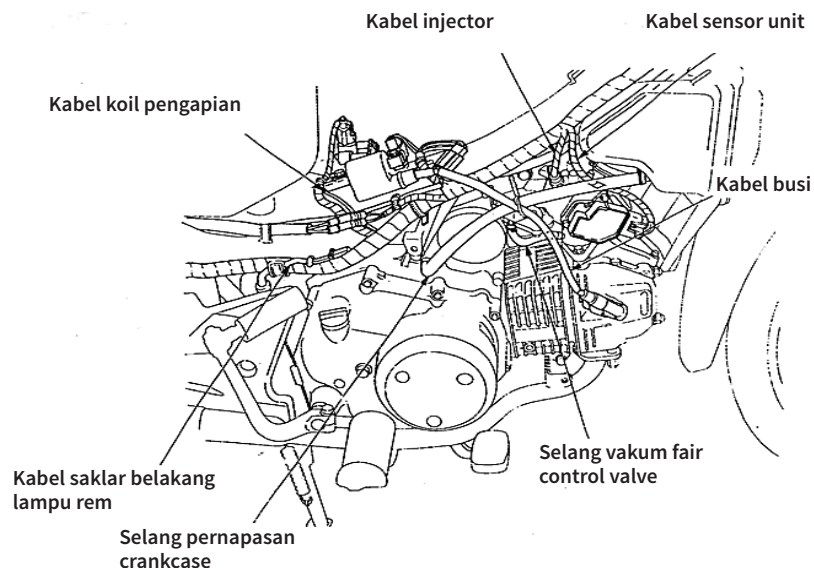
Gambar 5.14 Pemasangan penjepit kabel

- 7) Setelah pemasangan, periksa bahwa susunan kabel listrik tidak terpuntir atau tertekuk.
- 8) Jangan menekuk atau memuntir kabel pengontrol (misal kabel gas) karena dapat menyebabkan kabel pengontrol tidak dapat bekerja dengan lancar dan mungkin macet atau tersangkut.
- 9) Susunan kabel yang dipasang sepanjang stang kemudi tidak boleh ditarik kencang, atau dipasang terlalu longgar, terjepit/tertekuk atau terganggu oleh bagian-bagian disekitarnya pada semua posisi kemudi.
- 10) Tempatkan kabel-kabel pada jalurnya dengan tepat. Gambar berikut ini adalah contoh penempatan kabel-kabel pada jalur kabel yang ada pada salah satu merek sepeda motor.



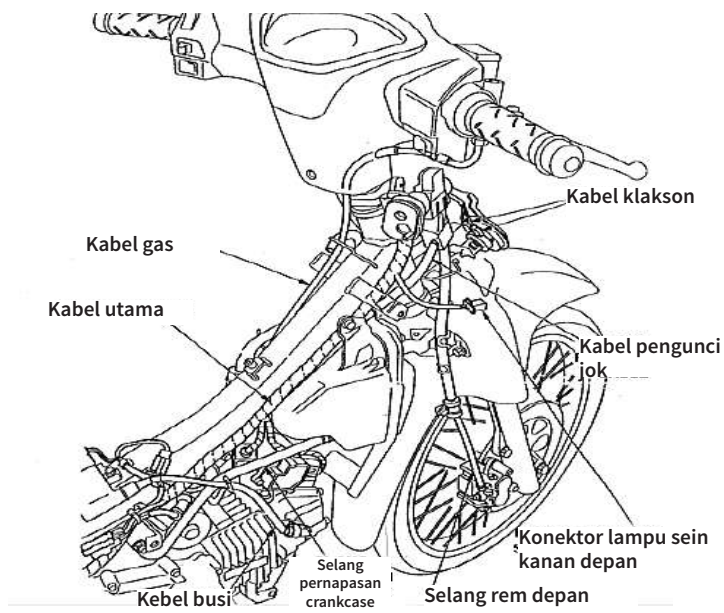
Sumber: <http://empatlawang84.blogspot.com> (9/06/2019)

Gambar 5.15 Peletakan kabel-kabel



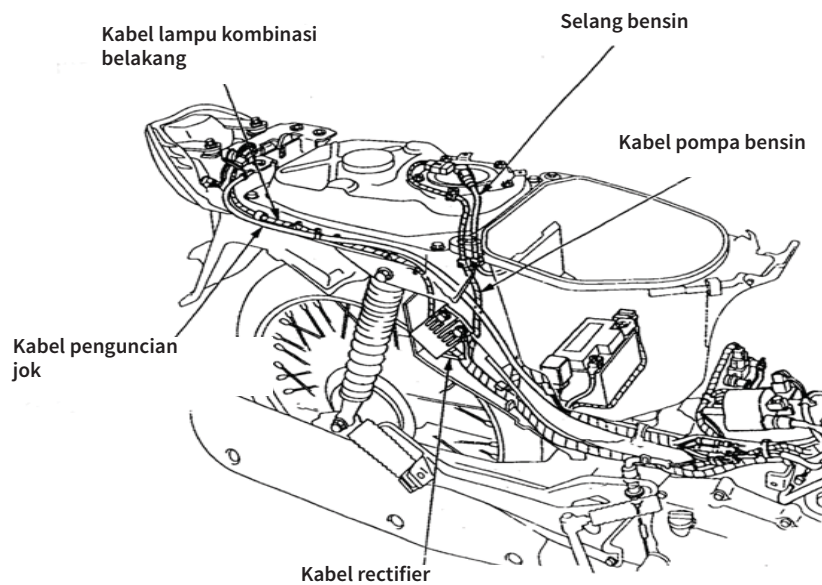
Sumber: <http://empatlawang84.blogspot.com> (9/06/2019)

Gambar 5.16 Peletakan kabel-kabel



Sumber: <http://empatlawang84.blogspot.com> (9/06/2019)

Gambar 5.17 Peletakan kabel-kabel



Sumber: <http://empatlawang84.blogspot.com> (9/06/2019)

Gambar 5.18 Peletakan kabel-kabel

h. Pemeriksaan Tegangan (Voltage) Pengisian

Tegangan (*voltage*) yang dihasilkan oleh sistem pengisian sepeda motor berguna untuk dialirkan ke baterai maupun rangkaian sistem kelistrikan agar dapat bekerja dengan baik. Untuk mengetahui dan memastikan bahwa sistem pengisian menghasilkan tegangan listrik, maka perlu untuk dilakukan langkah-langkah pemeriksaan sebagai berikut:

- 1) Hidupkan mesin sampai mencapai suhu kerja normal.
- 2) Ukur tegangan baterai menggunakan multimeter (skala voltmeter) seperti pada gambar di bawah:

Standar tegangan pengisian pada putaran 5.000 rpm:

13,0 – 16,0 V (Suzuki)

14,0 – 15,0 V (Honda)

14,5 V (Yamaha)

- 3) Baterai dalam keadaan normal jika tegangan yang diukur sesuai standar. Lihat bagian 3 (menemukan sumber-sumber kerusakan) untuk menentukan kemungkinan penyebab yang terjadi jika hasil tegangan pengisian tidak sesuai dengan standar.



Sumber: <https://slideplayer.info> (9/06/2019)

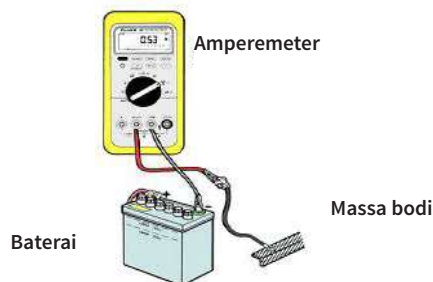
Gambar 5.19 Pengukuran tegangan pengisian

- a) Jangan memutuskan hubungan baterai kabel maupun juga pada sistem pengisian tanpa mematikan kunci kontak terlebih dahulu karena bisa merusak alat uji dan komponen listrik.
- b) Pastikan baterai berada dalam kondisi baik sebelum melakukan pemeriksaan sistem pengisian.

i. Pemeriksaan Kebocoran Arus

Adanya kebocoran arus listrik menyebabkan baterai mengalami pengosongan, sehingga bila kendaraan lama tidak digunakan maka energi listrik yang tersimpan pada baterai dapat berkurang cukup banyak sehingga mesin pada sepeda motor sulit dihidupkan. Untuk itu perlu dilakukan pemeriksaan kebocoran arus listrik pada baterai dengan prosedur sebagai berikut:

- 1) Matikan kunci kontak (putar ke posisi OFF) lalu lepaskan kabel negatif dari terminal baterai.
- 2) Hubungkan jarum positif (+) amperemeter ke kabel negatif baterai (massa) dan jarum negatif (-) ke terminal negatif baterai seperti gambar di bawah: Standar kebocoran arus : maksimum 1 A



Sumber: <https://nanopdf.com> (9/06/2019)

Gambar 5.20 Pengukuran kebocoran arus listrik pada baterai

- 3) Jika kebocoran arus melebihi standar yang ditentukan, kemungkinan terjadi korslet pada rangkaian sistem pengisian. Periksa dengan melepas satu persatu sambungan-sambungan pada rangkaian sistem pengisian sampai jarum penunjuk ampere meter tidak bergerak.

j. Pemeriksaan Saklar (Switch)

Saklar merupakan komponen kelistrikan yang berfungsi untuk memutuskan dan menghubungkan arus listrik. Kondisi saklar (switch) yang rusak akan mengakibatkan kerja mengallrkan dan memtuska arus listriknya tidak akan bekerja dengan baik, oleh karena itu peru dilakukan langkah-langkah pemeriksaan saklar, yaitu sebagai berikut:

- 1) Periksa sambungan antar terminal yang ada switch (konektor switch) dengan menggunakan multimeter (skala Ohm meter x 1Ω) untuk menentukan benar atau baik tidaknya sambungan.
- 2) Tanda "0" menunjukkan terminal memiliki hubungan (kontinuitas), yaitu sirkuit/ rangkaian tertutup pada posisi *switch* yang ditunjukkan (bersangkutan).
- 3) Jika terdapat sambungan kurang baik atau tidak ada hubungan (kontinuitas), perbaiki atau ganti (bila perlu) *switch* tersebut.

Catatan:

- a) Warna kabel pada switch (konektor switch) setiap merek sepeda motor kemungkinan berbeda, lihat buku manual yang bersangkutan untuk lebih jelasnya.
- b) Bentuk switch setiap merek sepeda motor kemungkinan berbeda, lihat buku manual yang bersangkutan untuk lebih jelasnya.
- c) Tabel berikut ini adalah contoh pemeriksaan switch (saklar) pada sepeda motor Honda Supra PGM-FI.

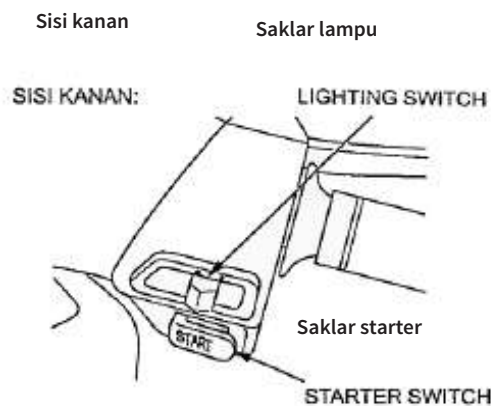
SAKLAR PADA STANG KEMUDI KANAN

Saklar Starter

	ST	E
Bebas		
Tekan	●	●
Warna	Y/R	G

Saklar Lampu

	C1	TL
*		
(N)	●	●
H	●	●
Warna	Y/R	Br



Sumber: [http://empatlawang84.blogspot.com \(9/06/2019\)](http://empatlawang84.blogspot.com (9/06/2019))

Gambar 5.21 Sambungan switch lampu pada kanan stang

SAKLAR PADA STANG KEMUDI KIRI

Saklar Lampu Dim

	(HL)	Lo	Hi
Lo	●	●	
(N)	●	●	●
Hi	●		●
Warna	Br	W	Bu

Saklar Lampu Sein

	(HL)	Lo	Hi
R	●	●	
N			
L		●	●
Warna	Lb	Gr	O

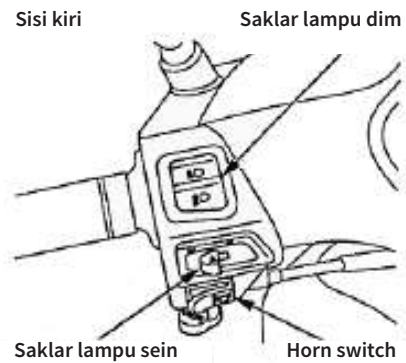
Saklar Klakson

	Ho	BAT
Bebas		
Tekan	●	●
Warna	Lg	Bl

Kunci Kontak

	Ho	BAT
ON	●	●
OFF		
LOCK		
Warna	R	Bl

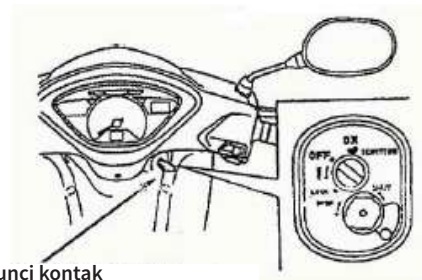
Bl = Hitam
R = Merah



Sumber: <http://empatlawang84.blogspot.com/9/06/2019>

Gambar 5.22 Sambungan switch lampu pada kiri stang

Br = Coklat W = Putih
Lb = Biru muda Gr = Abu-abu
Bl = Hitam R = Merah
G = Hijau Y/R = Kuning/merah



Sumber: <http://empatlawang84.blogspot.com/9/06/2019>

Gambar 5.23 Peta sambungan switch kunci kontak

k. Pemeriksaan Lampu Kepala

Jika lampu kepala (depan) tidak menyala periksalah bagian-bagian berikut.

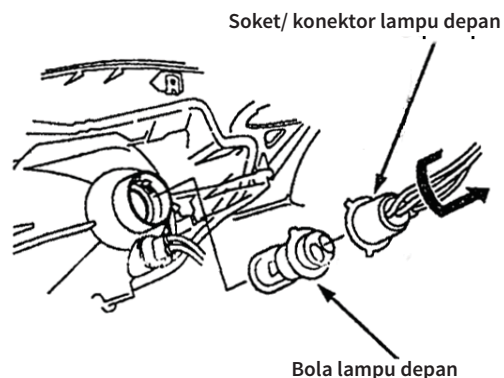
- 1) Periksa bola lampu, ganti bila bola lampu putus.
- 2) Periksa tahanan lighting coil (kumparan penerangan atau spul lampu).

Catatan:

Standar tahanan dan warna kabel kumparan penerangan berbeda setiap merek sepeda motor, lihat buku manual masing-masing. Jika hasil pengukuran terlalu dari standar, ganti kumparan penerangan atau stator alternator.

- 3) Periksa saklar (switch) lampu.
- 4) Periksa saklar lampu jauh dekat (dimmer switch). Untuk memeriksa tegangannya sebagai berikut.

- a) Hubungkan multimeter (skala voltmeter) terminal (+) ke konektor lampu jauh maupun lampu dekat secara bergantian (bergantung pada posisi saklar dimmer tersebut).
- b) Hubungkan terminal (-) multimeter ke massa atau kabel menuju massa.



Sumber: [http://empatlawang84.blogspot.com \(9/06/2019\)](http://empatlawang84.blogspot.com (9/06/2019))

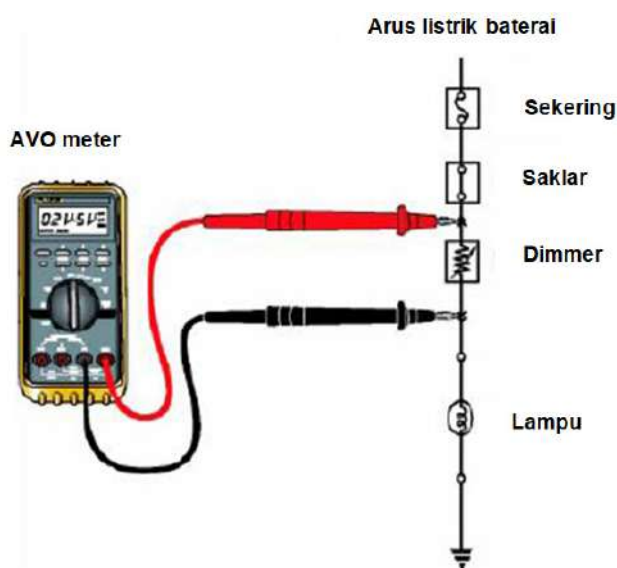
Gambar 5.24 Konektor lampu depan

- c) Hidupkan mesin.
- d) Geser saklar lampu ke posisi ON.
- e) Geser saklar dimmer ke posisi lampu dekat atau ke lampu jauh bergantian.
- f) Multimeter harus menunjukkan tegangan sebesar tegangan baterai (12 V) pada sambungan konektor bola lampu depan tersebut.

Catatan:

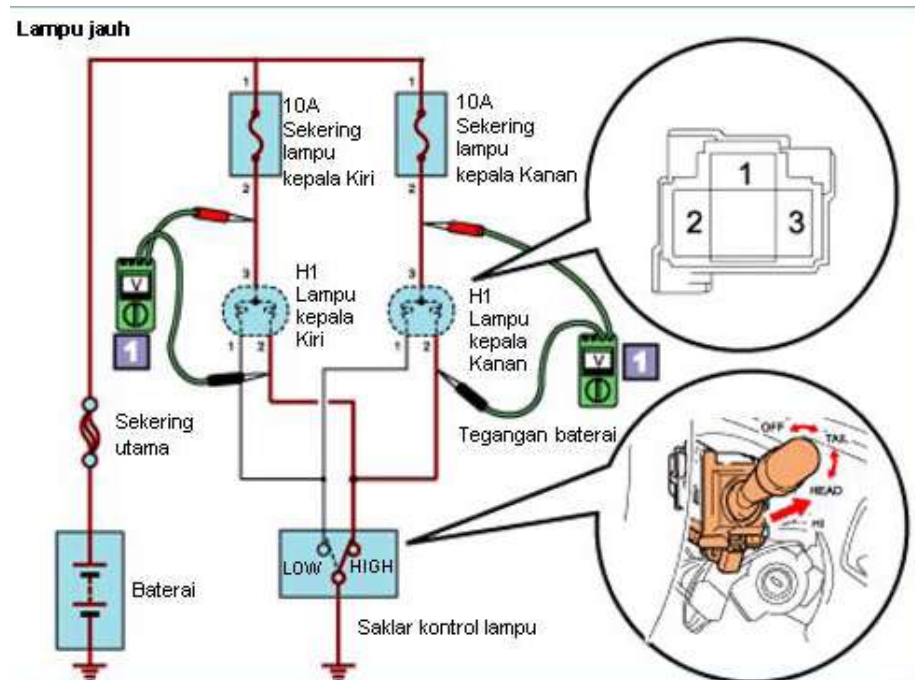
Jika tegangan yang diperoleh di luar spesifikasi, terdapat kerusakan rangkaian kabel dari kunci kontak ke sambungan soket tersebut.

- 5) Periksa sambungan kabel. Periksa seluruh sambungan kabel sistem penerangan. Perbaiki jika ada yang rusak, terputus, longgar, dan sebagainya.
- 6) Periksa kondisi tiap sirkuit/rangkaian sistem penerangan.
- 7) Periksa tegangan pada rangkaian sistem penerangan pada posisi sebelum dan setelah saklar dim (dimmer switch) dengan menggunakan AVO meter saat switch ON. Standar pengukuran harus menunjukkan 12 Volt.



Sumber: [https://docplayer.info \(10/06/2019\)](https://docplayer.info (10/06/2019))

Gambar 5.25 Pemeriksaan tegangan pada rangkaian sistem penerangan dengan AVO meter pada posisi sebelum dan sesudah saklar dim



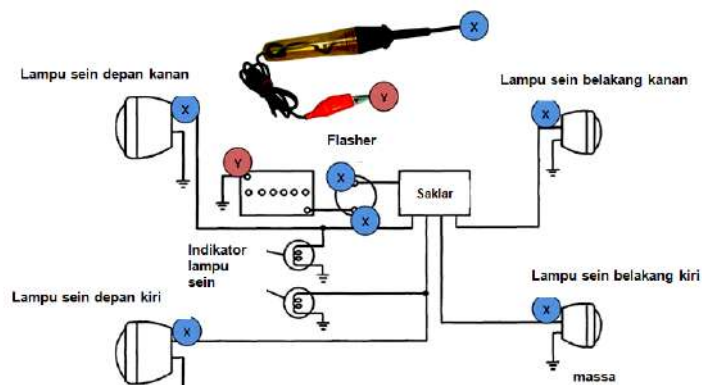
Sumber: <https://docplayer.info/10/06/2019/>

Gambar 5.26 Pemeriksaan tegangan rangkaian sistem penerangan pada posisi pengukuran lampu kepala kiri dan lampu kepala kanan

L. Pemeriksaan Lampu Sein

Jika lampu tanda belok (sein) tidak menyala periksalah pada bagian berikut.

- 1) Bola lampu ganti bila bola lampu putus.
- 2) Sekring ganti jika sekring terbakar atau putus. Periksa sambungan kabel rangkaian sistem lampu sein. Perbaiki jika ada yang rusak, terputus, longgar, dan sebagainya.
- 3) Periksa relay (*flasher*) lampu sein. Jika seluruh sambungan dan kabel sistem lampu sein masih bagus, periksa relay lampu sein dengan cara menghubungkan terminal yang ada dalam lampu sein menggunakan kabel jumper. Kemudian periksa nyala lampu sein dengan memposisikan saklar lampu sein ke ON. Jika lampu sein menyala berarti relay rusak dan harus diganti dengan yang baru.
- 4) Periksa rangkaian sistem lampu sein dengan menggunakan tes lampu seperti pada contoh Gambar 5.26. Tempatkan kabel tester pada negatif (-) baterai dan pindahkan ujung tester lampu tes ke setiap titik arus. Pada kondisi kunci kontak ON dan saklar sein On (kiri atau kanan) lampu tes harus menyala.



Sumber: <https://www.autoexpose.org/9/06/2019/>

Gambar 5.27 Pemeriksaan rangkaian lampu sein dengan menggunakan lampu tes (test lamp)

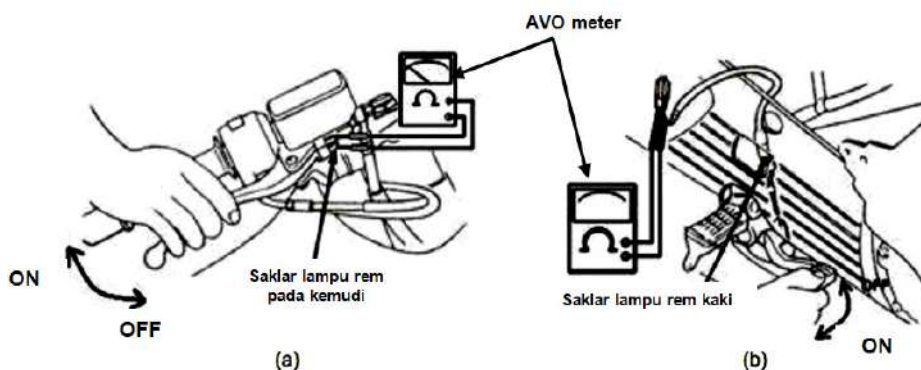
m. Pemeriksaan Switch Lampu Rem

Penempatan lampu rem di bagian belakang sepeda motor, dan dijadikan satu dengan lampu belakang (*tail light*), namun saklar atau *switch* rem ditempatkan pada mekanis pedal rem kaki dan rem tangan (kemudi). Bila pedal rem diinjak/ditarik maka saklar rem ON dan lampu rem menyala. Saat sepeda motor melakukan pengereman saklar ON maka aliran listrik dari baterai sekering saklar lampu stop massa. Aliran arus listrik tersebut menjadikan lampu stop menyala. Beberapa gangguan yang terjadi pada sistem lampu rem sepeda motor, sebagai berikut.

- 1) Lampu rem tidak menyala, kemungkinan kerusakannya pada:
 - Switch rem tidak bekerja (tidak menyambung);
 - kabel-kabel dari baterai ke switch rem dan dari switch rem ke lampu rem tidak tersambung;
 - massa/body untuk kedudukan lampu rem kotor/karat;
 - filament lampu rem putus; atau
 - sekring putus.
- 2) Lampu rem menyala tidak mau mati, kemungkinan kerusakannya pada
 - Switch rem tidak bekerja (tidak memutus);
 - Switch rem setelahnya terlalu tertarik; atau
 - Ada kabel dari baterai yang langsung tersambung dengan lampu rem.

Beberapa cara memeriksa switch rem depan dan belakang menggunakan AVO meter dapat dilakukan, sebagai berikut.

- 1) Posisikan selektor AVO meter pada posisi $\times 1\Omega$, lalu hubungkan tester (+) dengan tester (-) dan pastikan posisi jarum penunjuk di posisi 0, jika tidak atur penyetelan kalibrasinya.
- 2) Putuskan/lepaskan semua kabel *switch* rem depan maupun belakang yang dihubungkan dengan alat lain pada sambungannya, lalu tes dengan ohm meter sebagai berikut.
 - Kabel hijau kuning dihubungkan dengan positif Ohm meter dan negatif Ohm meter dihubungkan dengan kabel hitam.
 - Jika *handle* rem ditarik atau pedal rem diinjak, jarum ohm meter bergerak. Jika *handle*/pedal dilepas jarum Ohm meter diam.Bila keadaanya demikian berarti kondisi *switch* rem dikatakan baik.



Sumber: <https://totalotomotif.com/9/06/2019>

Gambar 5.27 Pemeriksaan Switch lampu rem

Rangkuman dan Evaluasi Materi Bab V

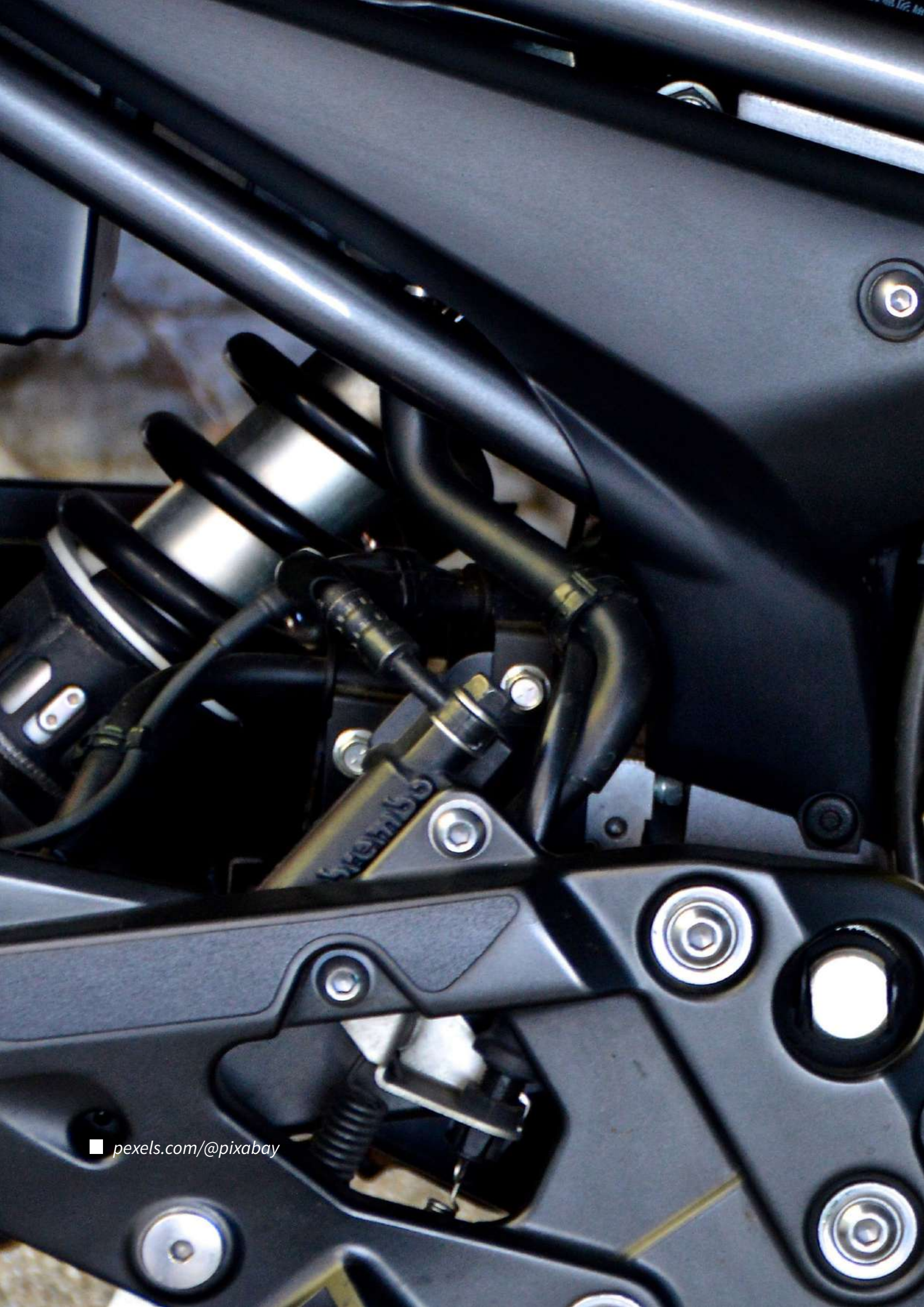
A. Rangkuman

1. Fungsi sistem penerangan adalah sebagai penerangan jalan kepada pengemudi dan orang lain untuk ketertiban dan keselamatan bersama baik pada kondisi malam hari maupun siang hari. Sistem penerangan pada sepeda motor meliputi sistem penerangan lampu kepala, sistem penerangan lampu kota dan lampu belakang, lampu rem, lampu sein, dan hazard serta sistem lampu panel.
2. Lampu kepala terletak di depan kendaraan (sepeda motor) yang berfungsi sebagai penerangan jalan sekaligus agar terlihat posisi pengendara oleh orang lain pada malam hari maupun siang hari. Sistem lampu kepala terdiri atas lampu jauh dan lampu dekat. Lampu dekat digunakan sebagai penerangan jalan terutama pada malam hari sedangkan lampu jauh sering digunakan sebagai tanda pengganti klakson. Berdasarkan sumbernya, sistem lampu kepala pada sepeda motor yaitu sistem arus DC dan sistem arus AC.
3. Sistem lampu rem pada sepeda motor berfungsi untuk memberikan tanda kepada pengemudi sepeda motor di belakang agar menjaga jarak karena kendaraan di depan akan mengurangi atau memperlambat laju kecepatan kendaraan. Lampu rem atau *brake lamp* atau *stop lamp* merupakan salah satu bagian dari sistem penerangan yang ada pada kendaraan. Lampu rem terletak pada bagian belakang kendaraan dan pada umumnya bohlam lampu rem menjadi satu dengan bohlam lampu belakang (kota).
4. Sistem lampu sein pada sepeda motor untuk memberikan tanda kepada pengendara sepeda motor yang berada di depan maupun di belakang bahwa kendaraan yang dikendarainya akan berbelok. Sistem lampu sein pada sepeda motor merupakan salah satu komponen terpenting, sedangkan untuk lampu hazard hanya sebagian saja sepeda motor yang menggunakannya.
5. Sistem lampu panel pada kelistrikan sepeda motor merupakan perlengkapan sepeda motor berupa alat ukur (*meter indicator*) dan instrumen lampu tanda peringatan (*warning light indicator*) berfungsi untuk memberikan informasi kepada pengendara keadaan sepeda motor tersebut. Sistem instrumentasi pada sepeda motor tidak sama jumlahnya, mulai dari sepeda motor dengan instrumentasi sederhana sampai dengan sepeda motor yang dilengkapi instrumen yang banyak.
6. Sistem instrumentasi lengkap terdiri atas speedometer (pengukur kecepatan kendaraan), *tachometer* (pengukur putaran mesin), ammeter (pengukur arus listrik), voltmeter (pengukur tegangan listrik), *clock* (jam), *fuel and temperature gauges* (pengukur suhu dan bahan bakar), *oil pressure gauge* (pengukur tekanan oli), dan sebagainya. Sama halnya dengan sistem instrumentasi, sistem tanda peringatan (*warning system*) pada sepeda motor juga tidak sama jumlahnya
7. Prosedur pemeriksaan dan perbaikan sistem penerangan
 - a. Pemeriksaan Umum pada Baterai
 - b. Pemeriksaan Sambungan (Konektor)
 - c. pemeriksaan sekering (fuse)
 - d. Pemeriksaan Tegangan (Voltage) Pengisian
 - e. Pemeriksaan Kebocoran Arus
 - f. Pemeriksaan Saklar (Switch)
 - g. Pemeriksaan Lampu Kepala
 - h. Pemeriksaan Lampu Sein
 - i. Pemeriksaan Switch Lampu Rem

B. Soal Evaluasi

Jawablah pertanyaan-pertanyaan dibawah ini dengan singkat dan jelas!

1. Jelaskan fungsi sistem penerangan pada sepeda motor!
2. Sebutkan bagian-bagian dari sistem penerangan pada sepeda motor!
3. Jelaskan cara kerja sistem penerangan lampu kepala arus DC!
4. Sebutkan komponen sistem lampu kepala pada sepeda motor!
5. Jelaskan fungsi dari baterai pada rangkaian sistem penerangan sepeda motor!
6. Jelaskan fungsi dari saklar rem pada sistem lampu rem sepeda motor!
7. Jelaskan fungsi dari sistem lampu sein pada sepeda motor!
8. Sebutkan kelengkapan yang tersedia pada panel instrumen sepeda motor!
9. Sebutkan jenis-jenis gangguan yang sering terjadi pada sistem penerangan sepeda motor!
10. Jelaskan prosedur pemeriksaan dan perbaikan pada sistem penerangan sepeda motor!





BAB 6

SISTEM INJEKSI BAHAN BAKAR PADA SEPEDA MOTOR

A. Sistem Injeksi Bahan Bakar

Sistem injeksi bahan bakar pada sepeda motor sekarang ini sudah mulai banyak digunakan pada berbagai merk sepeda motor dan semakin pesat dikembangkan teknologinya. Sistem injeksi bahan bakar yang dikenal dengan istilah sistem EFI (*Electronic Fuel Injection*) merupakan sistem bahan bakar yang telah terprogram. Secara umum, penggantian sistem bahan bakar konvensional ke sistem EFI dimaksudkan agar dapat meningkatkan unjuk kerja dan tenaga mesin (*power*) yang lebih baik, akselerasi yang lebih stabil pada setiap putaran mesin, pemakaian bahan bakar yang ekonomis (*irit*), dan menghasilkan kandungan racun (*emisi*) gas buang yang lebih sedikit sehingga bisa lebih ramah terhadap lingkungan. Selain itu, kelebihan dari mesin dengan sistem injeksi bahan bakar ini adalah lebih mudah dihidupkan pada saat lama tidak digunakan, serta tidak terpengaruh pada temperatur di lingkungannya

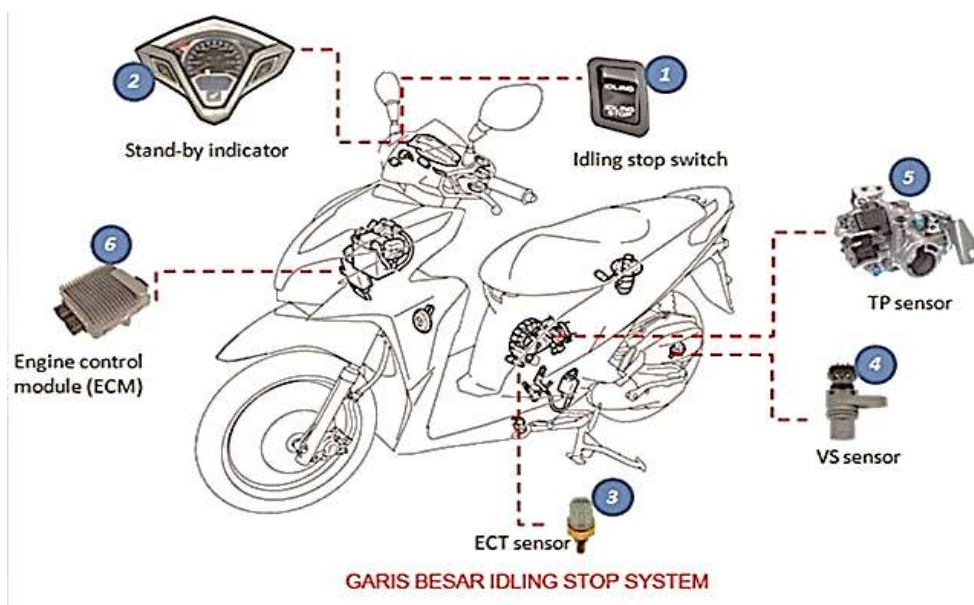
1. Fungsi dan Tujuan

Sistem injeksi bahan bakar merupakan langkah inovasi yang sebenarnya sudah mulai diterapkan pada sepeda motor dalam jumlah terbatas di tahun 1980-an, dimulai dari sistem injeksi mekanis kemudian berkembang menjadi sistem injeksi elektronik. Sistem injeksi mekanis disebut juga sistem injeksi kontinu (*K-Jetronic*) karena injektor menyemprotkan bahan bakar secara terus menerus ke setiap saluran masuk (*intake manifold*). Sedangkan, sistem injeksi elektronik atau yang lebih dikenal dengan *Electronic Fuel Injection* (EFI), volume dan waktu penyemprotan bahan bakar dilakukan secara elektronik.

Sistem EFI disebut juga dengan sistem *Electronic Gasoline Injection* (EGI) atau sistem *Electronic Petrol Injection* (EPI). Sedangkan, pada berbagai merek sepeda motor banyak juga istilah dan nama yang digunakan seperti *Programmed Fuel Injection* (PGM-FI) pada sepeda motor Honda, *Discharge Pump-Fuel Injection* (DCP-FI) pada sepeda motor Suzuki, dan *Yamaha Mixture Jet-Fuel Injection* (YMZ-FI) pada sepeda motor Yamaha dan kesemuanya merupakan bagian dari Sistem Manajemen Mesin (*Engine Management System*).

Secara umum fungsi dan tujuan penggantian sistem bahan bakar konvensional ke sistem EFI dimaksudkan sebagai berikut.

- Meningkatkan unjuk kerja dan tenaga mesin (*power*) yang lebih baik.
- Skelarasi yang lebih stabil pada setiap putaran dan beban kerja mesin.
- Pemakaian bahan bakar yang ekonomis (irit).
- Meminimalisasi kandungan racun (emisi) gas buang yang lebih ramah terhadap lingkungan.
- Lebih mudah dihidupkan pada saat lama tidak digunakan dan tidak terpengaruh oleh temperatur di lingkungan sekitarnya



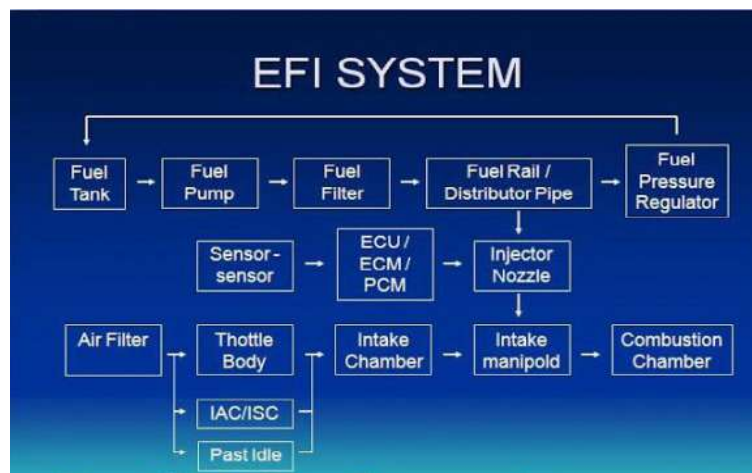
Sumber: <http://agungwibowo92.blogspot.com> (12/06/2019)

Gambar 6.1 Garis besar sistem injeksi pada sepeda motor

2. Prinsip Kerja

Sistem injeksi bahan bakar (EFI) adalah suatu sistem yang menyalurkan bahan bakar dengan menggunakan pompa bahan bakar elektrik dengan tekanan tertentu dan mencampurnya dengan udara di dalam saluran masuk (*intake manifold*) ke ruang bakar. Pada sistem EFI umumnya proses penginjeksian bahan bakar terjadi dalam *intake manifold*, kemudian saat katup masuk terbuka, udara dan bahan bakar yang sudah tercampur dan homogen dihisap masuk ke ruang bakar melalui katup masuk (*inlet valve*) akibat adanya perbedaan tekanan udara luar dengan tekanan udara dalam ruang bakar.

Secara ideal, prinsip kerja sistem EFI harus dapat mensuplai sejumlah bahan bakar untuk disemprotkan ke dalam saluran masuk dan bercampur dengan udara dalam perbandingan campuran yang tepat sesuai kondisi putaran dan beban kerja mesin. Pada Gambar 6.2 ditunjukkan skema diagram prinsip kerja aliran sistem injeksi bahan bakar (*Electronic Fuel Injectio*).



Sumber: <https://teknologi241.blogspot.com> (12/06/2019)

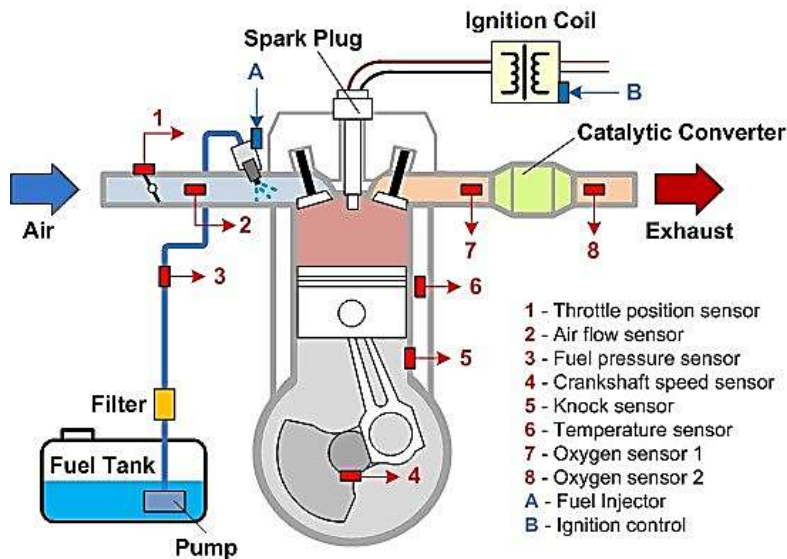
Gambar 6.2 Skema diagram kerja sistem EFI

3. Konstruksi Dasar

Secara umum konstruksi dasar sistem EFI dapat dibagi menjadi tiga bagian/sistem utama, yaitu

- sistem distribusi bahan bakar (*fuel delivery system*);
- sistem kontrol elektronik (*electronic control system*); dan
- sistem induksi/pemasukan udara (*air induction system*).

Ketiga sistem utama ini merupakan satu kesatuan dalam menghasilkan unjuk kerja mesin yang lebih optimal. Dalam sistem kerjanya ketiga bagian utama itu memiliki sensor-sensor yang bertugas mendeteksi dan memberikan informasi ke sistem *Electronic Control Unit* (ECU) untuk mengatur perbandingan bahan bakar dan udara yang sesuai dengan kondisi kecepatan putaran. Beban kerja mesin yang berujung pada pencapaian proses pembakaran sempurna melalui kerja beberapa aktuator, yaitu peralatan mekanis yang berfungsi untuk menggerakkan atau mengontrol sebuah mekanisme atau sistem melalui perubahan sinyal listrik menjadi gerakan mekanis. Skema konstruksi dasar sistem injeksi bahan bakar pada sepeda motor ditampilkan pada Gambar 6.3.



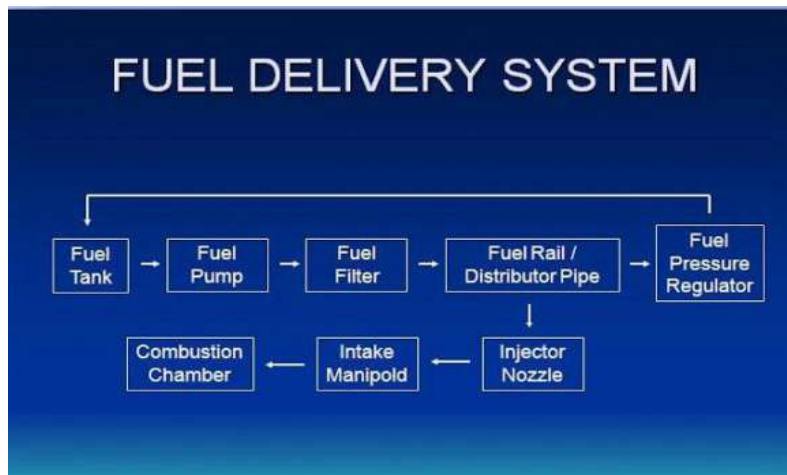
Sumber: [https://motogokil.com \(12/06/2019\)](https://motogokil.com (12/06/2019))

Gambar 6.3 Skema konstruksi dasar sistem injeksi sepeda motor

a. Sistem Distribusi Bahan Bakar (Fuel Delivery System)

Bahan bakar (bensin) berada dalam tangki bahan bakar akan dihisap dan ditekan pompa bensin elektrik yang dikontrol kerjanya oleh *Electronic Control Module (ECM)* atau *Electronic Control Unit (ECU)*, melewati saringan bahan bakar (*fuel filter*) kemudian dialirkan ke injektor yang cara bekerjanya dikontrol ECM. Bahan bakar bertekanan tersebut kemudian disemprotkan oleh injektor ke dalam saluran masuk (*intake manifold*) dan ketika katup masuk terbuka maka akan dihisap oleh gerakan piston ke dalam ruang bakar (*combustion chamber*).

Untuk menjaga agar tekanan bahan bakar di dalam saluran bahan bakar memiliki tekanan yang tetap terjaga maka dipasang pengatur tekanan bahan bakar (*fuel pressure regulator*). Lihat Gambar 6.4 skema diagram kerja sistem penyaluran bahan bakar (*fuel delivery system*).



Sumber: [https://teknologi241.blogspot.com \(12/06/2019\)](https://teknologi241.blogspot.com (12/06/2019))

Gambar 6.4 Skema diagram kerja sistem penyaluran bahan bakar

Pada skema diagram kerja sistem penyaluran bahan bakar (*fuel Delivery System*) lamanya waktu dan cara penginjeksian bahan bakar pada injektor secara umum dibagi dalam 3 cara, yakni

- 1) terputus-putus (*intermittent injection system*);
- 2) pengaturan waktu (*timed injection system*); dan
- 3) berlanjut (*continuous injection system*).

Ketiga cara penyemprotan bahan bakar yang dilakukan injektor sebagai berikut.

- 1) Model terputus-putus (*intermittent system*) yaitu model penyemprotan bahan bakar yang dilakukan oleh injektor secara terputus-putus dan tidak berdasarkan kondisi kerja katup masuk (*inlet valve*) terbuka atau tertutup. Terbuka dan tertutupnya injektor tidak melihat kondisi kerja *intake valve*. Sistem penyemprotan atau penginjeksian model ini disebut dengan model sistem injeksi modulasi (*modulation injection system*).
- 2) Model saat tertentu (*timed injection system*) yaitu model penyemprotan bahan bakar yang dilakukan oleh injektor pada saat tertentu berdasarkan kondisi kerja katup masuk (*inlet valve*) terbuka.
- 3) Model terus menerus (*continuous injection system*) yaitu model penyemprotan bahan bakar yang dilakukan oleh injektor secara terus menerus selama mesin hidup.

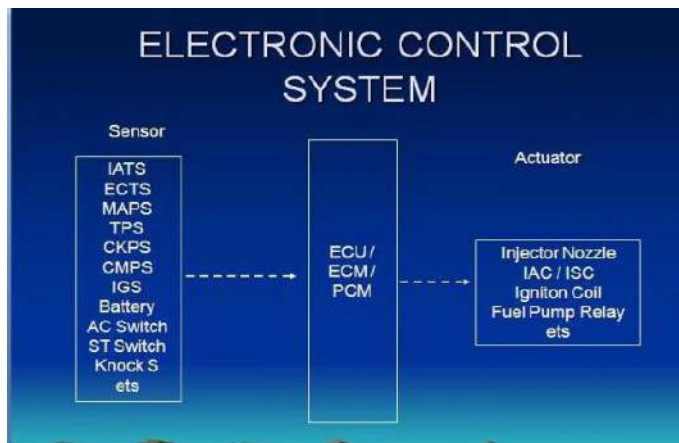
b. Sistem Kontrol Elektrik (Electronic Control System)

Komponen sistem kontrol elektronik terdiri atas beberapa sensor (pengindera) seperti *Manifold Absolute Pressure* (MAP) sensor, *Throttle Position* (TP) sensor, *Intake Air Temperature* (IAT) sensor, *bank angle* sensor, *Engine Oil Temperature* (EOT) sensor, dan sensor-sensor lainnya. Pada sistem ini terdapat *Electronic Control Unit* (ECU) atau *Electronic Control Module* (ECM) dan komponen-komponen tambahan lainnya seperti *Data Link Connector* (DLC) yaitu semacam soket atau konektor yang dihubungkan dengan engine *analyzer* untuk mencari sumber kerusakan komponen.

ECM pada sistem EFI merupakan otak dari bekerjanya aktuator-aktuator pada sistem EFI yang didasarkan data masukan dari bekerjanya sensor-sensor. ECM ini akan mengatur secara keseluruhan kinerja dari mesin selama mesin beroperasi, adapun yang diatur oleh ECM sebagai berikut.

- 1) Menentukan waktu yang dibutuhkan untuk menyemprotkan (menginjeksikan) bahan bakar dengan durasi waktu cepat atau lama.
- 2) Mengontrol waktu pengapian agar waktu pengapian dapat terjadi tepat sesuai dengan kebutuhan kecepatan putaran dan beban kerja mesin.
- 3) Menjaga mesin agar tidak terjadi detonasi dengan cara memajukan atau memundurkan saat pengapian jika sensor *knocking* mendeteksi adanya gejala detonasi.
- 4) Mengontrol *cold start injector* untuk beroperasi saat kondisi mesin masih dingin sehingga campuran udara dan bahan bakar menjadi gemuk dan mesin akan lebih mudah untuk menyala pada kondisi dingin.
- 5) Mengontrol aliran udara selama mesin hidup pada putaran *idle* (*stationer*), melalui katup *Idle Speed Control* (ISC), putaran sedang dan putaran tinggi
- 6) Mengatur kerja kipas pendinginan. Pada saat mesin sudah mencapai temperatur sekitar 80o C, kipas pendingin akan bekerja sehingga tidak akan terjadi panas yang berlebihan (*overheating*).

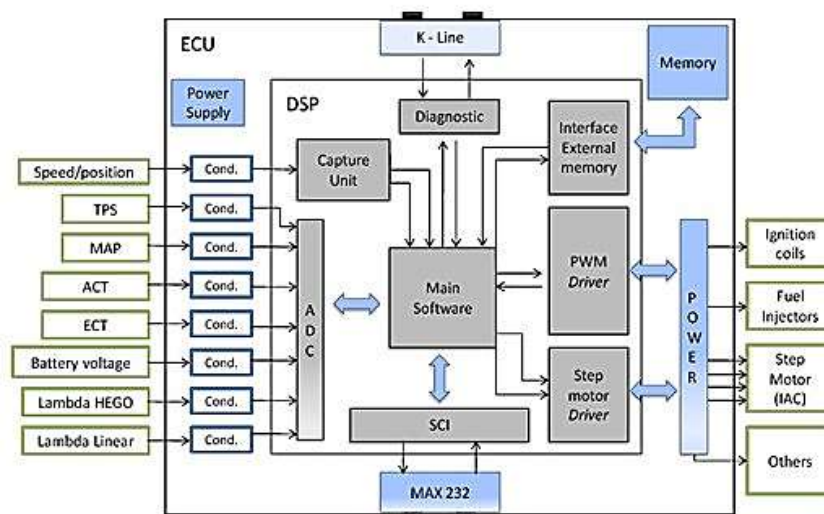
Lihat Gambar 6.5 skema diagram kerja sistem kontrol elektronik (*electronic control system*) pada sistem injeksi bahan bakar pada sepeda motor.



Sumber: <https://teknologi241.blogspot.com> (12/06/2019)

Gambar 6.5 Skema diagram kerja sistem kontrol elektronik

Secara umum, prinsip kerja dari ECM hampir sama dengan prinsip kerja *Central Processing Unit* (CPU) pada komputer. Jika CPU komputer akan mengolah dan memproses semua perintah-perintah dan melakukan operasi terhadap data yang diperoleh dari memori atau informasi yang dimasukkan melalui perangkat keras (*hardware*) sehingga komputer nantinya dapat dioperasikan maka pada ECM akan mengalkulasikan data-data atau informasi yang diperoleh dari berbagai sensor-sensor yang ada pada kendaraan, kemudian akan mengolah data yang diterima untuk selanjutnya melakukan tindak lanjut menjalankan kerja mesin melalui kerja aktuator-aktuator yang ada pada kendaraan. Lihat Gambar 6.6 sebagai gambaran skema diagram kerja sistem ECM.



Sumber: <https://motogokil.com> (12/06/2019)

Gambar 6.6 Skema prinsip kerja ECU/ECM pada sistem injeksi sepeda motor

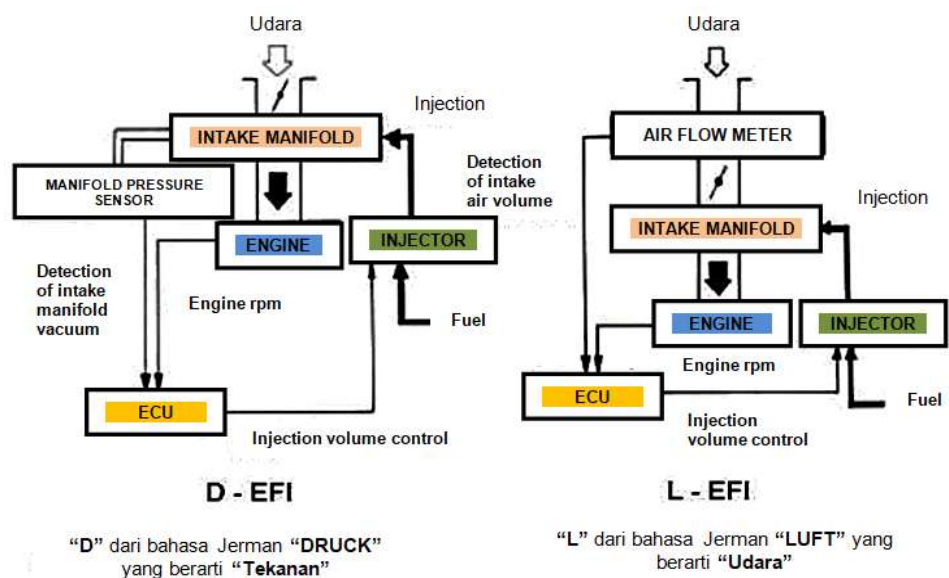
Sebagai contoh, pada sistem injeksi terdapat sensor *Water Temperatur Sensor* (WTS) yang terhubung dengan ECM. ECM akan memberikan tegangan (*signal*) input ke WTS kurang lebih sekitar 5 volt. Tegangan yang diterima ini akan diubah oleh sensor WTS berdasarkan suhu atau temperatur dari air pendingin. Tegangan ini selanjutnya akan dikembalikan ke ECM sebagai data inputan ECM mengenai temperatur dari air pendingin. Apabila temperatur air pendingin sudah panas sekitar 80o C maka ECM akan mengirimkan signal tegangan ke motor kipas (*fan motor*) sehingga kipas pendingin bekerja.

C. Sistem Induksi/Pemasukan Udara (Air Induction System)

Fungsi sistem induksi udara pada sistem EFI untuk menyalurkan udara yang bersih ke dalam ruang bakar (silinder), kemudian diinduksikan ke saluran masuk (*intake manifold*) dan masuk ke dalam ruang bakar (silinder). Komponen-komponen sistem induksi udara pada sistem injeksi dibedakan menjadi 2 (dua) tipe, yaitu sistem induksi udara tipe L-EFI dan sistem induksi udara tipe D-EFI.

Sensor-sensor yang terdapat pada sistem induksi udara ini berfungsi untuk memonitor atau mendeteksi keadaan temperatur/suhu udara, jumlah aliran udara yang masuk atau tekanan kevakuman dalam *intake manifold* maupun *throttle valve* melalui kerja sensor. Sinyal-sinyal dari sensor-sensor tersebut berguna sebagai masukan sinyal input ke ECM yang nantinya akan diolah oleh ECM dan akan digunakan untuk mengontrol kerja aktuator. Dua unit sistem induksi udara yang terdapat pada sistem EFI sebagai berikut.

- 1) Sistem D-EFI atau D-Jetronic berasal dari bahasa Jerman, *Druck* yang berarti tekanan, yaitu sistem yang mengatur banyaknya udara masuk ke *intake manifold* diukur berdasarkan besarnya kevakuman. *Input* jumlah udara yang masuk ke *intake air chamber* dari sensor yang dipasangkan di *intake manifold* atau *throttle body* akan dijadikan dasar penginjeksian oleh injektor. Pada mesin yang menggunakan sensor udara masuk dengan berdasarkan kevakuman maka perubahan kevakuman pada ruang *intake manifold* akan mengubah sinyal tegangan yang dikirim oleh sensor ke ECM. ECM kemudian akan mengirimkan perintah ke aktuator injektor untuk menyemprotkan bahan bakar.
- 2) Sistem L-EFI atau L-Jetronic berasal dari bahasa Jerman, *Luft* yang berarti aliran udara, yaitu sistem yang mengatur banyaknya udara masuk ke *intake manifold* diukur berdasarkan besarnya kecepatan aliran udara. Pada mesin yang menggunakan sistem induksi udara model ini *input* jumlah udara yang masuk ke *intake air chamber* dari sensor yang dipasangkan di *intake manifold* atau *throttle body* akan dijadikan dasar penginjeksian bahan bakar selain *input* dari putaran dan beban kerja mesin.

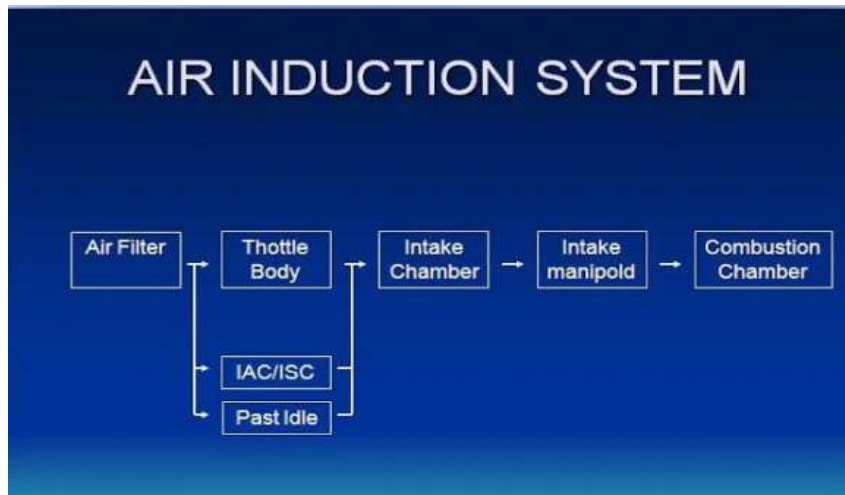


Sumber: <https://teknologi241.blogspot.com/12/06/2019>

Gambar 6.7 Dua skema diagram kerja model sistem induksi udara

Beberapa komponen utama terdapat pada sistem induksi udara sistem EFI yaitu

- saringan udara (*air filter*);
- *throttle body*;
- ruang masuk udara (*intake chamber*);
- saluran masuk (*intake manifold*);
- sensor temperatur udara (*Intake Air Temperatur Sensor /IATS*);
- sensor aliran udara masuk (*Air Flow Sensor/ Mass Air Flow/AFS/MAF*);
- sensor kevakuman *Manifold Absolute Pressure* (MAP); dan
- ruang bakar (*combustion chamber*).



Sumber: <https://teknologi241.blogspot.com> (12/06/2019)

Gambar 6.8 Skema diagram kerja sistem induksi udara

B. Komponen Sistem Injeksi Bahan Bakar

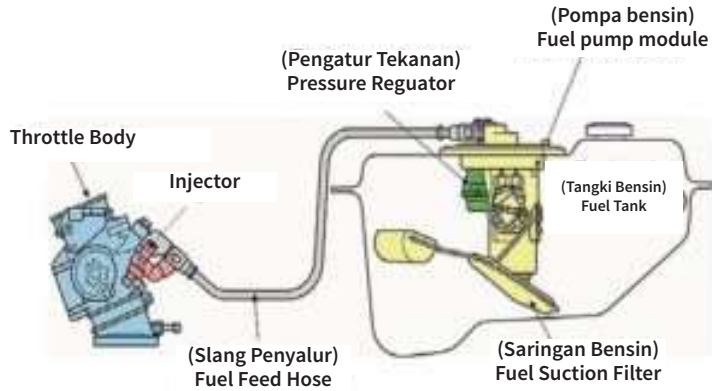
Sistem injeksi bahan bakar pada sepeda motor dapat kita bagi dalam 3 bagian sistem kerja utama, yakni 1) sistem penyaluran bahan bakar; 2) sistem kontrol elektronik; dan 3) sistem pemasukan udara. Masing-masing dari bagian sistem utama tersebut memiliki beberapa komponen elektronis dan mekanis agar dapat bekerja dengan optimal.

1. Komponen Sistem Penyaluran Bahan Bakar

Beberapa komponen yang termasuk dalam bagian sistem penyaluran bahan bakar, sebagai berikut.

a. Tangki Bahan Bakar (*Fuel Tank*)

Tangki bahan bakar pada sepeda motor dengan sistem injeksi berfungsi sebagai tempat atau wadah bahan bakar. Selain itu di dalam tangki bahan bakar juga terdapat pompa bensin, pressure regulator, dan saringan bensin.

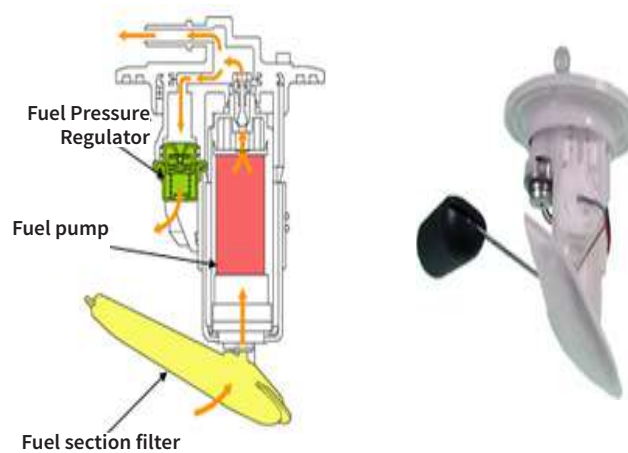


Sumber: <http://totalotomotif.com> (11/06/2019)

Gambar 6.9 Sistem penyaluran bahan bakar

b. Pompa Bahan Bakar (Fuel Pump)

Berfungsi memompa dan mengalirkan bahan bakar dari tangki bahan bakar ke injektor. Penyaluran bahan bakarnya harus lebih banyak dibandingkan dengan kebutuhan mesin supaya tekanan dalam sistem bahan bakar bisa dipertahankan setiap waktu walaupun kondisi mesin berubah-ubah.

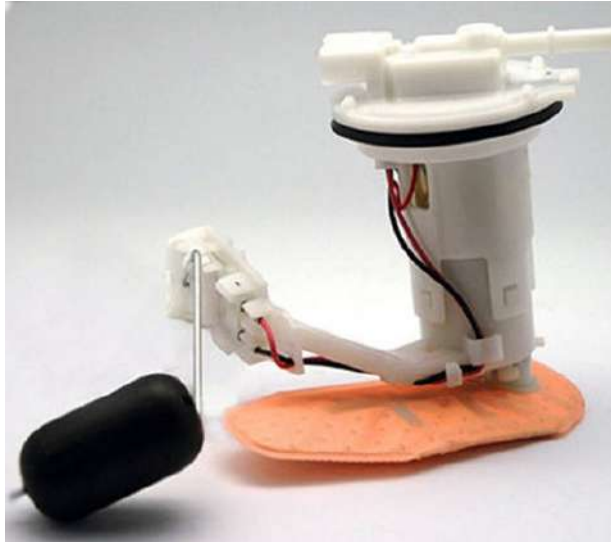


Sumber: <http://totalotomotif.com> (12/06/2019)

Gambar 6.10 Fuel pump module

c. Saringan Bahan Bakar (Fuel Filter)

Berfungsi untuk menyaring kotoran yang ada pada bahan bakar tidak masuk ke *throttle body*. Tentu saja jika kotoran sampai masuk, risikonya mesin akan bermasalah terutama pada lubang-lubang injektor sangat berisiko akan tersumbat. Jika tersumbat maka dapat menghalangi saluran bahan bakar yang mengarah ke ruang bakar.



Sumber: <https://www.federaloil.co.id> (12/06/2019)

Gambar 6.11 Saringan bensin (*fuel filter*)

d. Selang Bahan Bakar (*Fuel Rail/Distributor Pipe*)

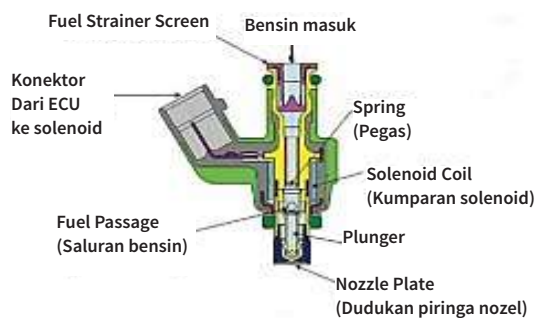
Berfungsi untuk mengalirkan bahan bakar dari tangki menuju injektor. Slang dirancang harus tahan terhadap tekanan bahan bakar akibat dipompa dengan tekanan minimal sebesar tekanan yang dihasilkan oleh pompa.

e. Pengatur Tekanan Bahan Bakar (*Fuel Pressure Regulator*)

Berfungsi untuk mengatur tekanan bahan bakar dalam sistem aliran bahan bakar agar tetap/konstan. Tekanan bahan bakar yang berada pada sistem PGM-FI dipertahankan pada 294 kpa (3,0 kgf/cm², 43 psi). Bila bahan bakar yang dipompa menuju injektor terlalu besar (tekanan bahan bakar melebihi 294 kpa (3,0 kgf/cm², 43 psi)) maka *pressure regulator* mengembalikan bahan bakar ke dalam tangki.

f. Injektor (*Injector Nozzle*)

Berfungsi untuk menyembrotkan bahan bakar ke saluran masuk sebelum katup masuk, namun ada juga yang ke throttle body. Volume penyemprotan disesuaikan oleh waktu pembukaan nozel/injektor. Lama dan banyaknya penyemprotan diatur oleh *Electronic/Engine Control Module (ECM)*.

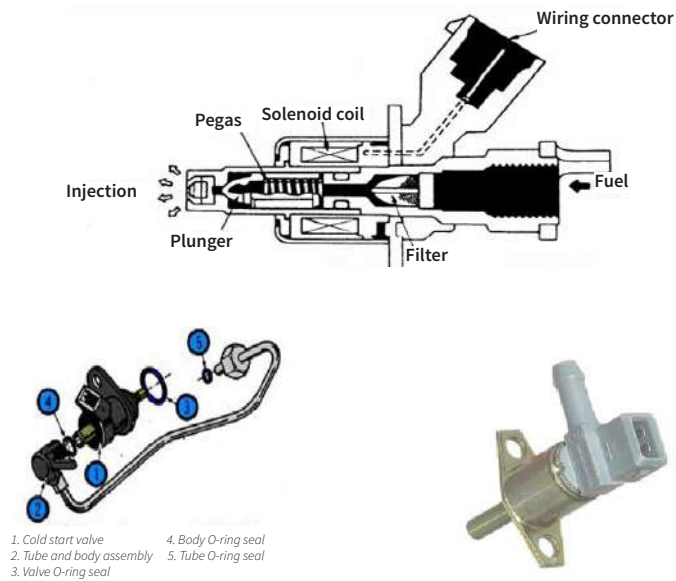


Sumber: <http://totalotomotif.com> (12/06/2019)

Gambar 6.12 Konstruksi injektor pada sistem PGM-FI

g. Cold Start Injector

Cold start injector dipasang di bagian tengah *air intake chamber*, berfungsi untuk memperbaiki kemampuan mesin pada waktu masih dingin. *Cold start injector* bekerja selama mesin di-start dan *temperature air* pendingin masih rendah. Lamanya injeksi maksimum dibatasi oleh *start injection time switch* untuk mencegah penggenangan bahan bakar. Apabila kunci kontak diputar ke posisi ST, arus mengalir ke *solenoid coil* dan *plunger* akan tertarik melawan tekanan pegas sehingga katup akan terbuka dan bahan bakar mengalir melalui ujung *injector*.



Sumber: [https://automotifae.blogspot.com \(12/06/2019\)](https://automotifae.blogspot.com (12/06/2019))

Sumber [http://efisistem.blogspot.com \(12/06/2019\)](http://efisistem.blogspot.com (12/06/2019))

Gambar 6.13 Cold start injector

h. Saluran Masuk (Intake Manifold)

Berfungsi untuk menyalurkan campuran udara dan bahan bakar dari alat pencampur bahan bakar dan udara ke dalam ruang bakar pada silinder.

i. Ruang Bakar (Combustion Chamber)

Berfungsi sebagai tempat pembakaran campuran bahan bakar dengan udara yang telah dikompresikan oleh torak dalam silinder.

2. Komponen Sistem Kontrol Elektronik

Electronic Control Module (ECM) atau *Electronic Control Unit (ECU)* merupakan sistem kontrol elektronik yang berfungsi untuk menerima dan menghitung seluruh informasi atau data yang diterima dari masing-masing sinyal sensor yang ada dalam mesin. Informasi yang diperoleh dari sensor seperti informasi suhu udara, suhu oli mesin, suhu air pendingin, tekanan atau jumlah udara masuk, posisi katup throttle/katup gas, putaran mesin, posisi poros engkol, dan informasi lainnya. Pada umumnya sensor bekerja pada besaran tegangan 0 volt sampai dengan 5 volt.

Selanjutnya, ECM menggunakan informasi-informasi yang telah diolah tadi untuk menghitung dan menentukan saat (*timing*) dan lamanya injektor bekerja atau menyemprotkan bahan bakar dengan mengirimkan tegangan listrik ke *solenoid injektor*. Pada beberapa mesin yang sudah lebih sempurna, disamping mengontrol injektor, ECM juga bisa mengontrol sistem pengapian.



Sumber: <https://www.gridoto.com> (12/06/2019)

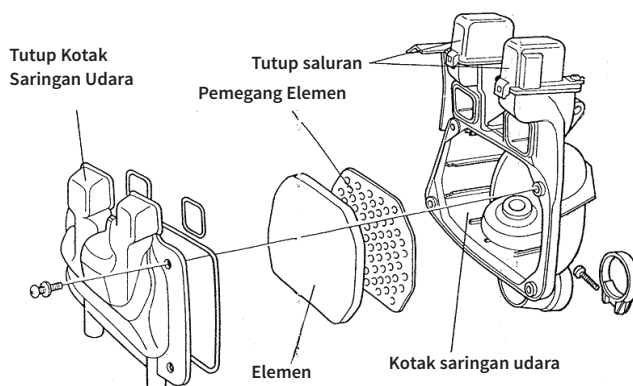
Gambar 6.14 Konstruksi ECM

3. Komponen Sistem Induksi Udara

Pada sistem induksi udara mesin konvensional komponen yang termasuk di dalamnya, yaitu *air cleaner/air box* (saringan udara), *intake manifold*, dan *throttle body* (tempat katup gas). Sistem ini berfungsi untuk menyalurkan sejumlah udara yang diperlukan untuk pembakaran. Sedangkan pada sistem injeksi, udara bersih dari saringan udara masuk ke pengukur aliran udara (*air flow meter*) dengan membuka *measuring plate*. Besarnya pembukaan ini bergantung pada kecepatan aliran udara yang masuk ke *intake chamber* yang dipengaruhi lebar katup *throttle* terbuka. Komponen sistem kontrol udara sebagai saluran utama yang dilalui udara sebelum masuk ke *intake manifold* maka harus melewati *throttle body* yang di dalamnya terdapat beberapa komponen sensor, sebagai berikut.

a. Saringan Udara (*Air Filter*)

Saringan udara pada sistem induksi udara berfungsi untuk menyaring udara dari kotoran debu udara luar yang akan masuk ke saluran masuk (*intake manifold*).



Sumber: <http://bee4bisnis.blogspot.com> (12/06/2019)

Gambar 6.15 Bagian-bagian saringan udara

Jenis dari bahan saringan udara bermacam-macam namun yang umum digunakan adalah sebagai berikut.

1) Saringan Udara Jenis Busa

Jenis saringan udara dari busa, sebaiknya dimasukan ke dalam solar/minyak tanah, kemudian diperas, disemprot hingga kering dan ditetesi pelumas bersih SAE 80-90 lalu diperas sedikit dan dipasang kembali. Jenis saringan udara dari bahan busa ini disebut model saringan udara konvensional yang umumnya digunakan pada sepeda motor produksi sebelum tahun 2005. Jika filter ini sudah tak berfungsi bisa dilihat dari permukaan *spoon* yang sudah mulai rusak atau tak rata dan banyak lubang. Selain itu, jika kondisi busa (*spoon*) filter sudah kotor dan tidak bisa dibersihkan lagi maka Anda harus segera menggantinya dengan filter udara yang baru atau lakukan penggantian setiap 16.000 km.



Sumber: <https://ototrend.com> (12/06/2019)

Gambar 6.16 Saringan udara jenis busa (spoon)

2) Saringan Udara Jenis Kertas

Saringan udara dari bahan kertas sebaiknya dibersihkan dengan udara bertekanan dengan arah penyemprotan berlawanan dari arah masuk udara. Saringan udara jenis kertas ini terbagi 2, yakni saringan udara tipe kering dan tipe basah. Jenis saringan udara tipe kering (*filter dry element*). Cara merawat filter udara motor yang satu ini memang lebih mudah karena dibuat sedikit lebih tebal dari tipe busa sehingga tidak mudah rusak. Namun, meski tak gampang rusak, penggantian filter tipe ini tetap wajib dilakukan ketika menandakan beberapa ciri seperti bentuk filter kering sudah terlihat bolong dan tidak bisa dibersihkan lagi. Bahkan, jika kondisi pada sirip filter kertas sudah tampak bengkok maka tak perlu menunggu waktu lama untuk menggantinya dengan yang baru. Pada saringan udara tipe kering perlu diganti pada setiap 8.000-9.000 km.



Sumber: <https://www.semisena.com> (12/06/2019)

Gambar 6.17 Saringan udara jenis kertas (tipe kering)

Sedangkan pada saringan udara tipe basah (*wet element*). Bahan pembuatnya mirip dengan tipe filter kering, yaitu sama-sama menggunakan material dari kertas, tetapi cara membersihkan filter udara motor jenis ini memerlukan *treatment* khusus karena tipe filter basah mengandung pelumas khusus yang berfungsi menangkap kotoran atau debu dan melindungi ruang bakar mesin secara lebih maksimal. Pada umumnya, tipe filter udara basah ini sering ditemukan pada motor matik produksi tahun 2014. Di sisi lain, filter udara basah ini tidak boleh dicuci atau dibersihkan dengan menggunakan kuas maupun sikat karena dikhawatirkan jika dicuci dengan air atau pompa angin bertekanan tinggi justru akan menghilangkan pelumas yang ada pada permukaan filter udara motor tipe basah ini. Pada saringan udara tipe basah perlu diganti pada setiap 16.000 km.



Sumber: <https://www.semisena.com> (12/06/2019)

Gambar 6.18 Saringan udara jenis kertas (tipe basah)

3) Saringan Udara Jenis Viscous

Saringan udara jenis viscous dalam membersihkannya tidak boleh disemprot atau dibersihkan. Cukup dilap dengan kain lap bersih bagian yang kotor (pinggir dan rumahnya). Ganti saringan udara setiap 16.000 km. Saringan udara jenis *viscous element* merupakan penyaring udara berbahan sejenis kain lengap dengan braket boks karet dan memiliki lapisan oli di dalamnya. Saringan udara model ini memiliki kelebihan dari sisi perawatan, yaitu minim perawatan, cara membersihkannya cukup diketok-ketok saja agar debu hilang.



Sumber: <https://otorider.com> (12/06/2019)

Gambar 6.18 Saringan udara jenis viscous

b. Throttle Position (TP) Sensor

Throttle Position (TP) Sensor adalah bagian dari sistem injeksi yang mengatur masuknya udara ke mesin pembakaran. TP sensor digunakan untuk memantau posisi *throttle* apakah terbuka sebagian, terbuka penuh, atau tertutup. Jadi TP sensor berfungsi mendeteksi sudut pembukaan *throttle valve* jika *throttle valve* bergerak maka TP sensor akan mendeteksi perubahan pembukaan *throttle valve* yang akan menghasilkan sinyal tegangan yang segera dikirim ke ECM. Oleh ECM sinyal tegangan ini digunakan untuk menentukan lama waktu penginjeksian (*basic injection time*). Semakin besar bukaan *throttle*, maka semakin besar sinyal *voltage* yang diberikan. Memasang kabel merah digital multimeter pada socket kabel biru dan kabel hitam digital multimeter pada socket kabel hitam+biru seperti pada gambar dibawah ini. Besar tegangan listrik (*Output Voltage*) yang terukur pada sensor TP haruslah berkisar $0,3\text{ V} \leq \text{voltage sensor} < 4,7\text{ V}$, dan kunci kontak pada posisi ON.



Sumber: JRM, Volume 01 Nomor 03 Tahun 2014, Eko Agus Wuryantoro (12/06/2019)

Gambar 6.19 Pemeriksaan *output voltage* TP sensor sistem injeksi YMZ FI

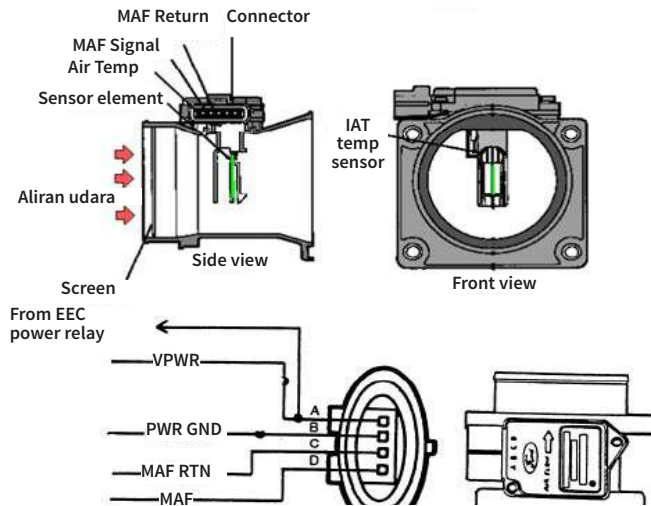


Sumber: <https://aripitstop.files.wordpress.com> (12/06/2019)

Gambar 6.20 Konstruksi *throttle body* sistem injeksi YMZ FI

G. Idle Speed Control (ISC)

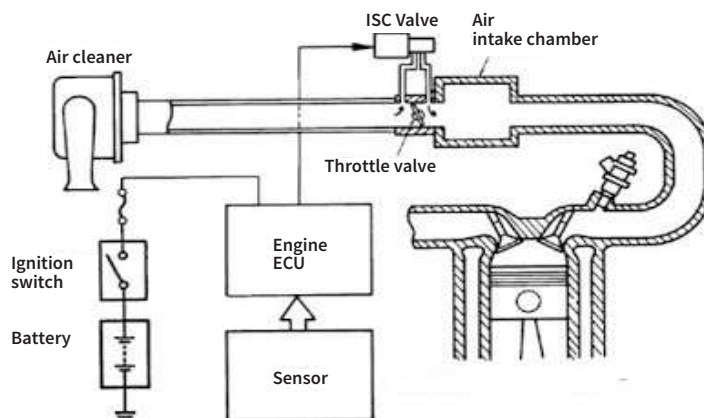
Letak sensor ISC ini umumnya berada di antara komponen filter udara (saringan udara) dan *throttle body*. Pada umumnya di dalam sensor terdapat sensor *Intake Air Temperature (IATS)*. *Idle Speed Control (ISC)* merupakan salah satu aktuatur pada *engine EFI* yang memiliki fungsi untuk mengatur jumlah volume udara yang masuk ke dalam *intake manifold* melewati saluran *by-pass*.



Sumber: <https://www.teknik-otomotif.com> (12/06/2019)

Gambar 6.21 ISC pada throttle body sistem injeksi YMZ FI

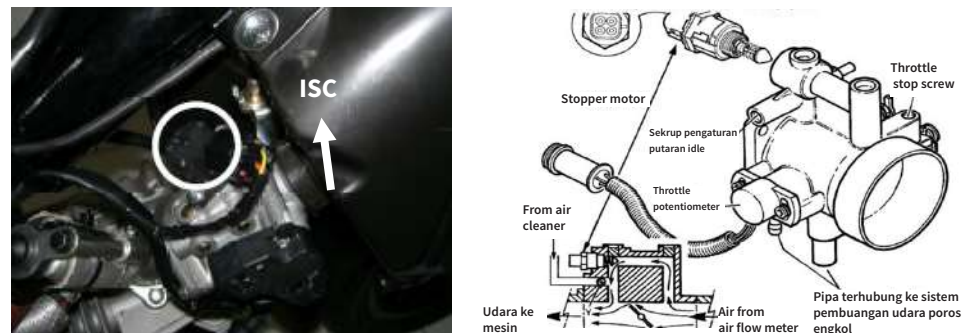
ISC ini dikontrol oleh *Elektronik Control Unit (ECU)*. Sekilas antara ISC dengan *air valve* hampir sama tetapi yang membedakan keduanya adalah komponen tersebut dari mekanisme pengontrolannya. Pada *air valve* tidak dikontrol oleh ECU dan pengontrolannya hanya memanfaatkan beberapa komponen pada mesin, sedangkan pengontrolan *ISC valve* sepenuhnya dikontrol oleh ECU. *Air valve* hanya memiliki fungsi sebagai *chooke* dan *ISC valve* sendiri memiliki fungsi untuk menurunkan dan meningkatkan putaran *idle* (stasioner) ketika mesin mendapat beban kerja mesin, *ISC valve* juga berfungsi sebagai *chooke* elektrik. Tanpa adanya *ISC valve* pada mesin, ketika mesin mendapatkan beban saat putaran mesin masih *idle* (stasioner) maka mesin akan mati. Untuk konstruksi dari penempatan komponen *ISC valve* dapat dilihat pada Gambar 6.22.



Sumber: <https://www.teknik-otomotif.com> (12/06/2019)

Gambar 6.22 Rangkaian ISC

ECU dalam melakukan pengontrolan dan menggerakkan komponen ISC valve ini terbagi menjadi beberapa jenis, yaitu jenis stepper motor, jenis rotary selenoid, jenis *duty control*, dan jenis *vacum switching valve (VSV) control*.



Sumber: Pedoman Servis Suzuki Shogun 125 FI, <https://www.teknik-otomotif.com> (12/06/2019)

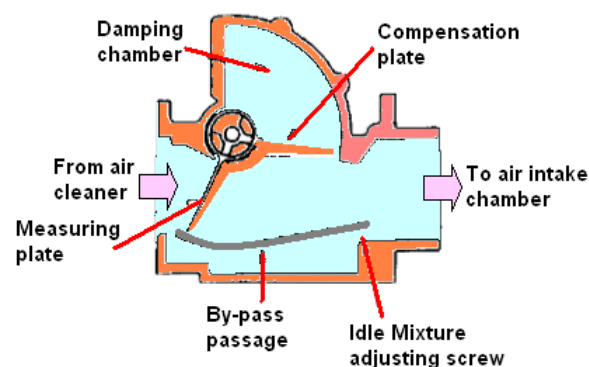
Gambar 6.23 ISC sistem injeksi Suzuki Shogun 125 FI

d. Air Flow Meter (AFM)

Sensor *Air Flow Meter* (AFM) berfungsi untuk mendeteksi atau mengukur jumlah udara yang masuk ke dalam ruang bakar. Perubahan banyak tidaknya udara yang masuk ini sesuai dengan besar kecilnya bukaan katup *throttle*. Banyaknya aliran udara yang masuk akan mengubah *output* signal dari sensor ini menuju ECU. Perubahan signal pada sensor ini dengan memanfaatkan perubahan tahanan yang terjadi berdasarkan banyak sedikitnya aliran udara yang masuk. Pada mesin L-EFI, sensor *air flow meter* sangatlah penting sehingga sensor ini harus memenuhi beberapa kriteria, yaitu

- 1) respon akurat terhadap berbagai perubahan aliran udara yang masuk;
- 2) respon cepat terhadap berbagai perubahan aliran udara yang masuk; dan
- 3) proses signal mudah.

Air flow meter adalah salah satu jenis sensor dengan tipe *measuring plate* yang terdiri atas plat pengukur, pegas pengembali, dan potensio meter. Udara yang masuk ke *intake air chamber* akan dideteksi dengan gerakan membuka dan menutup plat pengukur. Plat pengukur ini ditahan oleh sebuah pegas pengembali. Plat pengukur dan potensio meter bergerak pada poros yang sama sehingga sudut membuka plat pengukur ini akan diubah nilai tahanan potensio meter. Variasi nilai tahanan ini akan diubah menjadi *output voltage* sensor ke ECM sebagai dasar untuk menentukan jumlah udara yang masuk ke *intake air chamber*.

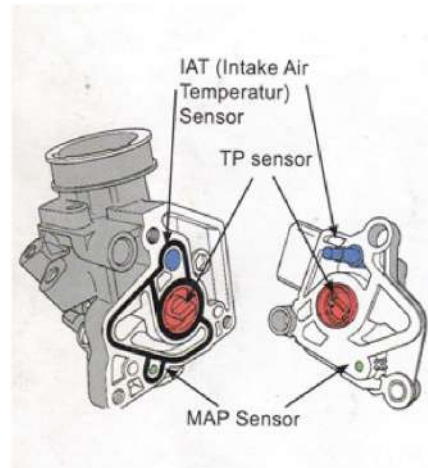


Sumber: <http://autozonee.blogspot.com> (12/06/2019)

Gambar 6.24 Konstruksi AFM sensor

e. Intake Air Temperatur (IAT)

Intake Air Temperatur (IAT) sensor berfungsi untuk mengukur atau mendeteksi temperatur udara yang masuk ke dalam *intake manifold*. Kemudian sensor IAT sensor ini akan mengirimkan sinyal pada ECU berdasarkan hasil pengukuran temperatur udara yang masuk ke dalam *intake manifold*. Sinyal dari IAT sensor digunakan oleh ECU untuk mengatur berapa banyak jumlah penyemprotan bahan bakar yang akan diinjeksikan oleh injektor. IAT sensor pada mesin injeksi tipe L-EFI menyatu dengan *Air flow sensor* dan IAT sensor ini berada di saluran antara filter udara dan *throttle body*, sedangkan pada mesin injeksi tipe D-EFI, IAT sensor ini berada di belakang saringan udara (*air filter*). Lokasi dari IAT sensor dapat dilihat pada gambar di bawah ini!



Sumber: <https://www.teknik-otomotif.com/912/06/2019/>

Gambar 6.25 IAT, MAP dan TP sensor pada throttle body

Pada komponen IAT sensor menggunakan komponen elektronika, yaitu thermistor sebagai pendeteksi temperatur udara yang masuk ke dalam *intake manifold*. Besar kecilnya tahanan pada komponen *thermistor* ini berubah-ubah sesuai dengan tingginya temperatur udara. *Thermistor* yang digunakan pada IAT sensor dengan tipe *Negative Temperature Coefisien (NTC)* artinya perbandingan antara temperatur udara dan resistansi atau tahanan pada IAT sensor adalah berbanding terbalik. Semakin tinggi temperatur udara yang masuk ke dalam *intake manifold* maka tahanan pada *thermistor*-nya akan semakin rendah. Sebaliknya, bila semakin rendah temperatur udara yang masuk ke dalam *intake manifold* maka tahanan pada *thermistor* akan semakin tinggi.

Cara kerja rangkaian kelistrikan IAT sensor yaitu ECU akan memberikan sinyal tegangan sebesar 5 volt ke IAT sensor melalui internal resistor. Nilai tegangan ini akan berubah sesuai dengan kondisi dari temperatur udara yang masuk ke dalam *intake manifold*. Fluktuasi dari tegangan yang ditimbulkan IAT sensor akan dideteksi oleh ECU sebagai perubahan temperatur udara yang masuk pada sensor dan menjadi sinyal input dari ECU.

f. Idle Air Control (IAC)

Idle Air Control Valve (IAC) adalah katup pengatur udara ketika kondisi langsam (*idle speed*) berfungsi untuk membuat campuran bahan bakar lebih kaya agar mesin lebih mudah menyala saat kondisi dingin. Kerja IACV masih berkaitan dengan sensor pembaca suhu mesin atau EOT. Ketika EOT membaca suhu mesin masih dingin maka EOT memerintahkan ECU untuk menaikkan rpm dan mengaktifkan IACV. Sebaliknya jika EOT membaca suhu

mesin telah layak untuk digunakan maka EOT akan memerintah ECU untuk menurunkan rpm ke kondisi idle dan menonaktifkan IACV.

IACV merupakan sebuah katup yang cara kerjanya seperti solenoid. Ketika IACV aktif katub akan tertekan ke dalam dan memberi jalan udara untuk menuju ke ruang bakar. Ketika mesin sudah panas dan siap digunakan maka katub IACV akan mendorong keluar dan menutup saluran udara. Pada kondisi idle ini saluran udara utama tertutup rapat oleh katup kupu-kupu.

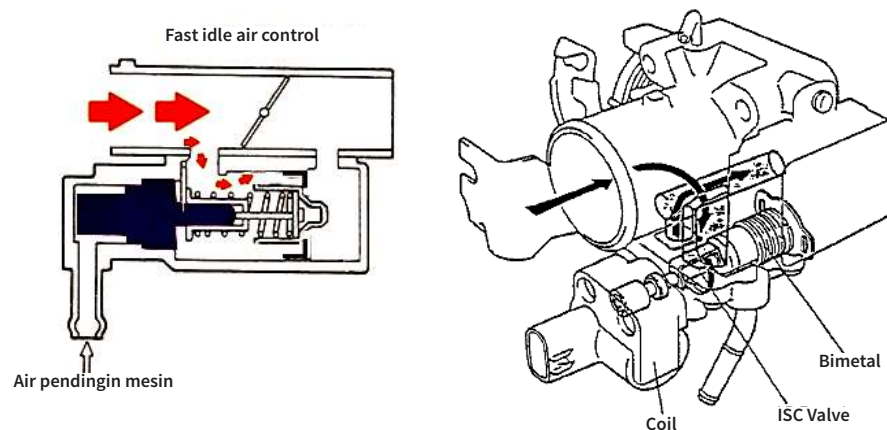


Sumber: <https://mazpedia.com> (12/06/2019)

Gambar 6.26 IACV sensor pada throttle body

g. Fast Idle Air Control (FIAC)

Fast Idle Air Control (FIAC) terbuat dari *thermo wax* yang cara bekerjanya sesuai dengan temperatur mesin. Bila temperatur masih dingin, *thermo wax* belum mengembang sehingga jumlah udara yang masuk melalui saluran by pass menjadi lebih banyak. Saat temperatur mesin panas, *thermo wax* akan mengembang sehingga saluran by pass akan menyempit. Jumlah udara yang masuk menjadi berkurang, putaran mesin ke putaran idle. Jadi dapat disimpulkan bahwa fungsi FIAC untuk mengatur masuknya atau induksi udara berdasarkan kondisi temperatur.



Sumber: <https://saenalabidin.wordpress.com> (12/06/2019)

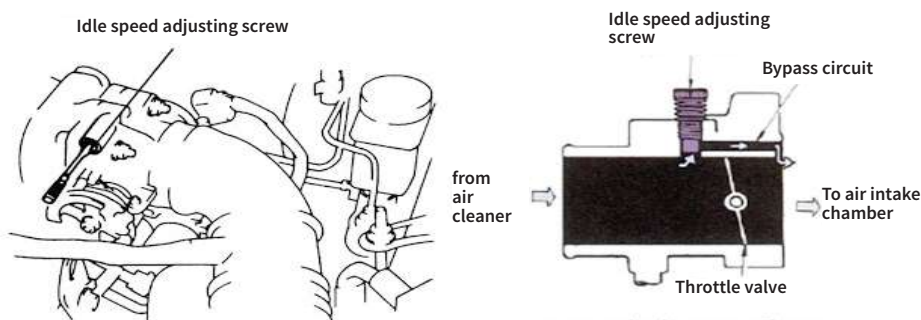
Sumber: <http://autoozonee.blogspot.com> (12/06/2019)

Gambar 6.27 Kerja Fast Idle Air Control (FIAC)

h. Idle Speed Adjusting Screw (ISAS)

Idle Speed Adjusting Screw (ISAS) atau sekrup penyetel putaran idle merupakan salah satu komponen pada sistem bahan bakar kendaraan yang berfungsi untuk mengatur putaran stasioner atau idle mesin kendaraan. Pada kendaraan yang masih menggunakan sistem bahan bakar konvensional (karburator), komponen ISAS ini terletak pada karburator dan berfungsi untuk mengatur bukaan atau mengunci katup throttle (katup gas) untuk menentukan besarnya putaran (rpm) mesin saat kondisi idle. Putaran idle mesin dapat diatur dengan memutar ISAS ke arah kanan atau kiri. Apabila akan meningkatkan atau memperbesar putaran idle maka ISAS diputar ke arah kanan (dikencangkan) agar bukaan katup throttle semakin besar. Namun, apabila ingin menurunkan kecepatan idle maka ISAS diputar ke arah kiri (dikendorkan) sehingga bukaan katup *throttle* semakin kecil.

Pada kendaraan dengan sistem bahan bakar injeksi untuk mengatur putaran mesin ketika mesin keadaan *idle* telah diatur menggunakan *Electronic Control Unit (ECU)* dengan cara mengontrol bukaan dari katup *Idle Speed Control (ISC)*. Namun, masih ada beberapa kendaraan injeksi yang menggunakan cara manual untuk mengatur putaran saat *idle*, yaitu menggunakan ISAS sebagai pengontrol putaran mesin saat keadaan idle dengan cara mengatur banyaknya udara yang masuk ke dalam *intake manifold*. ISAS pada kendaraan injeksi terletak di saluran *by pass* pada *throttle body*.

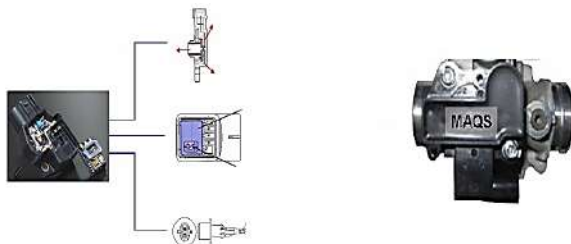


Sumber: <https://www.teknik-otomotif.com> (12/06/2019)

Gambar 6.28 Posisi Idle Speed Adjusting Screw

i. Modulated Air Quantity Sensor (MAQS)

Fungsi *Modulated Air Quantity Sensor (MAQS)* untuk menganalisis jumlah udara yang masuk ke dalam *intake manifold*. Di dalamnya atas *Throttle Position Sensor (TPS)*, *Intake Air Pressure Sensor (IAPS)* dan *Intake Air Temperature Sensor (IATS)*. O_2 Sensor menjaga emisi tetap baik. Berfungsi menjaga langsam selalu dalam kondisi ideal. Ada di rpm. Perangkat ini bekerja secara elektronik diatur oleh ECM. Sebuah katup diatur buka-tutupnya oleh sebuah *plunger* yang bergerak dengan bantuan *stepping motor*.



Sumber: <https://dokumen.tips> (12/06/2019)

Gambar 6.29 MAQS pada sistem injeksi YMZ FI

j. Intake Air Pressure (IAP)

Intake Air Pressure (IAP) sensor berfungsi untuk menyensor tekanan udara yang masuk sebagai dasar perhitungan jumlah udara yang terdapat di dalam sensor dan akan menghasilkan sinyal tegangan yang segera dikirim ke ECM. Oleh ECM sinyal tegangan ini digunakan untuk menentukan waktu penginjeksian bahan bakar (*Basic Injection Time*) oleh injektor. Semakin tinggi tekanan pada saluran masuk maka akan semakin besar sinyal voltase yang diberikan pada IAP sensor. IAP sensor terletak di sebelah kanan *throttle body* dan menjadi satu dengan TP sensor (*Throttle Position*) dan IAT sensor (*Intake Air Temperature*). Tegangan sensor IAP (hijau/hitam – coklat/hitam) haruslah berkisar $0,2\text{ V} \leq$ voltase sensor $< 4,5\text{ V}$, dan kunci kontak pada posisi ON.



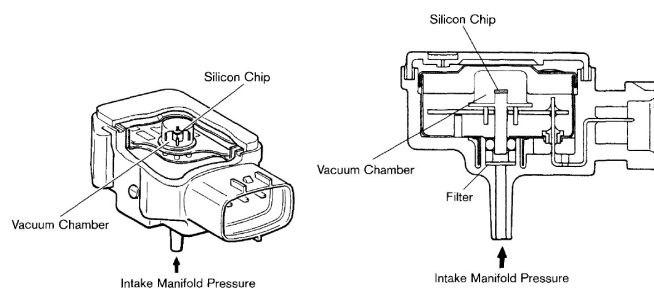
Sumber: <https://www.otomotifxtra.com> (12/06/2019)

Gambar 6.30 Konstruksi IAP sensor

k. Manifold Absolute Pressure (MAP) Sensor

Manifold Absolute Pressure (MAP) sensor berfungsi mengukur jumlah udara yang masuk ke dalam silinder berdasarkan tekanan udara pada intake manifold. MAP sensor digunakan pada EFI-D. Sensor ini sering disebut *Pressure Intake Manifold* sensor (PIM) atau *vacuum* sensor. Data dari MAP sensor sebagai dasar untuk menentukan jumlah injeksi dan saat pengapian. Kelebihan utama MAP sensor dibandingkan dengan *Air Flow* meter dalam mengukur jumlah udara adalah komponen mekanis lebih sedikit, tidak berpengaruh pada kebocoran *manifold* dan perubahan tekanan udara luar.

MAP sensor merupakan *piezoresistive silicon chip* yang nilai tahanannya berubah akibat perubahan tekanan dan sebuah *Integrated Circuit (IC)*. MAP sensor dihubungkan ke *intake manifold* menggunakan selang. Semakin besar kevakuman (semakin rendah tekanan) pada *intake manifold* maka tahanan pada MAP sensor lebih tinggi sehingga tegangan output MAP sensor semakin kecil. Apabila tekanan negatif *intake air manifold* tinggi, tegangan output pada MAP sensor menjadi rendah sehingga PCM menganggap (menentukan) volume udara adalah kecil dan mengurangi (menurunkan) volume *fuel jet*. Apabila tekanan negatif *intake manifold* rendah, tegangan output pada MAP sensor akan menjadi tinggi sehingga PCM menganggap volume udara masuk *intake manifold* besar dan menaikkan volume injeksi bahan bakar.





Sumber: <http://otostudy15.blogspot.com> (12/06/2019)

Sumber: <http://otostudy15.blogspot.com> (12/06/2019)

Gambar 6.31 Penampang MAP sensor

Selain beberapa jenis sensor yang telah dijelaskan, terdapat beberapa sensor yang berfungsi untuk mendukung proses kerja mesin, baik pengaruhnya pada sistem penyaluran bahan bakar, sistem kontrol elektronik, maupun sistem induksi udara. Beberapa sensor tambahan itu adalah sebagai berikut.

1) *Engine Oil Temperature (EOT) Sensor*

Berfungsi untuk memberikan sinyal pada ECM berupa informasi (deteksi) mengenai suhu oli mesin.

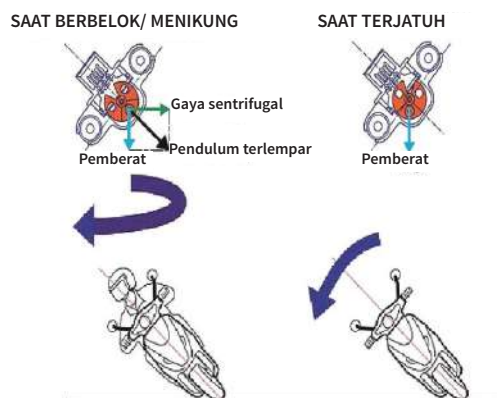


Sumber: <https://www.viarohidinthea.com> (12/06/2019)

Gambar 6.32 Konstruksi EOT sensor

2) *Bank Angle Sensor (BAS)*

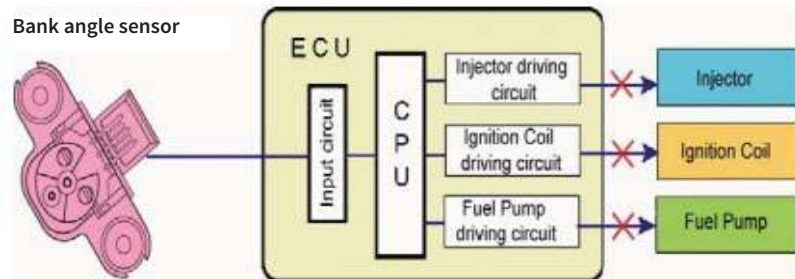
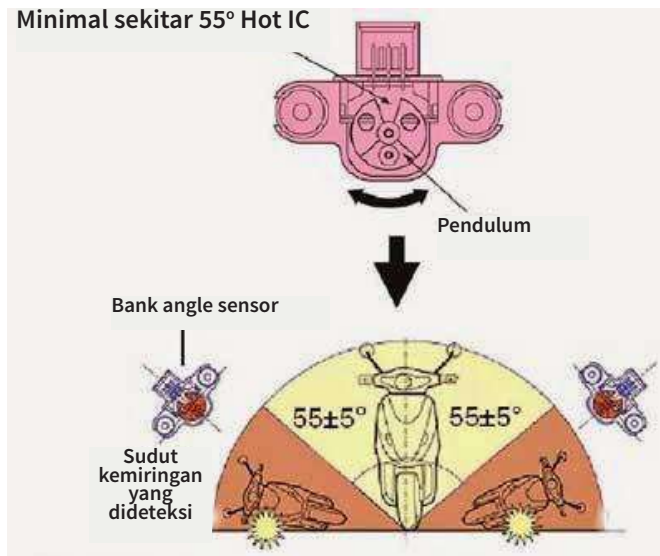
Bank Angle Sensor (BAS) adalah sensor sudut kemiringan. Pada sepeda motor yang menggunakan sistem injeksi biasanya dilengkapi dengan *bank angle sensor* bertujuan untuk pengaman saat kendaraan terjatuh dengan sudut kemiringan minimal sekitar 55 derajat.



Sumber: <http://saldad051011.blogspot.com> (12/06/2019)

Gambar 6.33 Posisi BAS saat sepeda motor menikung dan saat terjatuh

Sinyal atau informasi yang dikirim BAS ke ECM saat sepeda motor terjatuh dengan sudut kemiringan yang telah ditentukan akan membuat ECM memberikan perintah untuk mematikan (meng-OFF-kan) injektor, koil pengapian, dan pompa bahan bakar. Dengan demikian, peluang terbakarnya sepeda motor jika ada bahan bakar yang tercecer atau tumpah akan kecil karena sistem pengapian dan sistem bahan bakar langsung dihentikan walaupun kunci kontak masih dalam posisi ON. BAS akan mendeteksi setiap sudut kemiringan sepeda motor. Jika sudut kemiringan masih di bawah limit yang ditentukan maka informasi yang dikirim ke ECM tidak sampai membuat ECM meng-OFF-kan ketiga komponen di atas.



Sumber: <http://salda051011.blogspot.com> (12/06/2019)

Gambar 6.34 Informasi BAS pada ECU

Jika sepeda motor sedang dijalankan pada posisi menikung (walau kemiringannya melebihi 55 derajat), ECU tidak meng-OFF-kan ketiga komponen tersebut. Pada saat menikung terdapat gaya sentripugal yang membuat sudut kemiringan pendulum dalam BAS tidak sama dengan kemiringan sepeda motor. Dengan demikian, walaupun sudut kemiringan sepeda motor sudah mencapai 55 derajat, tapi dalam kenyataannya sinyal yang dikirim ke ECM masih mengindikasikan bahwa sudut kemiringannya masih di bawah 55 derajat sehingga ECM tidak meng-OFF-kan ketiga komponen tersebut.

a) Camshaft Position Sensor (CPS) dan Crankshaft Position Sensor (CPS)

Berfungsi untuk mendeteksi posisi poros nok agar saat pengapiannya bisa diketahui, sedangkan sensor posisi poros engkol (*Crankshaft Position Sensor*) untuk mendeteksi putaran poros engkol.



Sumber: <https://www.ebay.com> (11/06/2019)

Gambar 6.35 Camshaft Position Sensor (CPS)



Sumber: <http://www.gudangmajinasi.com> (11/06/2019)

Gambar 6.36 Crankshaft Position Sensor

b) Engine Temperatur Sensor (ETS)

Sensor suhu pendingin atau *coolant temperature sensor* digunakan untuk mengukur suhu pendingin mesin. Pembacaan dari sensor ini kemudian akan kembali ke unit kontrol mesin (ECU/ECM) yang digunakan untuk menyesuaikan injeksi bahan bakar dan waktu pengapian. Suhu mesin selalu dipantau melalui komponen ini. Tujuannya memberikan suplai bahan bakar yang sesuai dengan kondisi mesin.

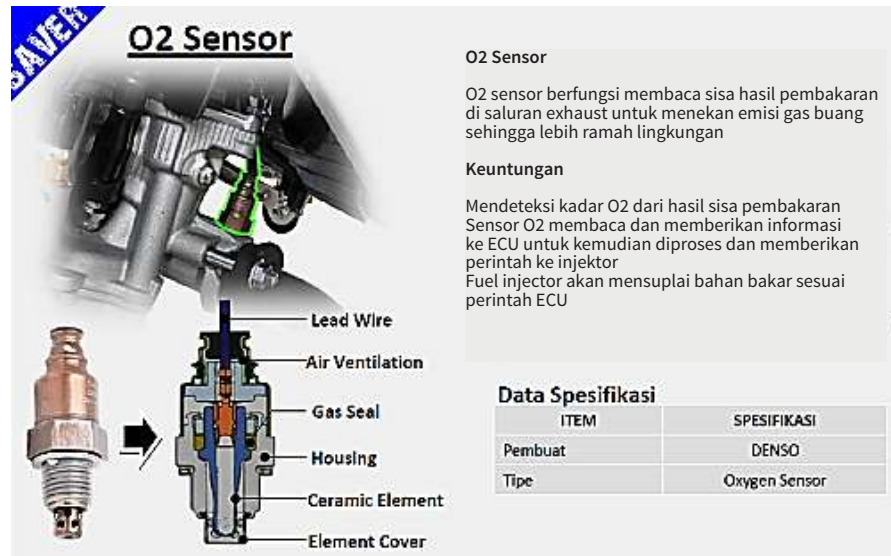


Sumber: <https://aripitstop.files.wordpress.com> (11/06/2019)

Gambar 6.37 ETS pada sistem injeksi YMZ-FI

c) Oksigen (O²) Sensor

O² sensor menjaga gas buang sisa pembakaran agar selalu ideal. Sensor akan membandingkan jumlah O² dari sisa pembakaran dengan O² udara luar. Pada Mio J, posisinya ada di lubang exhaust di kepala silinder.



Sumber: <https://aripitstop.files.wordpress.com/11/06/2019/>

Gambar 6.38 Oksigen sensor sistem injeksi YMZ FI

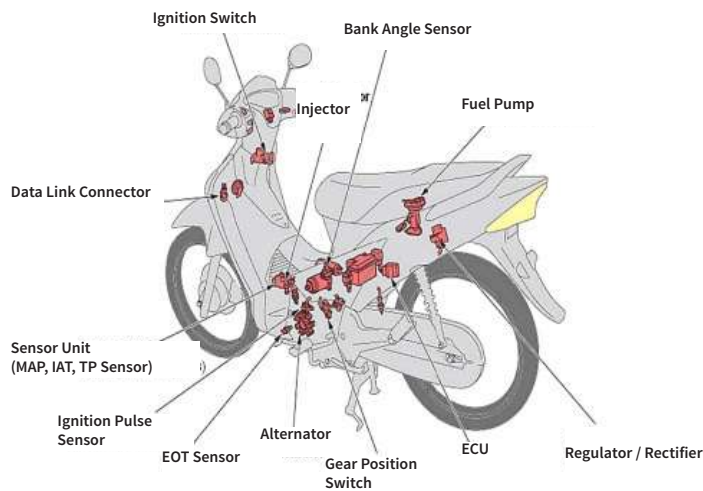
C. Pemeriksaan dan Perbaikan Sistem Injeksi Bahan Bakar

Sistem injeksi bahan bakar yang bekerja dengan baik selama proses kerja pembakaran di dalam mesin akan memberikan kemampuan (performa) tenaga mesin yang baik pula. Gangguan kerusakan yang terjadi pada komponen sistem injeksi bahan bakar akan berujung kepada menurunnya kemampuan tenaga mesin sepeda motor. Untuk itu jika terjadi gangguan kerusakan maka perlu dilakukan langkah-langkah pemeriksaan dan perbaikan sebagai berikut:

1. Pendiagnosaan Mandiri

Sebelum melakukan diagnose mandiri, ada baiknya jika kita ketahui terlebih dahulu perangkat-perangkat yang berhubungan dengan sistem injeksi, yaitu

- *Engine Control Modul (ECM);*
- *Bank Angle sensor;*
- *Fuel Injection;*
- *Manifold Absolute Pressure sensor atau Throttle Position sensor atau Intake Air Temperature sensor (MAP/TP/IAT);*
- *Engine Oil Temperature sensor (EOT);*
- *Fuel pump; dan*
- *Ignition swith.*



Sumber: <https://www.teknik-otomotif.com> (12/06/2019)

Gambar 6.39 Komponen sistem injeksi pada sepeda motor

2. Memahami Kode Malfunction Indicator Lamp (MIL)

Malfunction Indicator Lamp (MIL) menunjukkan kode-kode masalah berdasarkan jumlah kedipan pada lampu indikator, jumlah kedipan 0 sampai dengan 54 dan mempunyai dua jenis kedipan, kedipan panjang dan kedipan pendek. Jika *Engine Control Modul (ECM)* menyimpan beberapa kode kegagalan menurut urutan dari jumlah terendah sampai jumlah tertinggi. Berikut kode kegagalan tersebut.

Tabel 6.1
Kode Malfunction Indicator Lamp (MIL)

MIL	Bagian yang dideteksi	Penyebab	Gejala
Tidak berkedip	Kegagalan fungsi <i>ignition pulse</i> generator	<i>Ignition pulse</i> generator tidak bekerja dengan baik	Mesin tidak dapat dihidupkan
Tidak berkedip	Kegagalan fungsi injektor	<ul style="list-style-type: none"> Saringan injektor tersumbat Jarus injektor tertatahan 	Mesin tidak dapat dihidupkan
Tidak berkedip	Kegagalan fungsi ECU/ECM	ECM tidak bekerja dengan baik	Mesin tidak dapat dihidupkan
Tidak berkedip	Kegagalan fungsi rangkaian daya/massa ECM	<ul style="list-style-type: none"> Sekering utama (15 A) putus Rangkaian terbuka pada kawat pemasukan daya/massa ECM Kunci kontak bekerja dengan baik 	Mesin tidak dapat dihidupkan

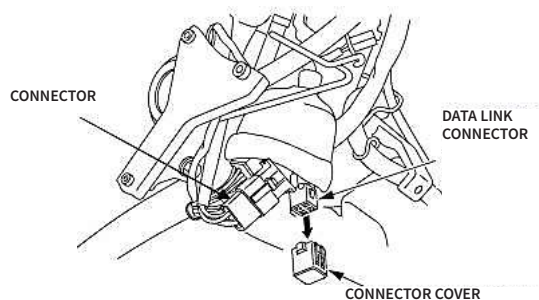
MIL	Bagian yang dideteksi	Penyebab	Gejala
Tidak berkedip	Kegagalan fungsi rangkaian MIL	<ul style="list-style-type: none"> • ECM tidak bekerja dengan baik • Rangkaian terbuka/ hubungan singkat pada kawat MIL 	Mesin bekerja secara normal
Hidup terus	Kegagalan fungsi pada data <i>link</i> atau rangkaian MIL	<ul style="list-style-type: none"> • Hubungan singkat pada kawat data <i>link connector</i> • Hubungan singkat pada kawat MIL • ECM tidak bekerja dengan baik 	Mesin bekerja secara normal
1, 8, 9 semuanya berkedip	Kegagalan fungsi rangkaian daya/massa dari sensor unit	<ul style="list-style-type: none"> • Kontak longgar/ lemah pada sensor • Rangkaian terbuka/ hubungan singkat pada kawat daya/ massa sensor unit • Sensor unit tidak bekerja dengan baik 	Mesin tidak dapat dihidupkan
Berkedip satu kali	Kegagalan fungsi pada rangkaian MAP sensor	<ul style="list-style-type: none"> • Kontak longgar/ lemah pada sensor unit • Rangkaian terbuka/ hubungan singkat pada kawat daya/ massa pada MAP sensor dari sensor unit • MAP sesor tidak bekerja dengan baik 	Mesin bekerja secara normal
Berkedip 7 kali	Kegagalan fungsi pada rangkaian EOT sensor	<ul style="list-style-type: none"> • Kontak longgar/ lemah pada EOT sensor • Rangkaian terbuka/ hubungan singkat pada kawat EOT sensor • EOT sensor tidak bekerja dengan baik 	Mesin sulit dihidupkan pada suhu rendah
Berkedip 33 kali	Kegagalan fungsi di dalam ECM	ECM tidak bekerja dengan baik	<ul style="list-style-type: none"> • Mesin bekerja secara normal • Tidak dapat memegang data diagnosa sendiri

MIL	Bagian yang dideteksi	Penyebab	Gejala
Berkedip 54 kali	Kegagalan fungsi dari Bank Angle Sensor (BAS)	<ul style="list-style-type: none"> • Kontak longgar atau lemah pada <i>Bank Angle Sensor</i> • Rangkaian terbuka/ hubungan singkat pada kawat daya/ massa pada <i>Bank Angle Sensor</i> • <i>Bank Angle Sesor</i> tidak bekerja dengan baik • Terjadi hubungan singkat pada kabel sensor 	<ul style="list-style-type: none"> • Mesin bekerja secara normal • Mesin tidak dapat dihidupkan

Bila *ignition swith* di putar posisi ON, lampu indikator MIL hidup dan kemudian mati. Bila *ignition swith* di putar ke posisi ON, *Engine Stop Swith* mati. Dalam hal ini, *speedo meter* tidak menerima signal dari ECM sehingga *speedo meter* tidak menghidupkan lampu indikator MIL. Bila lampu indikator MIL tidak menyala ketika *ignition swith* diputar ke posisi ON, lampu indikator MIL tidak mengindikasikan *trouble code*. Periksalah kabel kelistrikan antara EMC dan *speedo meter coupler*. Kemungkinan penyebab hal tersebut adalah *Engine Stop Swith* pada posisi OFF, sekering putus, bola lampu indikator MIL putus.

3. Memahami DLC Short Conector

Peralatan atau perangkat yang rusak akan disimpan dalam ECM. Gunakan alat khusus yang disambungkan ke *coupler* DLC (*Data Link Connector*). Kemudian hidupkan mesin atau engkol selama lebih dari 4 detik, kemudian periksa *malfunction code* untuk menentukan bagian/ komponen/perangkat mana yang tidak berfungsi. Kode peralatan gagal yang disimpan tadi ditunjukkan dengan pola kedip lampu indikator MIL. Bila ada kegagalan, artinya ECM tidak menerima signal normal peralatan-peralatan. Kondisi peralatan-peraatan ini ditunjukkan dalam bentuk kode.



Sumber: Suplemen Buku Pedoman dan Reparasi Honda Supra X 125 PGM FI (12/06/2019)

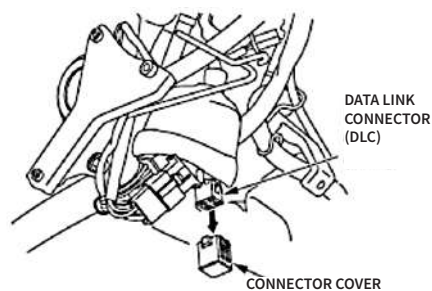
Gambar 6.40 DLC connector

4. Memahami Diagnostic Trouble Code (DTC)

Dua digit DTC terbaca melalui pola kedip lampu indikator MIL. Kode-kode pada DTC bermunculan mulai dari yang terkecil sampai terbesar. Jumlah kedipan dari 0-54 dan kedipan panjang maupun pendek. Kedipan panjang berlangsung selama 1,3 detik, kedipan pendek selama 0,3 detik. Bila tidak ada DTC yang tertekan, lampu indikator tidak akan menyala.

5. Prosedur Mereset Pendiagnosaan Sendiri

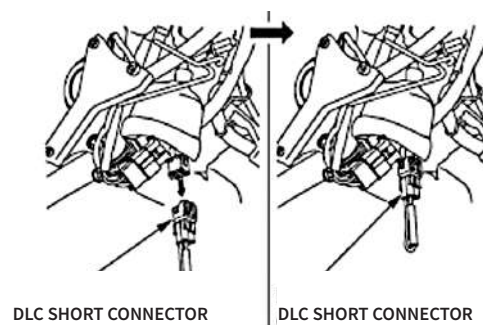
Data memori pendiagnosaan sendiri tidak akan terhapus sewaktu kabel negatif baterai dilepaskan. Untuk melakukan pendiagnosaan tersebut putar kunci kontak ke OFF, kemudian lepaskan *front top cover*. Jika sudah lepas lanjutkan langkah berikutnya, yaitu lepaskan *connector cover* (penutup konektor) dari *Data Link Connector* seperti gambar di bawah.



Sumber: Suplemen Buku Pedoman dan Reparasi Honda Supra X 125 PGM FI (12/06/2019)

Gambar 6.41 Pelepasan connector cover

Kemudian hubungkan *special tool* pada *DLC short connector* ke *Data Link Connector (DLC)* seperti terlihat pada Gambar 3.12. Lalu lepaskan *DLC short connector* dari *Data Link Connector (DLC)* seperti pada Gambar 6.42. Pemasangan harus dengan hati-hati karena rangkaianannya rumit dan sensitif akan kerusakan. Selanjutnya hubungkan lagi *DLC short connector* ke *Data Link Connector (DLC)* sementara lampu MIL hidup selama kira-kira 5 detik (hal ini menunjukkan bahwa pola penerimaan reset).

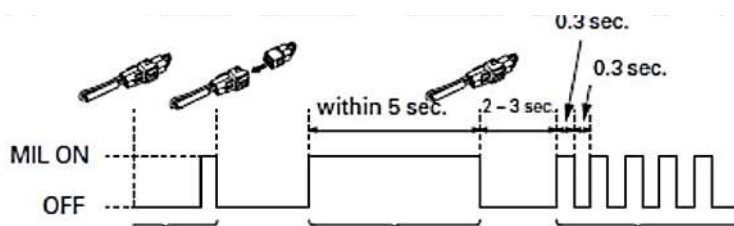


Sumber: Suplemen Buku Pedoman dan Reparasi Honda Supra X 125 PGM FI (12/06/2019)

Gambar 6.42 Pelepasan DLC short connector dari DLC

Data memori pendiagnosaan sendiri telah terhapus jika MIL mati dan mulai berkedip. Hal ini menandakan prosedur mereset telah berhasil. Lihat pada Gambar 6.43 untuk melihat bentuk atau pola me-reset yang berhasil (pola keberhasilan).

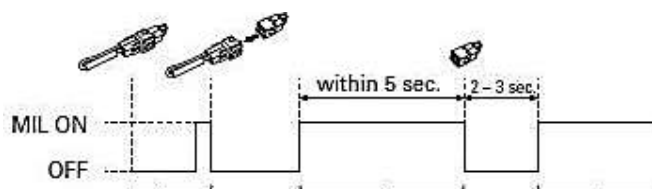
MALFUNCTION INDICATOR LAMP (MIL)



Sumber: Suplemen Buku Pedoman dan Reparasi Honda Supra X 125 PGM FI (12/06/2019)

Gambar 6.43 Pola sinyal keberhasilan dari DLC

Data Link Connector (DLC) harus dihubungkan singkat sementara lampu indikator MIL hidup. Jika DLC short connector tidak tersambungkan dalam 5 detik. MIL akan mati dan hidup kembali dengan pola kegagalan. Lakukan seperti semula jika ingin berhasil pada pendiagnosaan sendiri dengan lebih teliti.



Sumber: Suplemen Buku Pedoman dan Reparasi Honda Supra X 125 PGM FI (12/06/2019)

Gambar 6.44 Pola sinyal keberhasilan dari DLC

6. Pemeriksaan Komponen Sistem Injeksi

Kondisi komponen sistem injeksi bahan bakar yang bekerja dengan baik akan menghasilkan proses kerja sistem penyaluran dan penyemprotan bahan bakar juga dengan baik sehingga memungkinkan terjadinya proses kerja pembakaran yang baik. Untuk memastikan agar komponen sistem injeksi dalam kondisi yang baik dan tidak adanya kerusakan, maka perlu dilakukan beberapa langkah pemeriksaan komponen sistem injeksi bahan bakar, diantaranya sebagai berikut:

a. Elektronik Control Modul (ECM)

Electronic control module atau *electronic control unit* merupakan bagian terpenting pada sistem injeksi bahan bakar. Bagian ini merupakan komponen yang menerima informasi dari sensor dan mengolahnya dalam bentuk perintah signal tegangan yang diberikan kepada unit aktuator. Untuk mengetahui kondisi ECM tidak mengalami gangguan kerusakan, maka perlu dilakukan beberapa langkah pemeriksaan, yaitu sebagai berikut:

1) *Kondisi yang Terdeteksi*

Tegangan ECM 33p connector 1,5 V kondisi ini sesuai dengan standar voltase – 1,1 V minimum.

2) *Pemeriksaan pada Langkah 1*

Untuk memulai pemeriksaan lepaskan ECM 33P *connector* dari dudukannya. Kemudian periksa kontinuitas antara hubungan ECM 33P dan massa. Periksa terminal 2 dan terminal 9 (kabel hijau/hitam-hijau). Bila OK, periksa hubungan kabel terminal 10 dan massa. Posisi sakelar pada tester, hasil pemeriksaan adanya kontinuitas. Jika hubungan OK lanjutkan ke langkah berikut, jika tidak kabel hijau/hitam terbuka. Setelah memperbaiki masalah hapus DTC dengan menggunakan DLC *short connector*. Pemeriksaan yang benar dan tepat tidak akan menimbulkan masalah baru bagi komponen-komponen kontrol elektronik.

ECM DENGAN
33 KONEKTOR



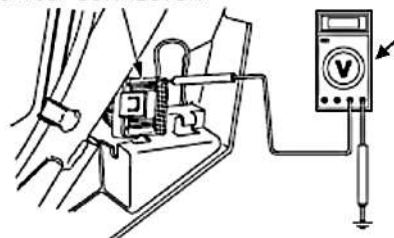
Sumber: Suplemen Buku Pedoman dan Reparasi Honda Supra X 125 PGM FI (12/06/2019)

Gambar 6.45 Pemeriksaan kontinuitas EM 33P dan massa

3) *Pemeriksaan pada Langkah 2*

Untuk mengukur tegangan pada terminal ECM, lepaskan ECM 33P *connector* kemudian putar kunci kontak ON, selanjutnya ukur voltase atau tegangan ECM *connector* dengan menggunakan multimeter. Pengukuran tegangan pada kabel hitam/biru dan massa. Dari pengukuran yang telah dilakukan di lapangan, multimeter membaca bahwa hasil pengukuran tegangan adalah 1,5 V. Periksa kelonggaran atau lemah pada kontak konektor.

ECM 33P CONNECTOR



CONNECTION: Black/Blue (+) – Ground (-)
STANDARD: Battery voltage – 1.1 V minimum

Sumber: Suplemen Buku Pedoman dan Reparasi Honda Supra X 125 PGM FI (12/06/2019)

Gambar 6.46 Pengukuran tegangan terminal ECM

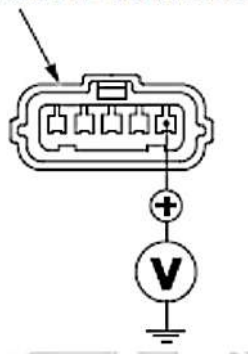
b. Pemeriksaan MAP Sensor Circuit Malfunction (MIL Berkedip 1 Kali)

MAP sensor berfungsi untuk mensensor atau mendeteksi tekanan udara di dalam saluran masuk (*intake manifold*) sebagai dasar perhitungan jumlah udara masuk yang terdapat di dalam sensor ini akan menghasilkan sinyal tegangan yang segera dikirim ke ECM. Oleh ECM sinyal tegangan ini digunakan untuk menentukan *basic injection time*. Semakin besar tekanan di intake semakin besar sinyal voltage yang diberikan MAP sensor (*Manifold Absolute Pressure*). Gangguan yang terjadi pada MAP ini akan berpengaruh terhadap kerja sistem injeksi. Beberapa langkah pemeriksaan yang perlu dilakukan, antara lain sebagai berikut:

1) Kondisi yang Terdeteksi

Tegangan MAP sensor 2 V kondisi ini tidak sesuai dengan standart berikut 3,8-5,25 V, perlu diingat tekanan atmosfer berbeda-beda bergantung pada musim.

SENSOR UNIT 5P CONNECTOR



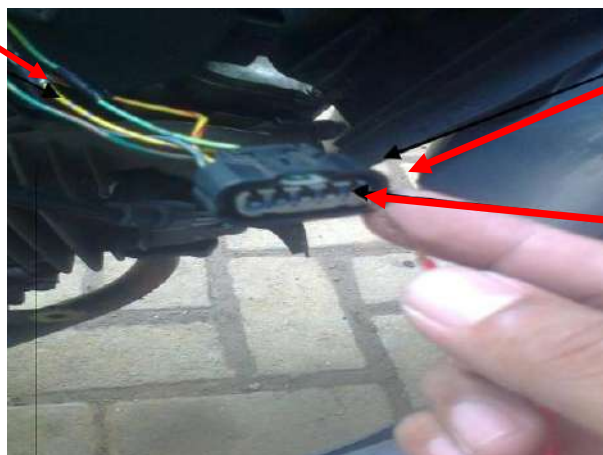
Sumber: Suplemen Buku Pedoman dan Reparasi Honda Supra X 125 PGM FI (12/06/2019)

Gambar 6.47 Pemeriksaan konektor MAP sensor

2) Pemeriksaan pada Langkah 1 (Berkedip 1 Kali)

Untuk mengukur tegangan pada MAP sensor gunakanlah alat pengukur tegangan yaitu multitester. Dengan cara putar kunci kontak pada posisi OFF, kemudian periksa secara fisik pada *coupler* MAP sensor bila kendur atau terkelupas. Bila OK, lanjutkan ke langkah berikutnya. Lepaskan *coupler* MAP sensor, kemudian putar *ignition switch* ke posisi ON. Ukur tegangan pada kabel hijau muda/kuning MAP sensor dengan massa. Hasil pengukuran tegangan di lapangan adalah 2 V.

KABEL MAP
SENSOR

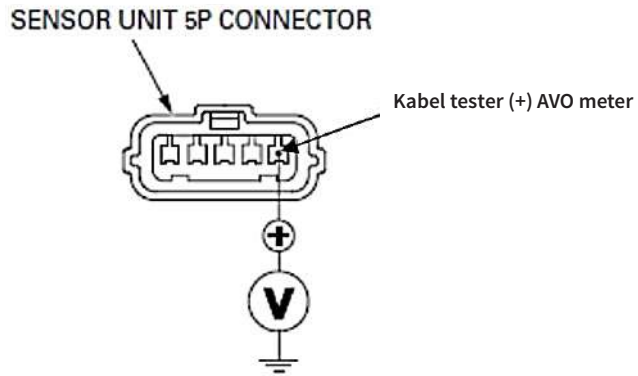


SENSOR UNIT

TERMINAL MAP
SENSOR

Sumber: Suplemen Buku Pedoman dan Reparasi Honda Supra X 125 PGM FI (12/06/2019)

Gambar 6.48 Pemeriksaan tegangan pada konektor MAP sensor

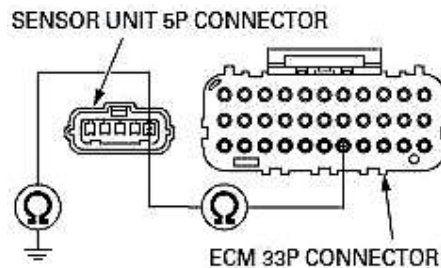


Sumber: Suplemen Buku Pedoman dan Reparasi Honda Supra X 125 PGM FI (12/06/2019)

Gambar 6.49 Pengukuran tegangan pada konektor MAP sensor

3) Pemeriksaan pada Langkah 2

Untuk pemeriksaan hubungan MAP sensor, putarlah *ignition switch* pada posisi OFF. Kemudian periksa coupler MAP sensor dari kemungkinan konektor terlepas, bila OK lepaskan *coupler MAP sensor* lalu periksa hubungan antara kabel hijau muda/kuning dan kabel hijau muda/kuning pada ECM. Hasil di lapangan adalah adanya hubungan atau kontinuitas. Bila OK, lanjutkan ke langkah berikutnya. Dan jika terjadi masalah pada sensor maka akan timbul *Data Trouble Code (DTC)*, kemudian hapus DTC dengan menggunakan *DLC short connector*.



Sumber: Suplemen Buku Pedoman dan Reparasi Honda Supra X 125 PGM FI (12/06/2019)

Gambar 6.50 Pemeriksaan hubungan pada konektor MAP sensor

C. Pemeriksaan TP Sensor Circuit Malfunction (MIL Berkedip 8 Kali)

Throttle position (TP) sensor berfungsi untuk mendeteksi sudut pembentukan Throttle valve, jika throttle valve bergerak maka TP sensor akan mendeteksi perubahan pembukaan throttle valve yang akan menghasilkan sinyal tegangan yang segera dikirim ke ECM. Oleh ECM sinyal tegangan ini digunakan untuk menentukan waktu penyemprotan bahan bakar (*basic injection time*). Semakin besar bukaan throttle, maka akan semakin besar sinyal tegangan (voltage) yang diberikan, dan semakin banyak bahan bakar yang nantinya akan disemprotkan oleh injektor di dalam ruang bakar. Gangguan yang terjadi pada komponen TP sensor akan menyebabkan sistem penginjeksian bahan bakar juga tidak akan bekerja dengan baik. Beberapa langkah pemeriksaan pada TP sensor, yaitu sebagai berikut:

1) Kondisi yang Terdeteksi

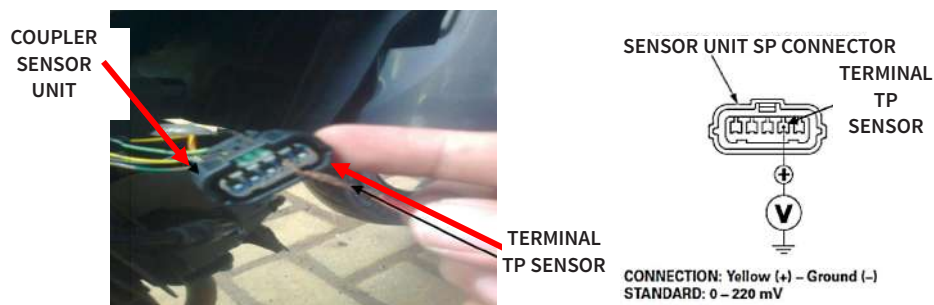
Tegangan *Throttle Position (TP)* sensor tidak sesuai dengan nilai berikut; 0 – 220 mV b.

2) Penyebab Masalah

- Sirkuit TP sensor terbuka atau terjadi hubungan pendek;
- TP sensor tidak berfungsi;
- ECM tidak berfungsi;
- Sirkuit TP sensor tersambung ke sirkuit masa terbuka; dan
- Sirkuit TP sensor terbuka atau tersambung ke masa.

3) Pemeriksaan pada Langkah 1

Untuk mengukur tegangan pada TP sensor, gunakanlah alat pengukur tegangan yaitu multimeter. Dengan cara putar kunci kontak pada posisi OFF, kemudian lepas *shield (cover body)* depan bagian kanan) dan periksa dulu secara fisik pada coupler TP sensor bila kendur atau terkelupas. Bila OK, lanjutkan ke langkah berikutnya. Lepaskan coupler TP sensor, kemudian putar *ignition switch* ke posisi ON. Ukur tegangan pada kabel kuning TP sensor dengan massa. Hasil pengukuran tegangan di lapangan adalah 0,2 V. Jika tegangan OK, lanjutkan ke langkah berikutnya dan jika ada kemungkinan terjadi gangguan dalam rangkaian terbuka maka perbaikilah.

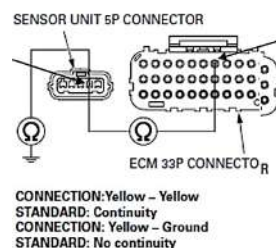


Sumber: Suplemen Buku Pedoman dan Reparasi Honda Supra X 125 PGM FI (12/06/2019)

Gambar 6.51 Pemeriksaan tegangan pada konektor TP sensor

4) Pemeriksaan pada Langkah 2

Untuk pemeriksaan hubungan TP sensor, putarlah *ignition switch* pada posisi OFF. Kemudian periksa *coupler* TP sensor dari kemungkinan konektor terlepas, bila OK lepaskan *coupler* TP sensor lalu periksa hubungan antara kabel kuning dan terminal 5 pada ECM. Hasil di lapangan adalah adanya hubungan atau kontinuitas. Bila OK, lanjutkan ke langkah berikutnya. Dan jika terjadi masalah pada sensor maka akan timbul *Data Trouble Code (DTC)*, kemudian hapus DTC dengan menggunakan *DLC short connector*.

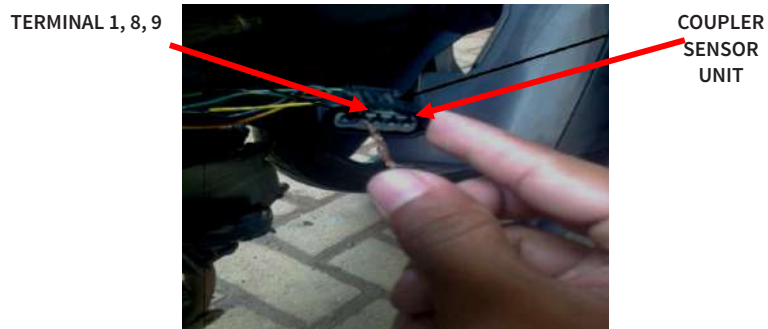


Sumber: Suplemen Buku Pedoman dan Reparasi Honda Supra X 125 PGM FI (12/06/2019)

Gambar 6.52 Pemeriksaan hubungan pada konektor TP sensor

5) *Langkah 3 (Bila 1, 8, 9 Berkedip)*

Untuk memeriksa hubungan pada terminal 1, 8, 9 gunakanlah alat pengukur hubungan/kontinuitas yaitu multitester. Dengan cara putar kunci kontak pada posisi OFF, kemudian lepas *shield (cover body)* depan bagian kanan) dan periksa dulu secara fisik pada *coupler* 1, 8, 9 bila kendur atau terkelupas. Bila OK, lanjutkan ke langkah berikutnya. Lepaskan *coupler* 1,8,9, kemudian putar *ignition switch* ke posisi ON. Periksa hubungan pada kabel kuning/merah 1, 8, 9 dengan terminal 9 pada ECM. Hasil pemeriksaan hubungan di lapangan adalah adanya hubungan/kontinuitas. Jika hubungan OK, lanjutkan ke langkah berikutnya dan jika ada kemungkinan terjadi gangguan dalam rangkaian terbuka maka perbaikilah.



Sumber: Suplemen Buku Pedoman dan Reparasi Honda Supra X 125 PGM FI (12/06/2019)

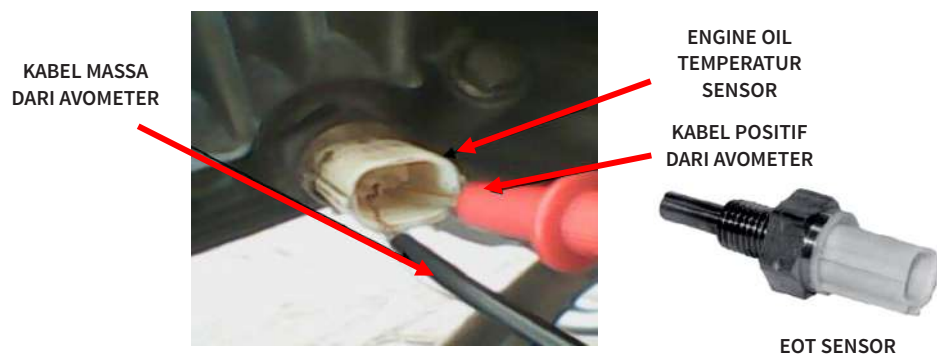
Gambar 6.53 Pemeriksaan hubungan pada terminal MIL 1,8,9

d. Pemeriksaan EOT Sensor Circuit Malfunction (MIL Berkedip 7 Kali)

EOT adalah sensor temperatur oli yang dipasang di bagian bawah kiri silinder mesin sepeda motor, EOT berfungsi untuk mendeteksi temperatur oli mesin. Sensor ini merupakan tipe thermistor yaitu hambatan akan berubah menurut suhu yang dihasilkan oli mesin dan sensor ini akan memberikan sinyal (informasi) ke ECM berupa nilai tegangan. Sinyal ini dipakai untuk memberikan kompensasi durasi waktu injeksi bahan bakar, waktu pengapian, jumlah semprotan bensin di injektor. Sensor ini juga dipakai untuk mendeteksi panas mesin yang berlebihan, mengingat ECM mampu mendeteksi suhu dan gradient perubahan suhu. Beberapa langkah pemeriksaan dilakukan untuk memastikan tidak adanya kerusakan, yaitu sebagai berikut:

1) *Kondisi yang Terdeteksi*

Tegangan yang dihasilkan 2,5 kOhm, nilai tersebut sesuai nilai berikut 2,5-2,8 kOhm

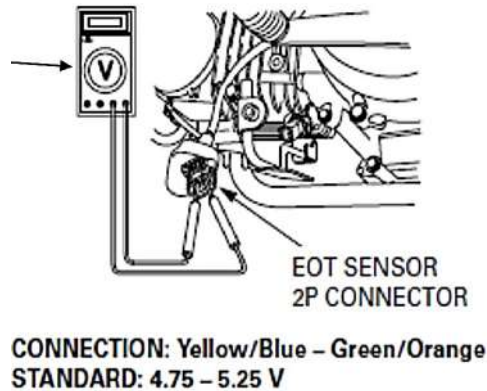


Sumber: Suplemen Buku Pedoman dan Reparasi Honda Supra X 125 PGM FI (12/06/2019)

Gambar 6.54 Pengukuran tahanan pada konektor EOT sensor

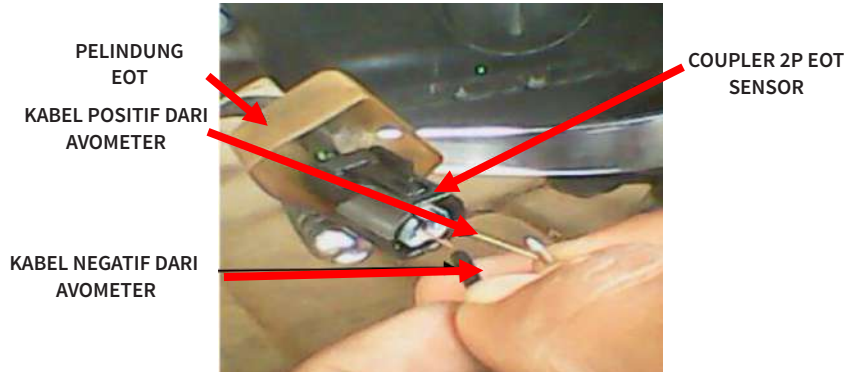
2) Pemeriksaan pada Langkah 1

Untuk mengukur tegangan pada EOT sensor, gunakanlah alat pengukur tegangan yaitu multimeter. Dengan cara putar kunci kontak pada posisi OFF, kemudian lepas *shield* (*cover body* depan bagian kanan) dan periksa dulu secara fisik pada *coupler* EOT sensor bila kendor atau terkelupas. Bila OK, lanjutkan ke langkah berikutnya. Lepaskan *coupler* EOT sensor, kemudian putar *ignition switch* ke posisi ON. Ukur tegangan pada kabel kuning/biru EOT sensor dengan kabel hijau/jingga. Hasil pengukuran tegangan di lapangan adalah 5 V dari standar 4,75-5,25. Jika tegangan OK, lanjutkan ke langkah berikutnya dan jika ada kemungkinan terjadi gangguan dalam rangkaian terbuka maka perbaikilah.



Sumber: Suplemen Buku Pedoman dan Reparasi Honda Supra X 125 PGM FI (12/06/2019)

Gambar 6.55 Pengukuran tegangan pada EOT sensor

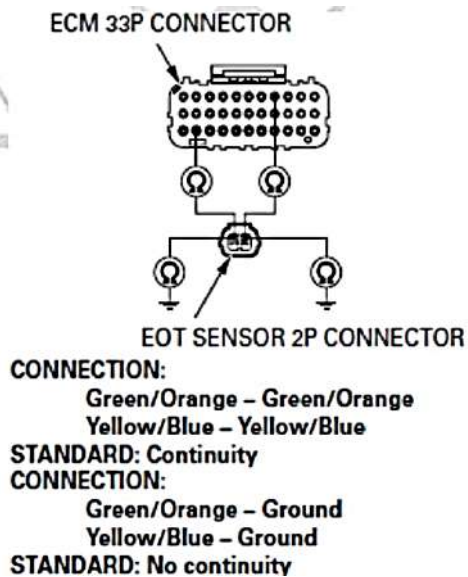


Sumber: Suplemen Buku Pedoman dan Reparasi Honda Supra X 125 PGM FI (12/06/2019)

Gambar 6.56 Pengukuran tahanan pada konektor EOT sensor

3) Pemeriksaan pada Langkah 2

Untuk pemeriksaan hubungan EOT sensor, putarlah *ignition switch* pada posisi OFF. Kemudian periksa *coupler* EOT sensor dari kemungkinan konektor terlepas, bila OK lepaskan *coupler* EOT sensor lalu periksa hubungan antara kabel kuning/biru dan massa

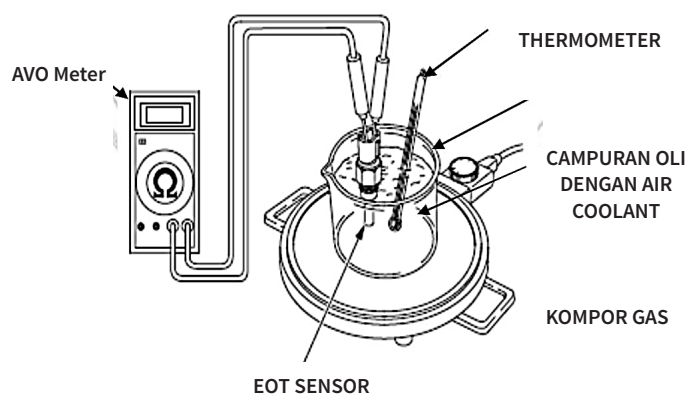


Sumber: Suplemen Buku Pedoman dan Reparasi Honda Supra X 125 PGM FI (12/06/2019)

Gambar 6.57 Pengukuran tahanan EOT sensor

Hasil di lapangan adalah tidak adanya hubungan atau kontinuitas. Bila OK, lanjutkan ke langkah berikutnya. Dan jika terjadi masalah pada sensor maka akan timbul *Data Trouble Code* (DTC), kemudian hapus DTC dengan menggunakan *DLC short connector*. Untuk mengetahui tahanan EOT lebih detail lagi, perhatikan penjelasan berikut.

- a) Lepas EOT sensor yang terpasang di silinder. Periksa EOT sensor dengan cara mengetesnya di atas meja seperti pada Gambar 6.58. Sambungkan *coupler* EOT sensor (1) ke sirkuit tester dan tempatkan dalam baskom (2) berisi oli, rendamlah EOT sensor dalam cairan tersebut sampai ulirnya dengan jarak sekurangnya 40 mm dari dasar panci sampai bagian bawah sensor.



Sumber: Suplemen Buku Pedoman dan Reparasi Honda Supra X 125 PGM FI (12/06/2019)

Gambar 6.58 Pengukuran tahanan EOT sensor pada oli

- b) Panaskan oli untuk menaikkan suhu atau temperatur secara perlahan dan baca pada kolom thermo meter (3) dan ohm meter. Pelihara suhu agar tetap pada suhu yang diinginkan. Perubahan suhu secara mendadak akan mengakibatkan pembacaan yang tidak benar. Jaga agar thermo meter dan EOT sensor tidak menyentuh panci. Bila nilai tahanan EOT sensor tidak berubah secara proporsional, ganti EOT dengan yang baru. Ketika tahanan sudah berubah baca multitester dengan teliti. Untuk spesifikasi sensor temperatur oli mesin pada suhu 20°C, 100°C, dan tahanan tertentu sebagai berikut.

Tabel 6.2
Hasil Pengukuran Tahanan EOT pada Oli Panas

Temperatur	20° C	100° C
Tahanan	2,5 KOhm	0,2 KOhm

e. Pemeriksaan IAT Sensor Circuit Malfunction (MIL Berkedip 9 Kali)

IAT (*Intake Air Temperature*) berfungsi untuk mendeteksi temperature udara yang masuk ke saluran masuk. Sensor ini sama fungsinya dengan EOT sensor yang memberikan sinyal ke ECM, sinyal ini digunakan untuk memberikan kompensasi durasi waktu injeksi bahan bakar yang mempunyai sifat semakin panas temperature maka nilai tahanannya semakin kecil. Karena nilai tahanannya pada sensor bervariasi akibat perubahan temperatur maka tegangan yang mengalir dari ECM juga akan bervariasi. Variasi tegangan inilah yang menjadikan dasar ECM untuk menentukan temperatur udara masuk yang tepat sebagai input ECM untuk menentukan jumlah bensin yang disemprotkan oleh injektor. Untuk mengetahui kondisi kerja dari IAT perlu dilakukan beberapa langkah pemeriksaan, yaitu sebagai berikut:

1) Kondisi yang Terdeteksi

Tegangan IAT sensor sesuai dengan nilai berikut 4,75 V-5,25V

2) Pemeriksaan pada Langkah 1

Untuk mengukur tegangan pada IAT sensor, gunakanlah alat pengukur tegangan yaitu multitester. Dengan cara putar kunci kontak pada posisi OFF, kemudian lepas *shield* (*cover body* depan bagian kanan) dan periksa dulu secara fisik pada *coupler* IAT sensor bila kendur atau terkelupas. Bila OK, lanjutkan ke langkah berikutnya. Lepaskan *coupler* IAT sensor, kemudian putar *ignition switch* ke posisi ON. Ukur tegangan pada kabel abu-abu/biru IAT sensor dengan massa. Hasil pengukuran tegangan di lapangan adalah 5 V dari standart 4,5-5,5. Jika tegangan OK, lanjutkan ke langkah berikutnya dan jika ada kemungkinan terjadi gangguan dalam rangkaian terbuka maka perbaikilah.

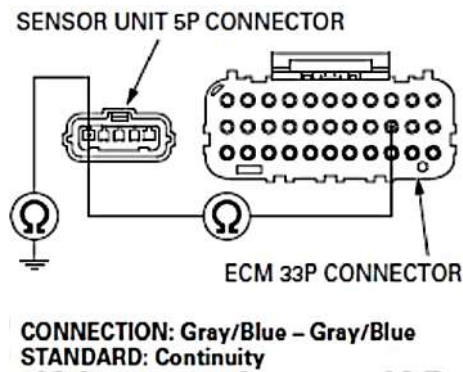


Sumber: Suplemen Buku Pedoman dan Reparasi Honda Supra X 125 PGM FI (12/06/2019)

Gambar 6.59 Pengukuran tegangan IAT pada konektor

3) Pemeriksaan pada Langkah 2

Untuk pemeriksaan hubungan IAT sensor, putarlah *ignition switch* pada posisi OFF. Kemudian periksa *coupler* IAT sensor dari kemungkinan konektor terlepas. Bila OK, lepaskan *coupler* IAT sensor lalu periksa hubungan antara kabel abu-abu/biru dan terminal 20 pada ECM. Hasil di lapangan adalah adanya hubungan atau kontinuitas. Bila OK, lanjutkan ke langkah berikutnya. Dan jika terjadi masalah pada sensor maka akan timbul *Data Trouble Code (DTC)*, kemudian hapus DTC dengan menggunakan *DLC short connector*.



Sumber: Suplemen Buku Pedoman dan Reparasi Honda Supra X 125 PGM FI (12/06/2019)

Gambar 6.60 Pemeriksaan tahanan Bank Angle Sensor

f Pemeriksaan Bank Angle Sensor Circuit Malfunction (MIL Berkedip 54 Kali)

Bank angle sensor adalah sensor yang berfungsi mendeteksi sudut kemiringan dari kendaraan pada saat terjatuh. Sensor ini dipasang agar mesin kendaraan yang kemiringannya 60° tidak lagi bekerja pada saat terjatuh. Sensor ini akan memberikan sinyal ke ECM selama tidak lebih dari 2 detik. Setelah ECM Menerima sinyal, maka ECM akan mematikan fungsi *fuel injector*, sistem pengapian, dan kerja pompa bahan bakar sehingga mesin sepeda motor akan mati seketika sehingga keamanan pengendara dan juga kendaraan sewaktu terjatuh tidak menyebabkan terjadinya kebakaran. Untuk menghidupkan kembali sepeda motor yaitu dilakukan dengan menegakkan posisi sepeda motor lalu posisikan kunci kontak pada posisi OFF kemudian ON maka sepeda motor akan normal kembali. Untuk mengetahui kondisi kerja sensor ini bekerja dengan baik, maka dilakukan beberapa langkah pemeriksaan, yaitu sebagai berikut:

1) Kondisi yang Terdeteksi

Tegangan sensor harus seperti ini selama 2 detik atau lebih, setelah *ignition switch* diputar keposisi ON, 4,75-5,25 V.

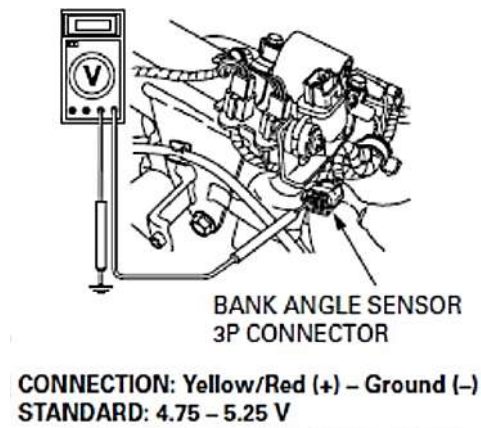


Sumber: Suplemen Buku Pedoman dan Reparasi Honda Supra X 125 PGM FI (12/06/2019)

Gambar 6.61 Konektor Bank Angle Sensor (BAS)

2) *Pemeriksaan pada Langkah 1*

Untuk mengukur tegangan pada IAT sensor gunakanlah alat pengukur tegangan, yaitu multimeter. Dengan cara putar kunci kontak pada posisi OFF, kemudian lepas *shield (cover body* depan bagian kanan) dan periksa dulu secara fisik pada *coupler* IAT sensor bila kendur atau terkelupas. Bila OK, lanjutkan ke langkah berikutnya. Lepaskan *coupler* IAT sensor, kemudian putar *ignition switch* ke posisi ON. Ukur tegangan pada kabel abu-abu/biru IAT sensor dan massa. Hasil pengukuran tegangan di lapangan adalah 5 V dari standar 4,5-5,5. Jika tegangan OK, lanjutkan ke langkah berikutnya dan jika ada kemungkinan terjadi gangguan dalam rangkaian.

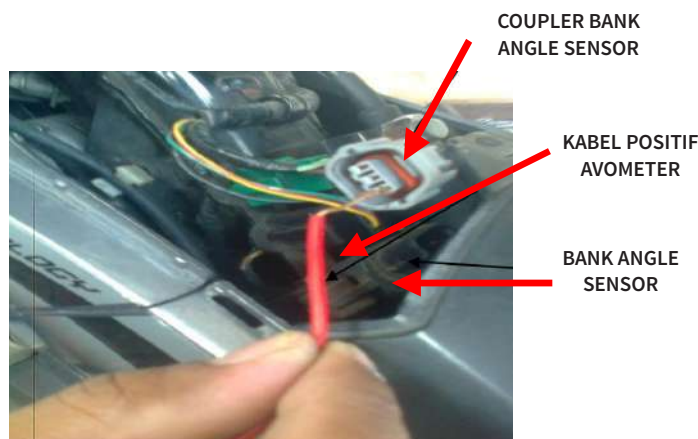


Sumber: Suplemen Buku Pedoman dan Reparasi Honda Supra X 125 PGM FI (12/06/2019)

Gambar 6.62 Pengukuran tegangan BAS pada konektor

3) *Pemeriksaan pada Langkah 2*

Untuk pemeriksaan hubungan *Bank Angle Sensor (BAS)*, putarlah *ignition switch* pada posisi OFF. Kemudian lepas *frame cover* dan periksa *coupler* BAS dari kemungkinan konektor terlepas, Bila OK, lepaskan *coupler* BAS lalu periksa hubungan antara kabel hijau/jingga dan terminal 6 pada ECM. Hasil di lapangan adalah adanya hubungan atau kontinuitas. Bila OK, lanjutkan ke langkah berikutnya. Dan jika terjadi masalah pada sensor maka akan timbul DTC, kemudian hapus DTC dengan menggunakan *DLC short connector*.

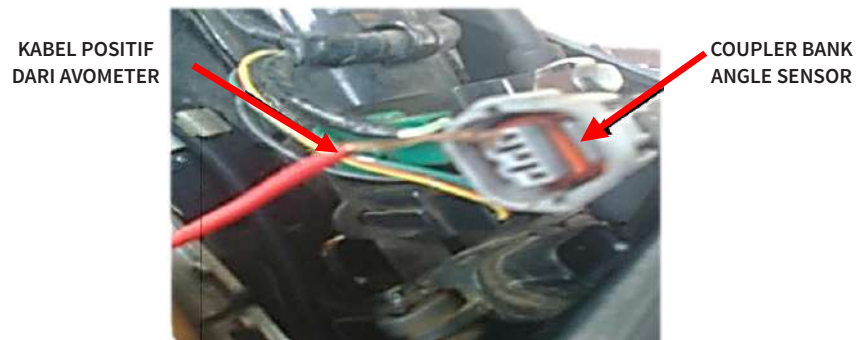


Sumber: Suplemen Buku Pedoman dan Reparasi Honda Supra X 125 PGM FI (12/06/2019)

Gambar 6.63 Pengukuran tahanan BAS pada konektor

4) *Pemeriksaan pada Langkah 3*

Sambungkan *coupler* BAS dan ECM *coupler*. Kemudian masukan *needle pointed probes* ke kabel *coupler*. Lalu putar *ignition switch* ke posisi ON. Setelah itu ukur tegangan di antara kabel kuning/merah dan massa dan menggunakan multimeter. Tegangan BAS (normal) : 4,75-5,25 V adalah 5 V. Pengukuran tegangan pada saat sepeda motor dimiringkan 60 derajat atau lebih, ke kiri dan ke kanan, dan saat sepeda motor tegak. Tegangan BAS (saat dimiringkan): 3,5-4,3 V. Posisi saklar pada tester: voltase. Tegangan yang ada adalah 3 V. Dan periksa kembali masing-masing terminal dan wiring harness bila terbuka atau kendur.



Sumber: Suplemen Buku Pedoman dan Reparasi Honda Supra X 125 PGM FI (12/06/2019)

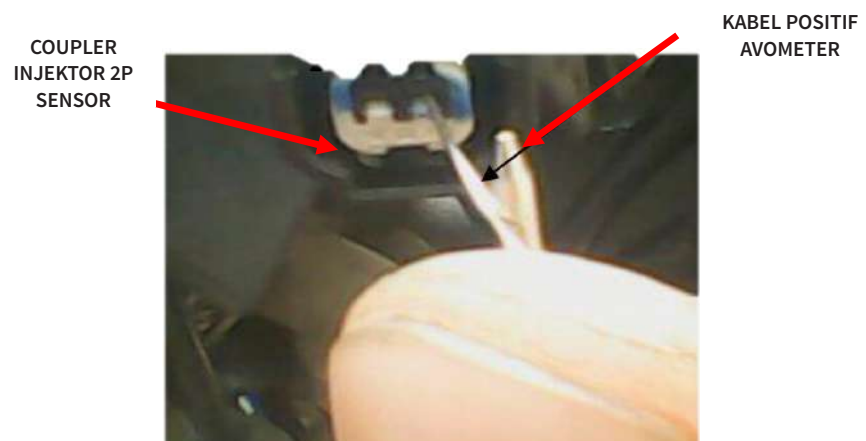
Gambar 6.64 Pengukuran Bank Angle Sensor (BAS) saat sepeda motor miring

g. Pemeriksaan Fuel Injector Circuit Malfunction (MIL Berkedip 12 Kali)

Ketika *ignition switch* diputar ke posisi ON, *fuel injector* mulai bekerja kira-kira 2 detik sebagai awalan.

1) *Kondisi yang Terdeteksi*

Tegangan yang masuk pada injektor adalah 0,8V dari voltase baterai – 1,1V minimum

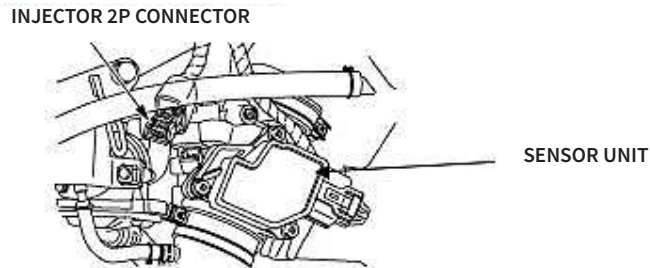


Sumber: Suplemen Buku Pedoman dan Reparasi Honda Supra X 125 PGM FI (12/06/2019)

Gambar 6.65 Pengukuran tegangan

2) Pemeriksaan pada Langkah 1

Untuk mengukur tegangan pada injektor, gunakanlah alat pengukur tegangan yaitu multimeter, kemudian lepas *shield* (*cover body* depan bagian kanan) dan periksa dulu secara fisik pada *coupler* injektor bila kendor atau terkelupas. Bila OK, lanjutkan ke langkah berikutnya. Lepaskan *coupler* injektor, kemudian putar *ignition switch* ke posisi ON. Ukur tegangan pada kabel hitam/biru dan massa. Hasil pengukuran tegangan di lapangan adalah 0,8 V dari voltase standar baterai – 1,1 V minimum.

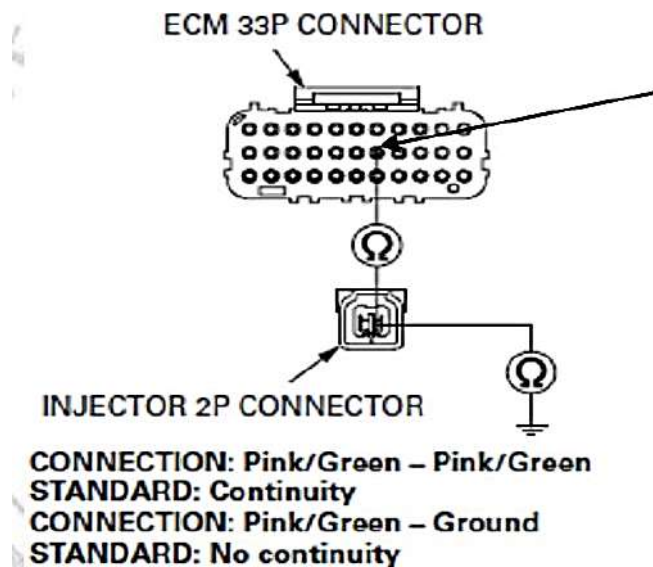


Sumber: Suplemen Buku Pedoman dan Reparasi Honda Supra X 125 PGM FI (12/06/2019)

Gambar 6.66 Pelepasan Coupler Fuel Injector

3) Pemeriksaan pada Langkah 2

Untuk pemeriksaan hubungan injektor, putarlah *ignition switch* pada posisi OFF. Kemudian lepas *frame cover* dan periksa *coupler* injektor dari kemungkinan konektor terlepas. Bila OK, lepaskan coupler injektor lalu periksa hubungan antara kabel pink/hijau dan terminal 16 pada ECM. Hasil di lapangan adalah adanya hubungan atau kontinuitas. Bila OK, lanjutkan ke langkah berikutnya. Dan jika terjadi masalah pada sensor maka akan timbul *Data Trouble Code (DTC)*, kemudian hapus DTC dengan menggunakan *DLC short connector*.



Sumber: Suplemen Buku Pedoman dan Reparasi Honda Supra X 125 PGM FI (12/06/2019)

Gambar 6.67 Pemeriksaan kontinuitas dan tidak adanya kontinuitas

7. Trouble Shooting Sistem Kontrol Elektronik PGM-FI

Trouble shooting yaitu mencari penyebab gangguan yang terjadi pada sistem mesin atau alat secara sistematis agar cepat dan tepat dalam perbaikan. Pada setiap kendaraan bermotor terutama pada sistem kontrol elektronik pasti ada bagian-bagian yang sulit dalam sistem tersebut sistem kontrol elektronik menggunakan komponen serba rumit dan kecil terutama kabel-kabel yang saling terhubung untuk menghubungkan arus listrik ke komponen-komponen system control elektronik. Adapun *trouble shooting* yang mungkin terjadi pada sistem kontrol elektronik Supra X 125 PGM-FI sebagai berikut.

Tabel 6.3
Sistem Trouble Shooting Kontrol Elektronik PGM-FI

No.	Permasalahan	Penyebab	Cara Mengatasi
1.	Mesin tidak mau hidup saat di start	<ul style="list-style-type: none"> • Kontak longgar atau lemah pada sensor • Rangkaian terbuka atau hubungan singkat pada kawat daya/massa • Sensor unit tidak bekerja dengan baik 	<ul style="list-style-type: none"> • Ganti kontak atau perbaiki • Perbaiki rangkaian jika ada yang terkelupas diganti • Periksa sensor unit • Periksa sensor unit • Ganti sensor unit
2.	MAP sensor tidak bekerja dengan baik, berkedip 1 kali	<ul style="list-style-type: none"> • Rangkaian terbuka atau terjadi hubungan singkat • Kabel MAP sensor putus • Terjadi konsleting atau hubungan singkat pada kabel • Saluran vacuum antara <i>throttle body</i> dan MAP tersumbat 	<ul style="list-style-type: none"> • Perbaiki • Ganti kabel • Ganti kabel • Bersihkan <i>throttle body</i> dari kotoran
3.	<i>Throttle Position</i> (TP) sensor tidak bekerja dengan baik	<ul style="list-style-type: none"> • Rangkaian terbuka atau terjadi hubungan singkat • Sirkuit TP sensor tersambung ke sirkuit massa terbuka • Sirkuit TP sensor terbuka atau tersambung ke massa 	<ul style="list-style-type: none"> • Periksa kabel • Perbaiki sirkuit, jika tidak terjadi konsleting atau ganti kabel • Perbaiki kabel dan periksa
4.	EOT tidak bekerja dengan baik, MIL beerkedip 7 kali	<ul style="list-style-type: none"> • Rangkaian terbuka atau terjadi hubungan singkat • Sirkuit TP sensor tersambung ke sirkuit massa terbuka 	<ul style="list-style-type: none"> • Perbaiki sirkuit, jika tidak terjadi konsleting atau ganti kabel • Perbaiki kontak • Ganti kabel

No.	Permasalahan	Penyebab	Cara Mengatasi
		<ul style="list-style-type: none"> • Terjadi konsleting pada kabel EOT dengan massa 	
5.	IAT sensor tidak bekerja dengan baik, MIL berkedip 9 kali	<ul style="list-style-type: none"> • Sirkuit IAT sensor terbuka atau terjadi hubungan singkat • Sirkuit IAT sensor tersambung ke massa • Coupler IAT kendur 	<ul style="list-style-type: none"> • Perbaiki sirkuit, jika tidak terjadi konsleting atau ganti kabel • Perbaiki sirkuit • Periksa dan perbaiki coupler IAT
6.	<i>Bank Angle Sensor (BAS)</i> tidak bekerja dengan baik, MIL berkedip 54 kali	<ul style="list-style-type: none"> • Sirkuit BAS terbuka atau tersambung ke massa • BAS tidak berfungsi • Sirkuit BAS terbuka atau tersumbat ke sirkuit massa terbuka 	<ul style="list-style-type: none"> • Perbaiki sirkuit, jika tidak terjadi konsleting atau ganti kabel • Ganti kabel • Periksa dan perbaiki sirkuit
7.	Injektor tidak bisa menyemprotkan bahan bakar ke <i>throttle body</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Sirkuit BAS terbuka atau tersambung ke massa arum injektor tertahan • Saringan injektor tersumbat • Sirkuit fuel injektor terbuka atau terjadi hubungan singkat 	<ul style="list-style-type: none"> • Bersihkan injektor dengan bensin • Bersihkan kotoran yang menyumbat • Perbaiki sirkuit

Rangkuman dan Evaluasi Materi Bab VI

A. Rangkuman

1. Sistem injeksi bahan bakar yang dikenal dengan istilah sistem EFI (*Electronic Fuel Injection*) merupakan sistem bahan bakar yang telah terprogram. Secara umum, penggantian sistem bahan bakar konvensional ke sistem EFI dimaksudkan agar dapat meningkatkan unjuk kerja dan tenaga mesin (*power*) yang lebih baik, akselerasi yang lebih stabil pada setiap putaran mesin, pemakaian bahan bakar yang ekonomis (*irit*), dan menghasilkan kandungan racun (*emisi*) gas buang yang lebih sedikit sehingga bisa lebih ramah terhadap lingkungan
2. Fungsi dan tujuan penggantian sistem bahan bakar konvensional ke sistem EFI dimaksudkan sebagai berikut.
 - a. Meningkatkan unjuk kerja dan tenaga mesin (*power*) yang lebih baik.
 - b. Skelarasi yang lebih stabil pada setiap putaran dan beban kerja mesin.
 - c. Pemakaian bahan bakar yang ekonomis (*irit*).
 - d. Meminimalisasi kandungan racun (*emisi*) gas buang yang lebih ramah terhadap lingkungan.
 - e. Lebih mudah dihidupkan pada saat lama tidak digunakan dan tidak terpengaruh oleh temperatur di lingkungan sekitarnya.
3. Sistem injeksi bahan bakar (EFI) adalah suatu sistem yang menyalurkan bahan bakar dengan menggunakan pompa bahan bakar elektrik dengan tekanan tertentu dan mencampurnya dengan udara di dalam saluran masuk (*intake manifold*) ke ruang bakar, prinsip kerja sistem EFI harus dapat mensuplai sejumlah bahan bakar untuk disemprotkan ke dalam saluran masuk dan bercampur dengan udara dalam perbandingan campuran yang tepat sesuai kondisi putaran dan beban kerja mesin
4. Konstruksi dasar sistem EFI dapat dibagi menjadi tiga bagian/sistem utama, yaitu
 - a. sistem distribusi bahan bakar (*fuel delivery system*);
 - b. sistem kontrol elektronik (*electronic control system*); dan
 - c. sistem induksi/pemasukan udara (*air induction system*).
5. Komponen sistem injeksi bahan bakar
 - a. komponen sistem penyaluran bahan bakar terdiri dari : Tangki bahan bakar (*fuel tank*), pompa bahan bakar (*fuel pump*), Saringan Bahan Bakar (Fuel Filter), Selang Bahan Bakar (Fuel Rail/Distributor Pipe), Pengatur Tekanan Bahan Bakar (Fuel Pressure Regulator), Injektor (Injector Nozzle), Cold Start Injector, Saluran Masuk (Intake Manifold), Ruang Bakar (Combustion Chamber).
 - b. Komponen sistem kontrol elektronik terdiri dari: *Electronic Control Module* (ECM) atau *Electronic Control Unit* (ECU) merupakan sistem kontrol elektronik yang berfungsi untuk menerima dan menghitung seluruh informasi atau data yang diterima dari masing-masing sinyal sensor yang ada dalam mesin. Informasi yang diperoleh dari sensor seperti informasi suhu udara, suhu oli mesin, suhu air pendingin, tekanan atau jumlah udara masuk, posisi katup *throttle*/katup gas, putaran mesin, posisi poros engkol, dan informasi lainnya
 - c. Komponen sistem induksi udara, terdiri dari: Saringan udara air filter), Throttle Position (TP) Sensor, Idle Speed Control (ISC), Air Flow Meter (AFM), Intake Air Temperatur (IAT), Idle Air Control (IAC), Fast Idle Air Control (FIAC), Idle Speed Adjusting Screw (ISAS), Modulated Air Quantity Sensor (MAQS), Intake Air Pressure (IAP), Manifold Absolute Pressure (MAP) Sensor
6. Sensor tambahan untuk mendukung kinerja mesin yaitu Engine Oil Temperature (EOT) Sensor, Bank Angle Sensor (BAS), Camshaft Position Sensor (CPS) dan Crankshaft Position Sensor (CPS), Engine Temperatur Sensor (ETS), Oksigen (O₂) Sensor.

B. Soal Evaluasi

Jawablah pertanyaan-pertanyaan dibawah ini dengan singkat dan jelas!

1. Jelaskan fungsi sistem injeksi bahan bakar pada sepeda motor!
2. Jelaskan prinsip kerja dari sistem injeksi bahan bakar sepeda motor!
3. Sebutkan konstruksi dasar sistem injeksi bahan bakar sepeda motor!
4. Sebutkan komponen yang tergabung ke dalam kelompok sistem induksi udara!
5. Jelaskan fungsi dari *Electronic Control Module* (ECM) atau *Electronic Control Unit* (ECU)!
6. Komponen apa saja yang di atur oleh ECM saat mesin bekerja!
7. Bagaimana prinsip kerja ECM pada sepeda motor!
8. Jelaskan 2 tipe sistem pemasukan udara pada sistem injeksi bahan bakar!
9. Jelaskan fungsi dari pompa bahan bakar pada sistem injeksi bahan bakar sepeda motor!
10. Sebutkan permasalahan yang mungkin terjadi pada sistem injeksi bahan bakar sepeda motor!

GLOSARIUM

Alternating current (AC): Jenis tegangan listrik yang memiliki arah aliran arus bolak-balik (2 arah) atau jenis tegangan listrik yang memiliki arah polaritas arus listrik yang tidak tetap.

Atmospheric pressure sensor: Komponen yang memberikan data masukan ke ECU tentang kondisi tekanan udara lingkungan sekitar yang nantinya akan digunakan untuk menentukan volume bahan bakar yang diinjeksikan.

AVO meter: Alat ukur yang digunakan mengukur besaran arus listrik dalam satuan amper, tegangan listrik DC dan AC dalam satuan volt, dan tahanan pengantar listrik dalam satuan ohm (Ω).

Breaker cam: Komponen sistem pengapian konvensional yang menyebabkan membuka dan menutupnya kontak platina.

Camshaft sensor: Komponen yang memberikan data masukan ke ECU tentang posisi langkah mesin untuk menentukan langkah hisap dimana terjadi bukaan injektor.

Capacitor discharge ignition: Komponen sistem pengapian elektronik yang bekerja dengan memanfaatkan pengisian (*charge*) dan pengosongan (*discharge*) muatan kapasitor.

Cold type spark plug: Jenis busi yang mempunyai kemampuan untuk menyerap dan melepas/membuang panas dengan cepat.

Contact breaker: Komponen sistem pengapian konvensional yang juga disebut dengan kontak platina sebagai saklar pada sistem rangkaian primer menghubungkan dan memutuskan arus listrik yang mengalir pada kumparan primer ignition coil.

Crankshaft sensor: Komponen yang memberikan data masukan ke ECU tentang posisi dan kecepatan putaran mesin.

Direct current (DC): Jenis tegangan listrik yang memiliki arah aliran arus satu arah saja (searah) atau jenis tegangan listrik yang memiliki arah polaritas arus listrik yang tetap.

Dwell tester: Alat ukur yang mengukur besaran sudut pengapian pada kendaraan bermotor.

Electrical control unit (ECU): Komponen sistem injeksi yang mengolah data sinyal tegangan dari sensor untuk diteruskan dalam kerja aktuatur.

Feeler gauge: Alat ukur yang mengukur besaran celah dari benda yang berongga.

Fuel injector/Injector: Komponen sistem injeksi yang menyembrotkan bahan bakar ke dalam ruang bakar mesin.

Fuel pump: Komponen sistem injeksi yang menghisap dan memberikan tekanan bahan bakar pada injektor.

Growler: Alat ukur yang memeriksa kumparan armatur terhadap hubungan singkat dengan massa.

Hidrometer: Alat ukur yang digunakan untuk mengetahui besaran berat jenis elektrolit baterai.

Hot type spark plug: Jenis busi yang mempunyai kemampuan menyerap dan melepas/membuang panas dengan lambat.

Intake air cut valve (IACV)/Fast Idle Solenoid (FID): Komponen aktuator yang meningkatkan RPM saat mesin dalam keadaan dingin (*Fast Idle*).

Ignition coil: Komponen sistem pengapian yang menaikkan atau membangkitkan tegangan listrik dari baterai sebesar 12 volt menjadi 10 sampai 20 kilovolt..

Ignition switch: Komponen sistem kelistrikan yang menghubungkan dan memutuskan (On-Off) arus listrik dari baterai ke jaringan kelistrikan kendaraan.

Inlet air pressure sensor: Komponen sistem injeksi yang memberikan data masukan ke ECU tentang jumlah kondisi tekanan udara yang akan masuk ke ruang bakar mesin yang nantinya menentukan volume bahan bakar yang diinjeksikan.

Inlet air temperature sensor: Komponen sistem injeksi yang memberikan data masukan ke ECU tentang kondisi suhu udara yang masuk ke ruang bakar mesin yang nantinya menentukan volume bahan bakar yang diinjeksikan.

Kondensor (Capacitor): Komponen sistem pengapian yang menyimpan arus listrik sementara.

Pressure regulator: Komponen sistem injeksi yang mengatur kondisi tekanan bahan bakar selalu tetap (55~60psi).

Sensor crank angle: Komponen sistem injeksi yang mendeteksi posisi crankshaft (poros engkol) dan mendeteksi posisi TMA saat mesin baru menyala dan mengirimkan data tersebut ke ECU.

Sensor engine oil temperature (EOT): Komponen sistem injeksi yang kerjanya sama dengan sensor ECT hanya saja sensor ini bekerja mengukur suhu oli.

Sensor kemiringan motor (Lean Angle Sensor/Bank Angle Sensor): Komponen sensor yang mendeteksi kemiringan motor (berfungsi ketika terjadi kecelakaan jika motor ambruk) otomatis sudut kemiringan motor kurang dari 65 derajat maka sensor ini akan mengirimkan sinyal ke ECU untuk menonaktifkan kerja mesin secara otomatis.

Sensor oxygen (O²): Komponen sensor yang menjaga gas buang sisa pembakaran agar selalu pas dan memberi informasi ke ECU.

Sensor tekanan udara masuk (MAP Sensor): Komponen sensor yang mendeteksi tekanan udara masuk ke saluran intake dan mengirimnya ke ECU.

Sensor temperatur air radiator (Engine Coolant Temperature): Komponen sensor yang mendeteksi suhu air pendingin pada mesin dan mengirimkan datanya ke ECU.

Sensor temperatur udara masuk (Intake Air Temperature Sensor): Komponen sensor yang mendeteksi suhu udara yang masuk dan mengirim data tersebut ke ECU untuk dikalkulasikan.

Sensor throttle position (TP): Komponen sensor yang mendeteksi sudut pembukaan katup *throttle* lalu mengirimkan data ke ECU.

Signal generator/Pick up coil: Komponen sistem pengapian elektronik yang menghasilkan sinyal *trigger* (pemicu) untuk kemudian dimanfaatkan oleh *thyristor switch* untuk mengosongkan seluruh muatan kapasitor.

Spark plug: Komponen sistem pengapian yang menghasilkan loncatan bunga api melalui elektrodanya.

Sensor speed: Komponen sensor yang memberi masukan ke ECU melalui kondisi kecepatan putaran mesin.

Starter clutch: Komponen sistem starter elektrik yang bekerja sebagai penerus tenaga (kopling) satu arah, agar setelah mesin hidup motor starter tidak ikut berputar.

Starter relay (magnetic switch): Komponen sistem starter elektrik yang bekerja sebagai relay utama sistem starter.

Starter switch: Komponen sistem starter elektrik yang bekerja sebagai saklar penghubung/pemutus (START-Off) yang bekerja pada saat kunci kontak pada posisi ON.

Tacho meter: Alat ukur untuk mengukur putaran mesin per menit (rpm).

Temperature sensor: Komponen sensor yang memberikan data masukan ke ECU tentang kondisi suhu kerja mesin.

Throttle sensor: Komponen sensor yang memberikan data masukan ke ECU tentang posisi dan besarnya aliran udara melalui bukaan *throttle valve*.

Thyristor switch: Saklar elektronik di dalam unit CDI (sistem pengapian CDI) yang berfungsi untuk mengosongkan muatan kapasitor.

Timing light: Alat yang memeriksa besaran saat pengapian atau *timing ignition* yang diukur dalam satuan derajat poros engkol (pe).

Vernier caliper/mistar sorong: Alat ukur yang mengukur besaran diameter luar, diameter dalam, kedalaman, dan panjang dari suatu bahan/benda kerja.

DAFTAR INDEKS

A

Air Flow Meter 193, 221
Aktuator 179, 181, 182, 183, 207
Alternating Current v, 3, 15, 30, 69, 86, 115, 117, 131, 150
Alternator 90, 91, 93, 95, 96, 100
Ampere 6, 19
Arus AC 4, 29, 30, 43, 50, 90, 117, 122, 125, 131, 132, 150, 153, 154, 173
Arus DC 4, 29, 50, 57, 90, 117, 128, 131, 150, 153, 154, 173, 174
Arus Listrik 5
Atom 2

B

Bank Angle Sensor 198, 202, 204, 215, 216, 217, 220, 221, 225
Baterai 54, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 66, 70, 71, 72, 74, 75, 76, 77, 82
Bunga api 111, 112, 113, 115, 121, 123, 124, 125, 126, 127, 130, 135, 140, 141, 145, 146, 150

C

CDI 115, 118, 124, 126, 127, 128, 129, 130, 132, 134, 143, 144, 145, 150
Coulomb 6

D

Data Link Connector 181, 202, 204, 205, 206
Daya 90, 91, 100
Diagnostic Trouble Code 205
Diagram kerja 180, 181, 182
Dioda 14, 15, 17
Direct Current 3, 115, 117, 131, 150
DLC 181, 207, 213
DTC 205, 207, 213

E

ECU 124

Electronic Control Module 180, 181, 187
Electronic Fuel Inejction 177
Elektroda busi 111, 112, 113, 119, 121, 123, 124, 126, 130, 135, 141, 146, 147, 148, 149
Elektrolit 58, 71, 72
Elektromagnetik 56, 57, 59
Elektron 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 50
Emisi gas buang 112, 114
Engine Oil Temperature 181
Engine Temperatur Sensor 200, 221

F

Fast Idle Air Control 195, 221
Filament 152, 154, 155, 172
Flasher 157, 171

G

Generator 4, 18, 23, 29, 30

H

Hazard 151, 156
Hydrometer 47, 161, 162

I

Idle Air Control Valve 194
Idle Speed Adjusting Screw 196, 221
Ignition coil 112, 113, 117, 118, 119, 125, 129, 135, 138, 141, 150
Induksi tegangan 119, 121, 122, 124
Injeksi 177, 178, 179, 181, 182, 183, 184, 187, 188, 191, 194, 200, 201, 206, 207, 214
Injektor 178, 180, 181, 185, 186, 188, 194, 199, 209, 214, 217, 218
Instrumen 89
Intake Air Pressure 196
Intake Air Temperatur 184, 194
Intake manifold 178, 179, 180, 183, 184, 188, 194, 196

J

Junction 14

K

Kapasitas 94
Kecepatan 55
Kelistrikan bodi 151
Klakson 152
Knocking 115
Kompresi 112, 123, 150
Konduktor 3, 4, 5, 6, 12, 14, 26, 27
Kontinuitas 168
Konvensional 111, 115, 117, 118, 122, 124, 126, 130, 134, 150
Kumparan 90, 92, 95, 96, 100
Kumparan primer 112, 113, 117, 118, 119, 120, 123, 124, 125, 126, 127, 129, 130, 135, 141, 143, 144, 150
Kumparan sekunder 112, 113, 117, 119, 121, 123, 124, 125, 127, 129, 130, 141, 142, 143
Kunci kontak 59, 60, 63, 77

L

Lampu belakang 151, 154, 155, 172
Lampu kepala 151, 152, 153, 154, 158, 169
Lampu kota 151, 153, 154
Lampu rem 151, 154, 155, 172
Lampu sen 151
Letikan 111, 112, 113, 124, 130, 135, 141, 150
Listrik dinamis 3, 4
Listrik statis 3, 4

M

Magnet 56, 57, 61, 70
Malfunction Indicator Lamp 202
Manifold Absolute Pressure 184
Massa 170, 172
Mekanisme 64, 65, 69, 81
Mesin bensin 54
Modulated Air Quantity Sensor 196
Multimeter 162, 164, 168, 170

N

Negatif Temperature Coefisien 13

O

Ohm meter 95, 96, 98

P

Pembakaran 54, 55, 58, 60, 66, 86
Pembangkit 90, 91, 92, 95, 100
Penerangan 151, 152, 154, 155, 158, 159, 160, 169, 170
Pengapian 111, 112, 113, 114, 115, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 134, 135, 138, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 150
Perawatan berkala 158, 160
Performa mesin 112
Platina 112, 113, 115, 117, 118, 120, 123, 124, 126, 127, 130, 148, 150
Positive Temperature Coefisien 13
Pressure regulator 180, 186
Proton 2, 50
Putaran idle 181

R

Reaksi kimia 94
Reflektor 152
Regulator 93, 100
Relay 59
Resistance 11, 21
Resistor 8, 11, 12, 23
Roda gigi 62, 64, 65, 66, 67, 68, 70, 82, 83
Ruang bakar 179, 180, 183, 184, 185, 187, 190, 193, 195, 209

S

Saklar 60
Saringan udara 184, 188, 189, 190, 194
Sekring 153, 155, 163, 171, 172
Sensor 179, 181, 182, 183, 184, 187, 188, 191, 193, 194, 198, 200, 201, 207, 208, 209, 212, 213, 214, 215
Signal 182, 193, 207
Sistem EFI 177, 178, 179, 181, 183, 184
Sistem pengisian 89, 90, 93, 94, 95, 100
Sistem starter 54, 58, 59, 60, 64, 65, 66, 69, 71, 75, 76, 82, 84, 86
Spul 112, 117, 118, 119, 120, 122, 123, 125, 126, 129, 144, 150
Suzuki 178
Switch 9, 11

T

Tegangan listrik 6

Tenaga putar 55

Throttle body 183, 185, 188, 194

Titik Mati Atas 113

Tombol 60, 61, 63, 69, 77

Transistor 8, 9, 10, 11, 17, 18

V

Volt 6, 19

W

Werstand 11

Y

Yamaha 178

DAFTAR PUSTAKA

- AHM ._____. *Buku Pedoman Reparasi Honda Mega Pro*. Jakarta: PT. Astra Honda Motor
- AHM. _____. *Buku Pedoman Reparasi Honda Astrea Prima*. Jakarta: PT. Astra Honda Motor
- AHM._____. *Buku Pedoman Reparasi Honda PGM-FI Supra X 125*. Jakarta: PT. Astra Honda Motor
- AHM._____. *Pengetahuan Produk*. Jakarta: Astra Honda Training Centre. Astra Honda Motor. 2013. *PGM-FI System*. Jakarta: PT. Astra Honda Motor
- Bisowarno, B. 1984. *Kenalilah Sepeda Motor Anda*. Bandung: Penerbit Tarate
- Boentarto dan Dwi Haryanto. 2003. *Kiat Praktis Jual Beli Sepeda Motor Baru dan Bekas*. Jakarta: Puspa swara
- Boentarto. 1993. *Cara Pemeriksaan Penyetelan dan Perawatan Sepeda Motor*. Yogyakarta: Penerbit Andi
- Boentarto. 1994. *Praktek Ketrampilan Teknik Sepeda Motor*. Solo: CV. Aneka
- Boentarto. 1995. *Tanya Jawab Reparasi Sepeda Motor*. Solo: CV. Aneka Solo
- Boentarto. 2002. *Menghemat Bensin Sepeda Motor*. Semarang: Effhar
- Bosch. _____. *Bosch Spark Plugs and Spark Plug Wires Reference Guide*. Bosch
- Coombs, Mathew. 2002. *Motorcycle Basics Techbook*. 2nd Edition. USA: Haynes Publishing
- Daryanto. 2002. *Teknik Reparasi dan Perawatan Sepeda Motor*. Jakarta: PT. Bumi Aksara
- Divisi Perawatan Sepeda Motor._____. *Petunjuk Perawatan Suzuki Shogun*. Jakarta: PT. Indomobil Suzuki international
- Honda Technical Service Sub Division. 2000. *Buku Pedoman Reparasi Honda Astrea Prima*. Jakarta: PT. Astra International, Inc
- Jama, Julius dkk. 2008. *Teknik Sepeda Motor untuk Sekolah Menengah Kujuruan Jilid 1*. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan. Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah. Departemen Pendidikan Nasional. Jakarta
- Jama, Julius dkk. 2008. *Teknik Sepeda Motor*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan Diknas
- Kiyaku, Yasmaki dan DM. Murdhana. 1994. *Cara Praktis Merawat Sepeda Motor*. Bandung: Pustaka Setia
- Kiyaku, Yaswaki Drs. D.M. Murdhana. 1998. *Teknis Praktis Merawat Sepeda Motor*. Bandung: CV. Pustaka Setia
- Northop, R.S. 1995. *Teknik Sepeda Motor*. Bandung: Pustaka Setia
- NGK Sparkplug (USA) Inc. (2006). *Racing Sparkplugs for Performance Applications*. [Http://www.ngksparkplugs.com](http://www.ngksparkplugs.com) Diakses pada tanggal 12 April 2007

- Setiyono, Agus dan Supriyadi, dkk. 1995. *Buku Panduan Teknik Reparasi dan Servis Bengkel Sepeda Motor*. Solo: CV Bahagia Pekalongan
- Setya Nugraha, Beny. 2005. *Sistem Starter*. Fakultas Pendidikan Teknik Otomotif. UNY Jogjakarta
- Setya Nugraha, Beny. 2005. *Tune Up Sepeda Motor*. Yogyakarta: Pendidikan Teknik Otomotif Universitas Negeri Yogyakarta
- Solihin, Iin, dan Mulyadi. 2003. *Perbaikan Sistem Kelistrikan Otomotif*. Bandung: Armico
- Suganda, Ir. Hadi. 1987. *Pedoman Perawatan Sepeda Motor, Cetakan Kedua*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita
- Sugiarto, Bambang. 2004. *Sistem Injeksi Bahan Bakar Sepeda Motor Satu Silinder Empat Langkah*. Jakarta: Makara, Teknologi, Vol. 8, No. 3, Desember 2004: 77-82.
- Suratman, M, Drs .2003. *Servis dan Teknik Reparasi Sepeda Motor*. Bandung: CV Pustaka Grafika
- Suratman, M. 2003. *Servis dan Teknik Reparasi Sepeda Motor*. Bandung:CV. Pustaka Grafika
- TAM _____. *Training Manual Gasoline Engine Step 2*. Jakarta: PT. Toyota Astra Motor
- Technical Service Training. 2000. *Honda Sales Operation*. Jakarta: PT. Astra International.
- Training Center .1995. *New Step 1 Training manual*. Jakarta: PT. Toyota Astra Motor.
- Yamaha. _____. *Teknik Dasar Service Sepeda Motor*. Jakarta: Bidang Pendidikan, Divisi Service Yamaha
- YTA _____. *Dasar-Dasar Sepeda Motor*. Indonesia: Yamaha Motor CO.LTD

Biodata Penulis



Suryanto, S.Pd, M.Si, lahir di Jakarta, pada tanggal 26 Pebruari tahun 1970. Mengenyam pendidikan Sekolah Dasar di SD Negeri Miroto II Semarang, Jawa Tengah (1978-1984). Lulus dari Sekolah Dasar kembali ke Jakarta masuk ke Sekolah Menengah Pertama (SMP) Islam PERTI (1984-1987) dan setelah lulus melanjutkan ke Sekolah Teknologi Menengah (STM) Negeri 7 Jakarta (1987-1990) mengambil Jurusan Teknik Mekanik Otomotif. Dari pendidikan STM ini penulis mulai mengenal dan menyenangi bidang pengetahuan dan teknologi otomotif, dan setelah tamat kemudian melanjutkan kuliah melalui Program PMDK (Penelusuran Minat Bakat dan Kemampuan) ke Perguruan Tinggi Negeri di Fakultas Pendidikan Teknik Kejuruan (FPTK) IKIP Padang, Sumatera Barat (1990-1995). Menggeluti bidang teknologi otomotif diawali dengan menjadi tenaga pengajar (guru) di berbagai Sekolah Teknologi Menengah swasta di Jakarta dan beberapa lembaga kursus atau pelatihan diantaranya di LP3I Teknik, Kramat, Jakarta (2002-2006) sebagai staf pengajar mata kuliah Teknik Otomotif. Dan pernah juga mengikuti program guru magang dibengkel Auto Service, Jakarta Pusat (1999 – 2001).

Pada tahun 1998 diterima sebagai Pegawai Negeri Sipil (PNS) ditempatkan di SMK Negeri 54 Jakarta untuk menjadi guru pengajar Teknik Mekanik Otomotif yang sekarang berubah menjadi Teknik Kendaraan Ringan. Meskipun sebagai PNS pada saat itu masih aktif pula menjadi tenaga pengajar baik di SMK swasta maupun lembaga kursus dan pelatihan. Tahun 2014 menamatkan pendidikan magisternya (S2) di bidang Ilmu Administrasi Universitas Krisnadwiyana Jakarta (2012-2014). Aktif bergabung dengan Lembaga Sertifikasi Kompetensi (LSK) Teknik Sepeda Motor dan Teknik Kendaraan Ringan yang diketuai oleh Drs. Iwan Drajat, M.Si dan juga APTO (Asosiasi Praktisi Teknik Otomotif) yang diketuai oleh Bapak Irwan Putra semenjak penyelenggaraan kegiatan Program Penyelarasan Pendidikan Dengan Dunia Kerja di Bandung 15 November 2013, dalam rangka penyusunan KKNi yang secara resmi telah ditetapkan melalui Peraturan Pemerintah Nomor 8 Tahun 2012 tentang Kerangka Kualifikasi Kerja Nasional Indonesia.

Saat ini selain aktif sebagai guru produktif kompetensi Teknik Kendaraan Ringan di SMK Negeri 39 Jakarta juga aktif mengikuti berbagai kegiatan dan pelatihan yang diselenggarakan baik dari dunia usaha dan dunia otomotif juga dari Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan baik di PSMK maupun di bagian Pembinaan Kursus dan Pelatihan serta Lembaga Sertifikasi Kompetensi Teknik Kendaraan Ringan yang sekarang diketuai oleh Bapak Ermansyah. (*)



Cep Yudi Hamdani, ST., MT, lahir di Cianjur, pada tanggal 06 November 1977. Mengenyam pendidikan SD Negeri Rahayu Kecamatan Leles Kabupaten Cianjur, Jawa Barat (1984-1990). Lulus dari Sekolah Dasar melanjutkan ke Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri Baros Kabupaten Sukabumi tahun 1990, menjadi Ketua OSIS dan Pratama Pramuka Penggalang dan mengikuti Jambore Nasional Pramuka Penggalang (Jamnas 1991) di Cibubur Jakarta Timur, kelas 2 tahun 1992 pindah ke SMPN 2 Cianjur lulus tahun 1993. Setelah lulus melanjutkan ke Sekolah Teknologi Menengah (STM) PGRI 3 Otomotif Cianjur (1993-1996) mengambil Jurusan Teknik Mekanik Otomotif dan menjadi ketua OSIS dan Pradana Pramuka penegak. Dari sejak SD sampai lulus STM penulis menyenangi bidang pengetahuan dan teknologi otomotif, setelah tamat kemudian melanjutkan kuliah ke Universitas Jenderal Achmad Yani (UNJANI-Cimahi) Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Strata Satu di Cimahi-Bandung Jawa Barat (1996-2002). Menggeluti bidang Teknologi otomotif diawali dengan menjadi tenaga pengajar (guru honorer) dan sebagai pendiri di SMKS Mahardhika Batujajar Kabupaten Bandung Barat (1998-2003).

Pada tahun 2003 pindah tugas mengajar ke SMKS PGRI 3 Cianjur dan SMKN 1 Cilaku Cianjur Jurusan Teknik Mekanik Otomotif yang sekarang berubah menjadi Teknik Kendaraan Ringan (TKR) sampai sekarang masih aktif. Jabatan di SMKS PGRI 3 sebagai wakil kepala sekolah Hubungan Kerjasama Industri (HUBIN) dan Bursa Kerja Khusus (BKK) tahun (2004-sekarang) dan Ketua Forum BKK SMK Kabupaten Cianjur dari tahun 2015-sekarang. Tahun 2007-sekarang mendirikan Lembaga Kursus dan Pelatihan bidang otomotif sepeda motor dan otomotif mobil serta bimbingan prakerja. Tahun 2010 lulus Mengikuti kuliah akta IV (Akta mengajar) di STKIP Subang. Tahun 2010 dinyatakan lulus sertifikasi guru dalam jabatan dan dinyatakan guru profesional bidang study Teknik Kendaraan Ringan.

Pendiri dan Pimpinan Lembaga Kursus dan Pelatihan (LKP) Prima (2007- sekarang) bidang otomotif sepeda motor dan otomotif TKR, Pendiri dan Kepala Sekolah SMK Al-Munawwarah (Jurusan OTKP, TKJ dan TBSM) di Cianjur (tahun 2015 – sekarang), Tim penyusun PBK Binastankom Kemnaker RI tahun 2016, Asessor akreditasi LA LPK Kemnaker RI tahun 2017- sekarang, Asessor Teknik Kendaraan Ringan LSP P1 tahun 2017, TOT system pendingin AC split GTK PAUD & Dikmas tahun 2018, Penyusun Program & Modul PBK Stankom-Kemnaker RI tahun 2018. Ketua DPC AISI Kabupaten Cianjur (tahun 2015-2020), Wakil Ketua DPC HILLSI Kab. Cianjur (2015-2020), Ketua DPC HIPKI Kab. Cianjur (2018-2022). Asessor LSK otomotif TKR tahun 2019- sekarang, Ketua TUK otomotif TKR dan Otomotif sepeda moror LKP Prima Cianjur tahun 2019, Tim penyusun SKL Teknik Perbaikan Bodi dan cat Kendaraan Jenjang III Direktorat Kursus dan pelatihan tahun 2019, Tim penyusun buku bahan ajar cetak Kelistrikan otomotif sepeda motor Direktorat Kursus dan Pelatihan Kemendikbud RI tahun 2019, Instruktur Otomotif Mobil dan sepeda motor Disnaker Kota Depok tahun 2019.



**DIREKTORAT PEMBINAAN KURSUS DAN PELATIHAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN ANAK USIA DINI DAN PENDIDIKAN MASYARAKAT
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
TAHUN 2019**