

Dasar-Dasar Teknik Otomotif

Semester 2

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
2022

SMK/MAK KELAS X

Hak Cipta pada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia
Dilindungi Undang-Undang

Penafian: Buku ini disiapkan oleh Pemerintah dalam rangka pemenuhan kebutuhan buku pendidikan yang bermutu, murah, dan merata sesuai dengan amanat dalam UU No. 3 Tahun 2017. Buku ini disusun dan ditelaah oleh berbagai pihak di bawah koordinasi Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. Buku ini merupakan dokumen hidup yang senantiasa diperbaiki, diperbarui, dan dimutakhirkan sesuai dengan dinamika kebutuhan dan perubahan zaman. Masukan dari berbagai kalangan yang dialamatkan kepada penulis atau melalui alamat surel buku@kemdikbud.go.id diharapkan dapat meningkatkan kualitas buku ini.

Dasar-Dasar Teknik Otomotif
untuk SMK/MAK Kelas X Semester 2

Penulis
Fahrul Anam Setiawan

Penelaah
Muhkamad Wakid
Dimas Aryo Wicaksono
Dani Hidayatuloh

Penyelia/Penyelaras
Supriyatno
Wardani Sugiyanto
Mochamad Widiyanto
Wijanarko Adi Nugroho
Erlina Indarti

Kontributor
Raditya Nugroho
Tri Susilowati
Arif Dwi Mulyono

Ilustrator
Daniel Tirta Ramana (ikon)
Frisna Yulinda Natasya (isi)

Editor
Indah Sulistiyawati
Erlina Indarti

Desainer
Frisna Yulinda Natasya

Penerbit
Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi

Dikeluarkan oleh
Pusat Perbukuan & Direktorat Sekolah Menengah Kejuruan
Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi
Jalan Jendral Sudirman Komplek Kemendikbudristek Senayan, Jakarta 10270
<https://buku.kemdikbud.go.id>

Cetakan Pertama 2022
ISBN 978-602-244-979-9 (no.jil.lengkap)
978-602-244-980-5 (jil.2)
978-623-388-033-6 (PDF)

Isi buku ini menggunakan huruf Noto Serif 11/17 pt, Steve Matteson.
xx, 252hlm, 17.6cm × 25cm.

Kata Pengantar

Pusat Perbukuan; Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan; Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi memiliki tugas dan fungsi mengembangkan buku pendidikan pada satuan Pendidikan Anak Usia Dini, Pendidikan Dasar, dan Pendidikan Menengah, termasuk Pendidikan Khusus. Buku yang dikembangkan saat ini mengacu pada Kurikulum Merdeka. Kurikulum ini memberikan keleluasaan bagi satuan/program pendidikan dalam mengimplementasikan kurikulum dengan prinsip diversifikasi sesuai dengan kondisi satuan pendidikan, potensi daerah, dan peserta didik.

Pemerintah dalam hal ini Pusat Perbukuan mendukung implementasi Kurikulum Merdeka di satuan pendidikan dengan mengembangkan buku siswa dan buku panduan guru sebagai buku teks utama. Buku ini dapat menjadi salah satu referensi atau inspirasi sumber belajar yang dapat dimodifikasi, dijadikan contoh, atau rujukan dalam merancang dan mengembangkan pembelajaran sesuai karakteristik, potensi, dan kebutuhan peserta didik.

Adapun acuan penyusunan buku teks utama adalah Pedoman Penerapan Kurikulum dalam rangka Pemulihan Pembelajaran yang ditetapkan melalui Keputusan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi No. 262/M/2022 Tentang Perubahan atas Keputusan Mendikbudristek No. 56/M/2022 Tentang Pedoman Penerapan Kurikulum dalam rangka Pemulihan Pembelajaran, serta Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Nomor 033/H/KR/2022 tentang Perubahan Atas Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Nomor 008/H/KR/2022 tentang Capaian Pembelajaran pada Pendidikan Anak Usia Dini, Jenjang Pendidikan Dasar, dan Jenjang Pendidikan Menengah pada Kurikulum Merdeka.

Sebagai dokumen hidup, buku ini tentu dapat diperbaiki dan disesuaikan dengan kebutuhan dan perkembangan keilmuan dan teknologi. Oleh karena itu, saran dan masukan dari para guru, peserta didik, orang tua, dan masyarakat sangat dibutuhkan untuk pengembangan buku ini di masa yang akan datang. Pada kesempatan ini, Pusat Perbukuan menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah terlibat dalam penyusunan buku ini, mulai dari penulis, penelaah, editor, ilustrator, desainer, dan kontributor terkait lainnya. Semoga buku ini dapat bermanfaat khususnya bagi peserta didik dan guru dalam meningkatkan mutu pembelajaran.

Jakarta, Desember 2022
Kepala Pusat,

Supriyatno
NIP 196804051988121001



Kata Pengantar

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Sehubungan dengan telah terbitnya Keputusan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Nomor 262M/2022 tentang Pedoman Penerapan Kurikulum Dalam Rangka Pemulihan Pembelajaran Direktorat SMK, Direktorat Jenderal Pendidikan Vokasi telah menyusun contoh perangkat ajar.

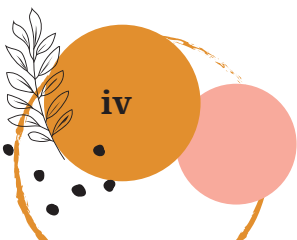
Perangkat ajar merupakan berbagai bahan ajar yang digunakan oleh pendidik dalam upaya mencapai Profil Pelajar Pancasila dan capaian pembelajaran. Perangkat ajar meliputi buku teks pelajaran, modul ajar, video pembelajaran, modul Proyek Penguatan Profil Pelajar Pancasila dan Budaya Kerja, serta bentuk lainnya. Pendidik dapat menggunakan beragam perangkat ajar yang relevan dari berbagai sumber. Pemerintah menyediakan beragam perangkat ajar untuk membantu pendidik yang membutuhkan referensi atau inspirasi dalam pengajaran. Pendidik memiliki keleluasaan untuk membuat sendiri, memilih, dan memodifikasi perangkat ajar yang tersedia sesuai dengan konteks, karakteristik, serta kebutuhan peserta didik.

Buku ini merupakan salah satu perangkat ajar yang bisa digunakan sebagai referensi bagi guru SMK dalam mengimplementasikan Pembelajaran dengan Kurikulum Merdeka. Buku teks pelajaran ini digunakan masih terbatas pada SMK pelaksana Implementasi Kurikulum Merdeka.

Selanjutnya, Direktorat SMK mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang terlibat dalam penyusunan buku ini mulai dari penulis, penelaah, reviewer, editor, ilustrator, desainer, dan pihak terkait lainnya yang tidak dapat disebutkan satu per satu. Semoga buku ini bermanfaat untuk meningkatkan mutu pembelajaran pada SMK pelaksana Implementasi Kurikulum Merdeka.

Jakarta, Desember 2022

Direktur SMK



Prakata

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Segala puji dan syukur Kami panjatkan ke Khadirat Allah Swt. Atas Rahmat dan Karunia-Nya Kami dapat menyelesaikan penyusunan Buku Dasar-Dasar Teknik Otomotif Kelas X Semester 2 (dua) sebagai dasar kejuruan di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK/MAK) Program Teknik Otomotif.

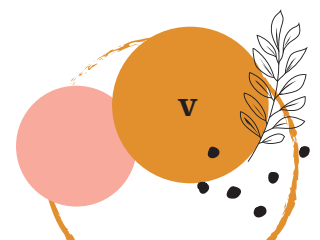
SMK memiliki peran untuk mempersiapkan lulusannya agar siap Wirausaha, Bekerja atau Melanjutkan pendidikan (WBM). Oleh sebab itu, arah pengembangan pendidikan SMK diorientasikan pada standar dunia industri dan upaya peningkatan mutu pendidikan melalui perbaikan mutu proses pembelajaran (di ruang kelas, laboratorium, di lapangan, dan sebagainya) merupakan inovasi pendidikan yang harus terus dilakukan.

Dalam proses pembelajaran peserta didik harus mempunyai keterampilan personal dan sosial berupa *critical thinking* (berpikir kritis), *creativity* (berpikir kreatif), *collaboration* (bekerja sama), *communication* (keterampilan berkomunikasi), dan budaya kerja dalam mempelajari aspek *hard skills* melalui suatu interaksi dalam proses pembelajaran. Selain itu, guru juga harus dapat membantu peserta didik untuk membangun pengetahuannya dengan sarana belajar yang efektif. Salah satu sarana adalah penyediaan buku pelajaran sebagai rujukan yang baik dan benar bagi peserta didik untuk menunjang proses kegiatan pembelajaran.

Berdasarkan hal di atas, harapan Kami semoga buku ini dapat dijadikan sebagai buku referensi untuk pegangan peserta didik dalam menambah wawasan dan pengetahuan dalam kegiatan pembelajaran. Kami menyadari masih banyak kekurangan dan kelemahan karena terbatasnya kemampuan kami dalam menyusun buku ini untuk itu Kami menerima berbagai kritik dan saran yang sifatnya membangun untuk kesempurnaan buku ini di masa yang akan datang.

Jakarta, November 2022

Penulis



Petunjuk Penggunaan Buku

A. Deskripsi

Buku Dasar-Dasar Teknik Otomotif terdiri dari dua buku, yaitu Buku Dasar-Dasar Teknik Otomotif untuk SMK/MAK Kelas X Semester 1 dan Semester 2.

Buku Dasar-Dasar Teknik Otomotif disusun sebagai mata pelajaran dasar kejuruan untuk Program Keahlian Teknik Otomotif atau sebagai pengantar keilmuan tentang otomotif yang membekali peserta didik dengan pengetahuan, keterampilan, dan sikap dalam proses pembelajaran, sehingga peserta didik diharapkan mampu untuk menemukan sendiri berbagai fakta, membangun konsep, dan nilai-nilai baru secara mandiri dalam bidang otomotif.

Buku Dasar-Dasar Otomotif untuk SMK/MAK Kelas X Semester 2 merupakan lanjutan dari buku Dasar-Dasar Teknik Otomotif Semester 1 yang terbagi dalam lima bab, yaitu Bab 1: Gambar Teknik Otomotif, Bab 2: Peralatan dan Perlengkapan di Tempat Kerja, Bab 3: Komponen Otomotif, Bab 4: Elektronik Otomotif, Bab 5: Dasar Sistem Hidrolik dan Pneumatik.

Buku Dasar-Dasar Teknik Otomotif di susun dengan ilustrasi gambar, diagram, dan tabel dari berbagai sumber agar peserta didik mendapatkan gambaran secara menyeluruh mengenai program keahlian otomotif, sehingga tujuan pembelajaran dapat tercapai.

B. Rambu-Rambu

Rambu-rambu ini perlu diperhatikan untuk memahami isi buku, sehingga tujuan pembelajaran tercapai dengan baik. Berikut ini rambu-rambu dalam buku.

Tujuan Pembelajaran



Tujuan pembelajaran untuk menunjukkan capaian yang harus dicapai setelah melaksanakan pembelajaran.

Peta Konsep



Peta konsep, yaitu konsep untuk memperkenalkan suatu materi secara umum.

Kata Kunci



Kata kunci, yaitu konsep dasar yang mewakili pokok materi yang akan dibahas.

Pokok Bahasan



Pokok bahasan, yaitu inti dari pembahasan setiap bab dan sub bab yang harus kalian tempuh dalam mempelajari buku ini.

Metode Pembelajaran



Metode pembelajaran, dimana melakukan pembelajaran melakukan dengan cara: diskusi, partisipatif, presentasi audio visual, diskusi kelompok, studi kasus, simulasi.

Aktivitas Kelompok



Aktivitas kelompok merupakan tugas yang diberikan kepada kalian untuk dikerjakan secara berkelompok.

Aktivitas Mandiri



Aktivitas mandiri merupakan tugas yang diberikan kepada kalian untuk dikerjakan secara individu.

Rangkuman



Rangkuman merupakan sekumpulan informasi untuk mempermudah dalam pemahaman materi.

Refleksi



Refleksi merupakan pembahasan di akhir untuk mengetahui kemampuan kalian dalam mempelajari buku ini.

Asesmen



Asesmen, yaitu berupa tes formatif yang diberikan untuk menguji kemampuan kalian dalam mempelajari buku ini.

Pengayaan



Pengayaan untuk menambah wawasan pengetahuan dan kemampuan keterampilan

C. Diagram Capaian Pembelajaran

Dasar-Dasar Teknik Otomotif

Semester 2

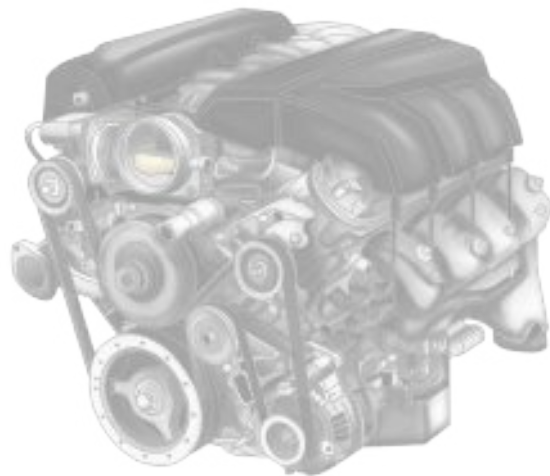
Bab 1 Gambar Teknik Otomotif

Bab 2 Peralatan dan Perlengkapan di Tempat Kerja

Bab 3 Komponen Otomotif

Bab 4 Elektronik Otomotif

Bab 5 Dasar Sistem Hidrolik dan Pneumatik



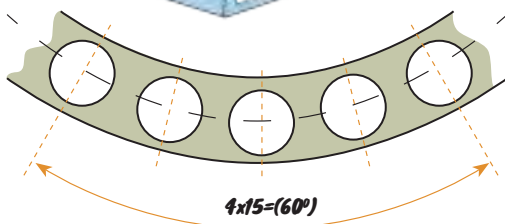
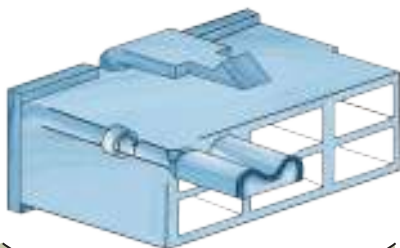
Daftar Isi



Bab 1

Gambar Teknik Otomotif

Tujuan Pembelajaran	1
Peta Konsep	2
Kata Kunci	2
A. Mengenal Gambar Teknik Otomotif	3
B. Persiapan Gambar Teknik Otomotif	16
C. Simbol dan Kode Gambar Teknik Otomotif	30
D. Interpretasi Gambar Teknik Otomotif	40
Rangkuman	44
Refleksi	46
Asesmen	47
Pengayaan	48



Halaman Judul	i
Kata Pengantar Pusat Perbukuan	iii
Kata Pengantar Direktorat SMK	iv
Prakata	v
Petunjuk	vi
Penggunaan Buku	
Daftar Isi	ix
Daftar Gambar	xi
Daftar Tabel	xix



Bab 2

Peralatan dan Perlengkapan di Tempat Kerja

Tujuan Pembelajaran	49
Peta Konsep	50
Kata Kunci	50
A. Peralatan Umum (<i>Common Tools/General Tools</i>)	51
B. Alat Perlengkapan Bengkel (<i>Workshop Equipment</i>)	xx
C. Peralatan Service Khusus (<i>Special Service Tools</i>)	xx
Rangkuman	xx
Refleksi	xx
Asesmen	xx
Pengayaan	xx



Bab 3

Komponen Otomotif

Tujuan Pembelajaran	103
Peta Konsep	104
Kata Kunci	104
A. Komponen Utama Mesin Otomotif	105
B. Komponen Perlengkapan Otomotif	115
C. Komponen Tambahan Otomotif	135
Rangkuman	141
Refleksi	143
Asesmen	144
Pengayaan	144



Bab 5

Dasar Sistem Hidrolik dan Pneumatik

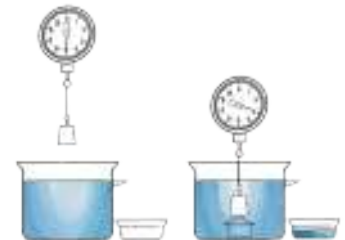
Tujuan Pembelajaran	183
Peta Konsep	184
Kata Kunci	184
A. Pengertian Sistem Hidrolik dan Pneumatik	185
B. Prinsip Kerja Sistem Hidrolik dan Pneumatik	189
C. Komponen Sistem Hidrolik dan Pneumatik	192
D. Rangkaian Sistem Hidrolik dan Pneumatik	212
Rangkuman	233
Refleksi	235
Asesmen	236
Pengayaan	237



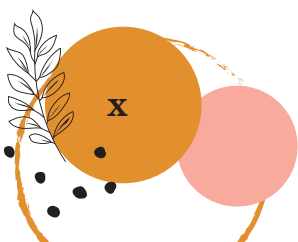
Bab 4

Elektronik Otomotif

Tujuan Pembelajaran	145	Rangkuman	179
Peta Konsep	146	Refleksi	181
Kata Kunci	146	Asesmen	182
A. Identifikasi Komponen Elektronik	147	Pengayaan	182
B. Rangkaian Komponen Elektronik Otomotif	163		
C. Sambungan pada Komponen Elektronik Otomotif	171		
D. Memperbaiki Kerusakan Rangkaian Elektronik Otomotif	175		



239	Glosarium
241	Daftar Pustaka
244	Indeks
246	Pelaku Perbukuan



Daftar Gambar

Gambar 1.1	Posisi Kertas dan Garis Tepi	4
Gambar 1.2	Pensil Batang	5
Gambar 1.3	Pensil Mekanik dan Penghapus	5
Gambar 1.4	Jenis Kepala Rapido dengan Berbagai Ukuran Ketebalan	5
Gambar 1.5	Bagian-Bagian Rapido	6
Gambar 1.6	Contoh Macam-macam Jangka	6
Gambar 1.7	Penggunaan Penggaris T dan Penggaris Segitiga...	7
Gambar 1.8	Penggaris Mal Lingkaran	7
Gambar 1.9	Penggaris Busur	8
Gambar 1.10	Meja Gambar	8
Gambar 1.11	Penulisan Huruf dan Angka	12
Gambar 1.12	Contoh Etiket Gambar	14
Gambar 1.13	Contoh Bentuk Konstruksi Geometris	16
Gambar 1.14	Gambar Pandangan Depan, Samping, dan Atas	17
Gambar 1.15	Jenis-Jenis Proyeksi	18
Gambar 1.16	Proyeksi Aksonometri	19
Gambar 1.17	Proyeksi Isometri Normal	19
Gambar 1.18	Proyeksi Isometri Terbalik	19
Gambar 1.19	Proyeksi Isometri Horizontal	20
Gambar 1.20	Proyeksi Dimetri	20
Gambar 1.21	Proyeksi Trimetri	21
Gambar 1.22	Proyeksi Miring	22
Gambar 1.23	Proyeksi Perspektif	22
Gambar 1.24	Proyeksi Eropa	23
Gambar 1.25	Proyeksi Amerika	24
Gambar 1.26	Penunjukan Ukuran Kurang Tepat	25
Gambar 1.27	Penunjukan Ukuran yang Tepat	26

Gambar 1.28	Penunjukan Ukuran Berantai	26
Gambar 1.29	Penunjukan Ukuran Paralel	26
Gambar 1.30	Penunjukan Ukuran Kombinasi	27
Gambar 1.31	Penunjukan Ukuran Berurutan	27
Gambar 1.32	Penunjukan Ukuran Berimpit	28
Gambar 1.33	Penunjukan Ukuran Koordinat	28
Gambar 1.34	Penunjukan ukuran <i>Chamfer</i>	29
Gambar 1.35	Penunjukan Ukuran yang Sama	29
Gambar 1.36	Simbol Komponen Kelistrikan Otomotif	32
Gambar 1.37	Contoh Kode Komponen Kelistrikan Otomotif ..	33
Gambar 1.38	Contoh Kode Soket	36
Gambar 1.39	Kode Warna Kabel	36
Gambar 1.40	<i>Junction Connector</i>	36
Gambar 1.41	Contoh Lokasi J/R dan R/B pada Mobil	37
Gambar 1.42	Contoh lokasi <i>Ground Point</i>	38
Gambar 1.43	Contoh Gambar Kode <i>Splice Point</i>	39
Gambar 1.44	Contoh Gambar <i>Electric Wiring Diagram</i> sistem starter	41
Gambar 1.45	Contoh gambar Konponen Sistem Rem Tromol pada Mobil	42
.....		
Gambar 2.1	Kunci Sok	52
Gambar 2.2	Kunci Soket Bentuk Lain	52
Gambar 2.3	Kunci pas, ring, dan kombinasi	53
Gambar 2.4	Kunci Nipel	53
Gambar 2.5	Kunci Allen atau Kunci L	54
Gambar 2.6	<i>Adjustable Wrench</i>	54
Gambar 2.7	Kunci Pipa	54
Gambar 2.8	Macam-macam Obeng	55
Gambar 2.9	Jenis - Jenis Tang	56
Gambar 2.10	Jenis - Jenis Palu	57
Gambar 2.11	Jenis Kepala Palu	58



Gambar 2.12	Gergaji Logam	58
Gambar 2.13	Snei dan Tap	59
Gambar 2.14	Pahat	60
Gambar 2.15	Ragum	60
Gambar 2.16	Kikir	61
Gambar 2.17	Penitik dan penggores	61
Gambar 2.18	Gunting Plat	62
Gambar 2.19	Sikat Logam	62
Gambar 2.20	<i>Scraper</i> dan <i>Kape</i>	63
Gambar 2.21	<i>Portable Hand Drill</i>	64
Gambar 2.22	Bor duduk	64
Gambar 2.23	Gerinda Tangan	65
Gambar 2.24	Gerinda Duduk	66
Gambar 2.25	<i>Impact Wrench</i>	66
Gambar 2.26	<i>Air Reciprocating & Circular Saw</i>	67
Gambar 2.27	Mesin Gergaji	67
Gambar 2.28	Solder Listrik	68
Gambar 2.29	Penganjal Roda	71
Gambar 2.30	Dongkrak	71
Gambar 2.31	<i>Jack Stand</i>	71
Gambar 2.32	<i>Car Lift</i>	72
Gambar 2.33	<i>Bike Lift</i>	72
Gambar 2.34	<i>Engine Crane</i>	73
Gambar 2.35	<i>Sling</i>	73
Gambar 2.36	<i>Hydraulic Press</i>	73
Gambar 2.37	<i>Engine Stand</i>	74
Gambar 2.38	<i>Grease Gun</i>	74
Gambar 2.39	<i>Oil Collecting</i>	74
Gambar 2.40	<i>Toolbox</i>	75
Gambar 2.41	<i>Trolley/Caddy Tool Kit</i>	75
Gambar 2.42	<i>Handy Air Reel</i>	75
Gambar 2.43	<i>Air Duster Gun</i>	76



Gambar 2.44	Kompresor	76
Gambar 2.45	<i>Nitrogen Generator</i>	76
Gambar 2.46	<i>Part Washer</i>	76
Gambar 2.47	<i>Body-Frame Straighteners</i>	77
Gambar 2.48	<i>Tire Change</i>	77
Gambar 2.49	Mesin 3R	78
Gambar 2.50	<i>Spooring Whel Aligment 3D</i>	78
Gambar 2.51	<i>Balancing</i>	78
Gambar 2.52	<i>Feeler Gauge</i>	88
Gambar 2.53	<i>Straight Edge</i>	88
Gambar 2.54	<i>Dial Gauge</i>	89
Gambar 2.55	<i>Vernier Caliper</i>	89
Gambar 2.56	<i>Micrometer</i>	90
Gambar 2.57	<i>Cylinder Bor Gauge</i>	90
Gambar 2.58	<i>Radiator and Radiator Cup Tester</i>	90
Gambar 2.59	Kunci Momen	91
Gambar 2.60	Multitester	91
Gambar 2.61	Bagian Hidrometer	92
Gambar 2.62	<i>Compression Tester</i>	93
Gambar 2.63	<i>Timing Light</i>	93
Gambar 2.64	<i>Tachometer/Dwell Tester</i>	94
Gambar 2.65	<i>Tire Pressure Gauge</i>	94
Gambar 2.66	<i>Manifold Gauge</i>	95
Gambar 2.67	<i>Gas Analyzer and Smoke Tester</i>	96
Gambar 2.68	Penggunaan <i>Plastic Gauge</i>	97
Gambar 2.69	<i>Battery Tester</i>	97
Gambar 2.70	<i>Thermo Hygro Meter</i>	97
Gambar 2.71	<i>Diagnostic Tools</i>	99
.....		
Gambar 3.1	Bagian Mesin Mobil	106
Gambar 3.2	<i>Bagian Kepala Silinder</i>	107
Gambar 3.3	Blok Silinder	107



Gambar 3.4	Bagian Torak	108
Gambar 3.5	Poros Engkol	109
Gambar 3.6	Bak Engkol	109
Gambar 3.7	Mekanisme Katup	110
Gambar 3.8	Gasket	111
Gambar 3.9	Roda Gaya	111
Gambar 3.10	Komponen Mobil Listrik	112
Gambar 3.11	Segitiga Unsur Api	115
Gambar 3.12	Sistem Bahan Bakar Konvensional	116
Gambar 3.13	Sistem Bahan Bakar Injeksi	116
Gambar 3.14	Sistem Pompa Sebaris/ <i>Inline</i>	117
Gambar 3.15	Sistem Pompa Distributor	118
Gambar 3.16	Sistem <i>Common Rail</i>	119
Gambar 3.17	Sistem Bahan Bakar Gas	119
Gambar 3.18	Prinsip Kerja dari Sistem Pelumas	120
Gambar 3.19	Prinsip Kerja dari Sistem Pendingin	121
Gambar 3.20	Komponen Sistem Pemasukan dan Pembuangan	121
Gambar 3.21	Komponen Pemasukan dan Pembuangan dengan Turbo	122
Gambar 3.22	Komponen Pemindah Tenaga pada Mobil	122
Gambar 3.23	Jenis Pemindah Tenaga	123
Gambar 3.24	Pemindah Tenaga Sepeda Motor Menggunakan Rantai	124
Gambar 3.25	Pemindah Tenaga Sepeda Motor Matik	124
Gambar 3.26	Pemindah Tenaga Alat Berat	125
Gambar 3.27	Kode Ban	126
Gambar 3.28	Pelek Roda	126
Gambar 3.29	Komponen <i>Undercarriage</i>	127
Gambar 3.30	Sistem Rem	127
Gambar 3.31	Sistem Suspensi Manual	128
Gambar 3.32	Sistem Suspensi Elektronik	128
Gambar 3.33	Kemudi Tenaga Hidrolik	129



Gambar 3.34	Sistem Kemudi Elektrik	129
Gambar 3.35	Rangka	130
Gambar 3.36	Bodi pada mobil	130
Gambar 3.37	Sistem Starter	131
Gambar 3.38	Sistem Pengapian Konvensional	131
Gambar 3.39	Sistem Pengapian Elektronik	132
Gambar 3.40	Sistem Pengisian	132
Gambar 3.41	Sistem Lampu Penerangan	133
Gambar 3.42	Sistem Pembersih Kaca	133
Gambar 3.43	Sistem Pengkondisian Udara	135
Gambar 3.44	Sistem Audio-Video	136
Gambar 3.45	Sistem <i>Immobilizer</i>	137
Gambar 3.46	<i>Internet Of Vehicle</i>	138

.....

Gambar 4.1	ECU Pada Mobil	154
Gambar 4.2	Baterai Mobil	155
Gambar 4.3	Sensor Mobil	155
Gambar 4.4	Sensor IAT (<i>Intake Air Temperature</i>)	156
Gambar 4.5	Sensor <i>Mass Air Flow</i> (MAF)	156
Gambar 4.6	Sensor TPS (<i>Throttle Position Sensor</i>)	156
Gambar 4.7	Sensor MAP (<i>Manifold Absolute Pressure</i>)	156
Gambar 4.8	Sensor CKPs (<i>Crankshaft Position Sensor</i>)	157
Gambar 4.9	Sensor CMPs (<i>Camshaft Position Sensor</i>)	157
Gambar 4.10	<i>Knock Sensor</i>	158
Gambar 4.11	<i>Oil Pressure Sensor</i>	158
Gambar 4.12	<i>Oxygen Sensor</i>	158
Gambar 4.13	Sensor WTS (<i>Water Temperature Sensor</i>)	158
Gambar 4.14	Injektor	159
Gambar 4.15	Contoh Macam-macam Saklar	160
Gambar 4.16	Relay	161
Gambar 4.17	<i>Fuse dan Fusible Link</i>	161
Gambar 4.18	<i>Flasher Penedip Lampu</i>	162



Gambar 4.19	Rangkaian Seri	164
Gambar 4.20	Rumus menghitung rangkaian seri	165
Gambar 4.21	Rangkaian Paralel	165
Gambar 4.22	Rumus Menghitung Rangkaian Listrik Paralel	166
Gambar 4.23	Rangkaian Campuran	166
Gambar 4.24	Rangkaian Majemuk	167
Gambar 4.25	<i>Loop</i> Ganda	167
Gambar 4.26	Proses <i>Soldering</i>	171
Gambar 4.27	Proses <i>Brazing</i>	172
Gambar 4.28	Proses <i>Welding</i>	172
Gambar 4.29	Contoh Macam-Macam Kabel Lug	173
Gambar 4.30	Rangkaian Listrik dengan Saklar Posisi Mati ...	175
Gambar 4.31	Rangkaian Listrik dengan Posisi Saklar Terhubung	175
Gambar 4.32	Pemeriksaan tegangan dan arus yang mengalir ..	176
Gambar 4.33	Pemeriksaan hambatan tiap komponen	176

.....

Gambar 5.1	Penerapan Konsep Hukum Archimedes	185
Gambar 5.2	Penerapan Konsep Hukum Pascal	186
Gambar 5.3	Hukum Hidrostatik.....	187
Gambar 5.4	Sistem Pneumatik	188
Gambar 5.5	<i>Tire Changer Pneumatic</i>	189
Gambar 5.6	Prinsip Kerja Sistem Hidrolik	190
Gambar 5.7	Sistem Pneumatik	190
Gambar 5.8	Komponen Sistem Hidrolik pada Bulldozer	192
Gambar 5.9	Tangki Hidrolik Bertekanan	194
Gambar 5.10	Pompa Hidrolik <i>Non Positive Displacement</i>	195
Gambar 5.11	Pompa Hidrolik <i>Positive Displacement</i>	155
Gambar 5.12	Katup Pengontrol Tipe Poppet	196
Gambar 5.13	Katup Pengontrol Tipe Piston.....	197
Gambar 5.14	Katup Pengontrol Tipe Pilot	197
Gambar 5.15	<i>Throttle Valve</i>	198



Gambar 5.16	<i>Quick Drop Valve</i>	199
Gambar 5.17	<i>Check Valve</i>	199
Gambar 5.18	<i>Suction Valve</i>	200
Gambar 5.19	<i>Spool Valve</i>	200
Gambar 5.20	<i>Electro Hydraulic Control</i>	201
Gambar 5.21	<i>External Gear Motor</i>	201
Gambar 5.22	<i>Internal Gear Motor</i>	202
Gambar 5.23	<i>Type Balance Vane Motor</i>	203
Gambar 5.24	<i>Type Axial Variable Piston Motor</i>	203
Gambar 5.25	<i>Type Radial Piston Motor</i>	204
Gambar 5.26	<i>Type Single Acting Cylinder</i>	205
Gambar 5.27	<i>Type Double Acting Cylinder</i>	205
Gambar 5.28	<i>Telescopic Cylinder Type</i>	206
Gambar 5.29	Tipe Kompresor	207
Gambar 5.30	<i>Oil dan Water Trap</i>	208
Gambar 5.31	<i>Filter Dehydrator</i>	208
Gambar 5.32	Air Filter	209
Gambar 5.33	<i>Restrictor Tipe</i>	209
Gambar 5.34	<i>Restrictor Tipe Variable Restrictor</i>	209
Gambar 5.35	Katup Mekanik	210
Gambar 5.36	Katup Solenoid	210
Gambar 5.37	Silinder Pneumatik	211
Gambar 5.38	<i>Rotary Pneumatik</i>	212
Gambar 5.39	<i>Air Slide Pneumatik</i>	212
Gambar 5.40	Rangkaian Sistem Hidrolik.....	220
Gambar 5.41	Rangkaian Elektronik Hidrolik Sederhana	222
Gambar 5.42	Diagram Pneumatik	228
Gambar 5.43	Rangkaian Elektro Pneumatik.....	229

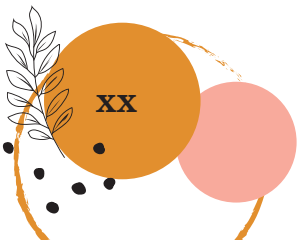


Daftar Tabel

Tabel 1.1	Ukuran Kertas Gambar	3
Tabel 1.2	Tingkat Kekerasan Pensil	4
Tabel 1.3	Jenis-Jenis Garis dan Penggunaannya (ISO R. 128)	10
Tabel 1.4	Perbandingan Huruf tipe A (H/14)	12
Tabel 1.5	Perbandingan Huruf Tipe B (H/10)	13
Tabel 1.6	Sudut Proyeksi Aksonometri	21
Tabel 1.7	Garis Gambar dan Garis Ukur	25
Tabel 1.8	Contoh warna kabel pada salah satu jenis kendaraan	35
.....		
Tabel 2.1	Jumlah mata Pisau dan kegunaannya	59
Tabel 2.2	Alat Servis Khusus	80
Tabel 2.3	Contoh Besaran Pokok	87
Tabel 2.4	Contoh Besaran Turunan	87
.....		
Tabel 4.1	Jenis-Jenis Resistor	148
Tabel 4.2	Jenis-Jenis Kapasitor atau Kondensator	150
Tabel 4.3	Jenis-Jenis Induktor	150
Tabel 4.4	Jenis-Jenis Dioda	151
Tabel 4.5	Jenis-Jenis Transistor	153
Tabel 4.6	Jenis-Jenis IC	153
Tabel 4.7	Kapasitas Fuse dan Fusible <i>Link</i>	162
.....		
Tabel 5.1	Satuan Tekanan	187
Tabel 5.2	Oli Hidrolik	193
Tabel 5.3	Simbol Penghubung	213



Tabel 5.4	Simbol Pompa Hidrolik	214
Tabel 5.5	Simbol Motor Hidrolik	214
Tabel 5.6	Simbol Silinder	215
Tabel 5.7	Simbol Tangki Hidrolik	216
Tabel 5.8	Simbol Katup	216
Tabel 5.9	Simbol Aktuator	218
Tabel 5.10	Simbol Lainnya	219
Tabel 5.11	Simbol Rangkaian Sistem Pneumatik	223



KEMENTERIAN PENDIDIKAN KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA, 2022

Dasar-Dasar Teknik Otomotif
untuk SMK/MAK Kelas X Semester 2

Penulis: Fahrul Anam Setiawan

ISBN: 978-602-244-979-9 (no.jil.lengkap)
978-602-244-980-5 (jil.2)
978-623-388-033-6 (PDF)



Bab 1

Gambar Teknik Otomotif

Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini, kalian diharapkan mampu mempersiapkan gambar teknik dan menginterpretasikan gambar teknik.



Tahukah kalian perbedaan antara gambar teknik dan gambar lukisan?



PETA KONSEP

**Mengenal
Gambar Teknik
Otomotif**

**Persiapan
Gambar Teknik
Otomotif**

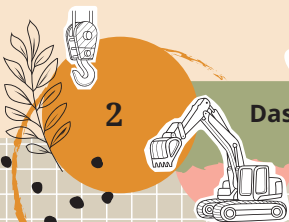
**Simbol dan
Kode Gambar
Teknik Otomotif**

**Interpretasi
Gambar Teknik
Otomotif**



Kata Kunci

**Teknik, Simbol, Kode,
Diagram, dan Gambar.**





A. Mengenal Gambar Teknik Otomotif

Menggambar adalah kegiatan membuat tanda pada permukaan datar. Tanda tersebut berupa goresan yang dibuat dengan alat-alat gambar. Gambar teknik merupakan alat untuk menyatakan suatu rencana, gagasan, ide, sistem, cara kerja, dan konstruksi. Gambar tersebut memiliki aturan-aturan yang memungkinkan untuk dapat dipahami dan dimengerti antara pembuat gambar dan pembaca gambar.

1. Alat Gambar

Gambar sudah dikenal masyarakat sejak ribuan tahun yang lalu, bahkan lama sebelum kertas ditemukan alat gambar juga mengalami perkembangan. Awalnya, gambar dibuat atau diukir pada belahan batu. Sekarang, gambar sudah menggunakan pensil, kertas, penggaris bahkan, sekarang gambar sudah menggunakan aplikasi komputer.

Ada beberapa alat yang digunakan untuk membuat gambar teknik antara lain berikut ini.

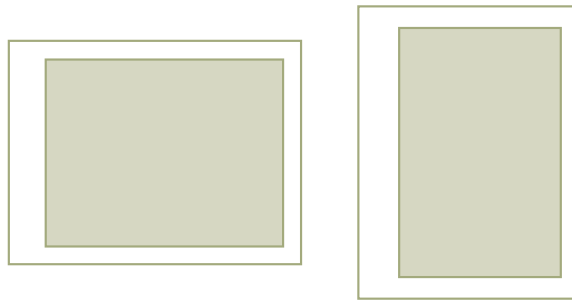
a. Kertas Gambar

Kertas gambar yang sering digunakan adalah kertas putih, kertas manila, dan kertas kalkir. Berikut ini tabel ukuran kertas gambar beserta garis tepi yang digunakan dalam gambar teknik otomotif.

Tabel 1.1 Ukuran Kertas Gambar

Ukuran	Ukuran		Garis Tepi	
	Lebar	Panjang	Sisi Kiri	Sisi Kanan, Bawah, dan Atas
A0	841 mm	1189 mm	20 mm	10 mm
A1	594 mm	841 mm	20 mm	10 mm
A2	420 mm	594 mm	20 mm	10 mm
A3	297 mm	420 mm	20 mm	10 mm
A4	210 mm	297 mm	20 mm	5 mm
A5	148 mm	210 mm	20 mm	5 mm





Gambar 1.1 Posisi Kertas dan Garis Tepi

b. Pensil dan Pena Gambar

1) Pensil Gambar dan Penghapus

Pensil gambar berfungsi untuk membuat goresan pada bidang gambar atau kertas gambar, sedangkan penghapus untuk menghapus goresan dari pensil pada bidang atau kertas gambar. Pensil gambar yang banyak digunakan saat ini ada dua macam, yaitu: pensil batang dan pensil mekanik. Pensil batang mempunyai ciri, yaitu antara isi pensil dan batang pensil menyatu sehingga dalam penggunaannya harus sering diraut untuk mendapatkan hasil dengan ketebalan tertentu. Akibat dari rautan tersebut, batang pensil ini akan habis bersama isinya. Pensil mekanik mempunyai ciri, yaitu antara batang dan isinya terpisah. Pengguna pensil ini tinggal mengisi isi pensil yang berbentuk seperti lidi yang disesuaikan dengan tingkat ketebalan dan kekerasan pensil.

Pensil gambar mempunyai kode kekerasan yang digunakan dalam menggambar, lebih jelasnya lihat tabel berikut.

Tabel 1.2 Tingkat Kekerasan Pensil

Keras		Sedang		Lunak	
SEMAKIN KERAS ↓	4H	SEMAKIN LUNAK ↓	3H	SEMAKIN LUNAK ↓	2B
	5H		2H		3B
	6H		H		4B
	7H		F		5B
	8H		HB		6B
	9H		B		7B



Gambar 1.2 Pensil Batang



Gambar 1.3 Pensil Mekanik dan Penghapus

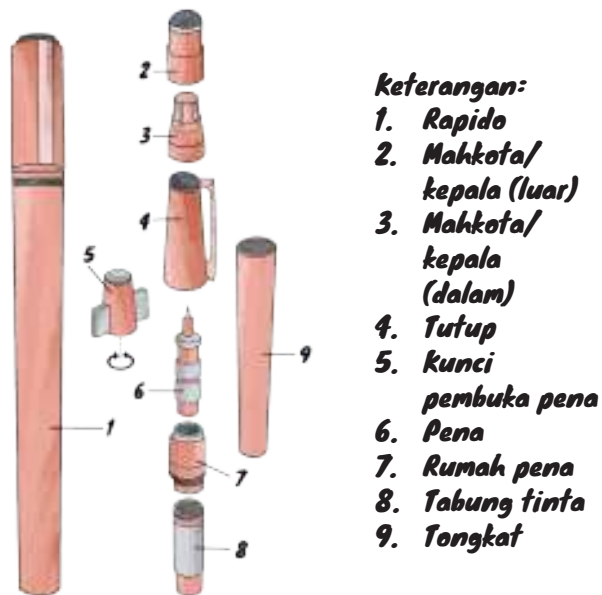
2) Pena Gambar/ Rapido/ *Drawing Pen*

Pena gambar digunakan untuk membuat goresan garis pada kertas transparan atau kertas kalkir. Penggunaan pena gambar tersebut disesuaikan dengan tebal garis yang akan dibuat. Perbedaan dengan pensil, yaitu pena biasanya menggunakan tinta dan pensil menggunakan grafit.



Gambar 1.4 Jenis Kepala Rapido dengan Berbagai Ukuran Ketebalan

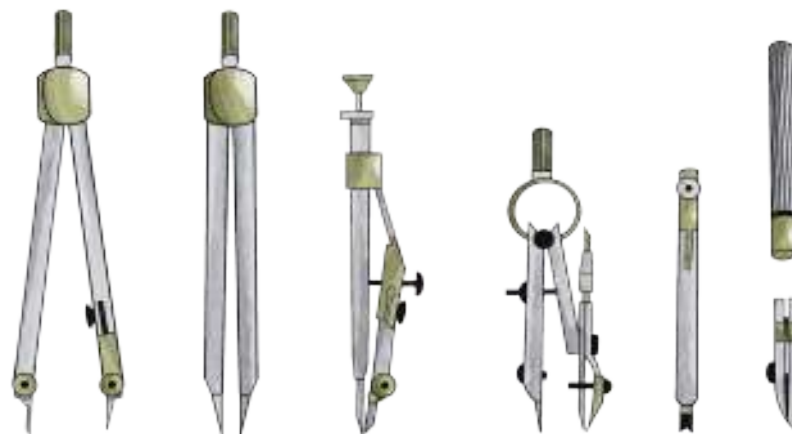




Gambar 1.5 Bagian-Bagian Rapido

c. Jangka

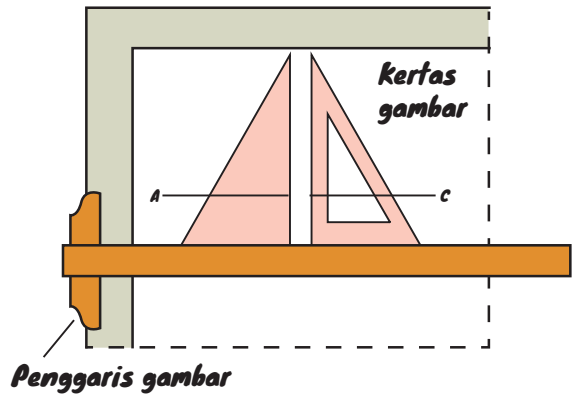
Jangka digunakan untuk membuat lingkaran penuh atau lingkaran tidak penuh dengan diameter tertentu. Berikut ini adalah gambar berbagai macam jangka.



Gambar 1.6 Contoh Macam-macam Jangka

d. Penggaris

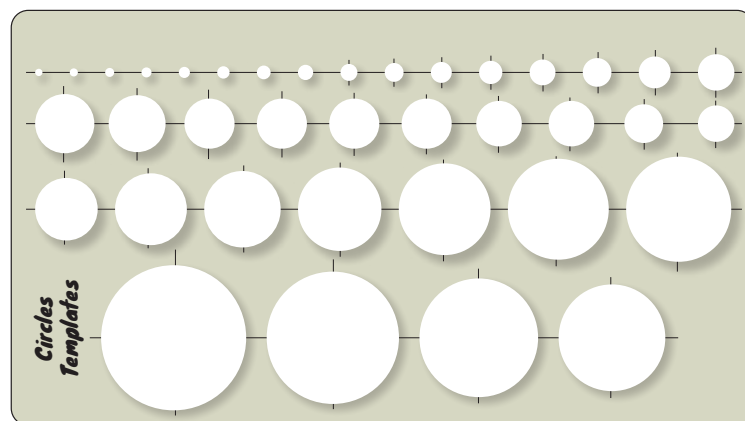
Penggaris adalah alat untuk membuat garis lurus maupun garis lengkung. Penggaris biasanya dilengkapi dengan alat ukur misalkan dengan satuan milimeter atau dengan derajat. Penggaris bisa terbuat dari plastik, kayu, besi, dan lain-lain. Berikut ini adalah gambar penggunaan penggaris T dan segitiga.



Gambar 1.7 Penggunaan Penggaris T dan Penggaris Segitiga

Penggaris T digunakan untuk membuat garis lurus sejajar, penggunaan penggaris ini memungkinkan membuat garis sejajar baik vertikal maupun horizontal. Caranya adalah menggeser kepala dari batang T tersebut, pada sisi meja gambar. Penggaris segitiga siku terdiri dari 2 macam, yaitu penggaris siku sama kaki dan penggaris siku dengan sudut 60° .

Penggaris mal terdapat berbagai macam jenisnya. Misalnya, penggaris mal lingkaran yang digunakan untuk mempermudah membuat lingkaran dengan cepat, mal huruf, dan mal bentuk lainnya. Berikut ini adalah gambar penggaris mal lingkaran.



Gambar 1.8 Penggaris Mal Lingkaran



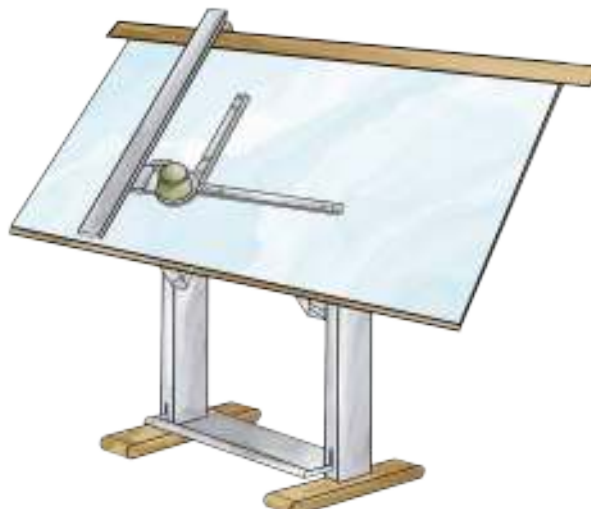
Penggaris busur dapat digunakan untuk membuat gambar dengan derajat tertentu, busur ini berbentuk setengah lingkaran atau 0° hingga 180° . Berikut ini adalah gambar penggaris busur.



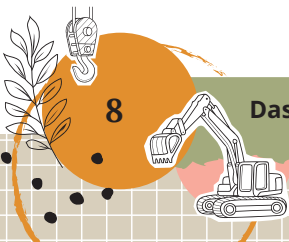
Gambar 1.9 Penggaris Busur

e. Meja Gambar

Meja gambar atau papan gambar harus memiliki permukaan yang datar atau rata dan garis tepi yang lurus. Meja gambar yang menggunakan penggaris T akan menjadi garis sejajar yang sempurna dan mempunyai tepi yang lurus. Berikut ini adalah gambar meja gambar.



Gambar 1.10 Meja Gambar



f. Alat Gambar Modern

Dalam perkembangan teknologi sekarang ini, aktivitas menggambar mengalami perkembangan yang sangat pesat. Sekarang, menggambar dapat menggunakan komputer yang mempunyai spesifikasi tertentu, menggambar dengan komputer sering disebut dengan istilah *Computer Aided Design* (CAD). CAD dapat digunakan untuk menggambar dua dimensi dan tiga dimensi. Dengan adanya *software* tersebut, aktivitas menggambar akan lebih cepat dan efisien, bahkan dalam menggambar dapat berupa pemodelan tiga dimensi dan animasi.

2. Standar Gambar Teknik

Standar gambar teknik merupakan usaha untuk menyatukan aturan gambar teknik sehingga didapatkan keseragaman dengan kesepakatan bersama. Tujuannya untuk menghindari salah pengertian dalam berkomunikasi teknik. Adapun tujuan dari standar gambar teknik, antara lain:

- a. memberikan kepastian, kesesuaian antara pembuat gambar dan pembaca gambar;
- b. menyamakan persepsi terhadap cara-cara penggunaan tampilan, ukuran, atau keterangan yang dinyatakan di dalam gambar;
- c. memudahkan komunikasi antara pembuat gambar dan pengguna gambar;
- d. memudahkan dalam bekerja membuat atau memproduksi benda/barang dalam jumlah banyak (produksi massal); dan
- e. memperlancar kegiatan produksi serta pemasaran produk dan suku cadang.

Standar gambar teknik dapat dibuat dalam satu instansi/perusahaan, satu negara, atau bahkan tingkat internasional.



Enam standar gambar teknik meliputi:

1. *Japanese Industrial Standard (JIS)*,
2. *Nederland Normalisatie Instituut (NNI)*,
3. *Deutsche Industrie Normen (DIN)*,
4. *American National Standard Institute (ANSI)*,
5. *Standar Nasional Indonesia (SNI)*, dan
6. *International Organization for Standardization (ISO)*.

ISO mempunyai tujuan untuk menyatukan pemahaman tentang teknik secara internasional. Aturan standar yang dibuat ISO digunakan untuk: (1) memudahkan hubungan perdagangan nasional dan internasional, (2) memudahkan komunikasi, (3) dan sebagai petunjuk praktis dalam bidang teknik.

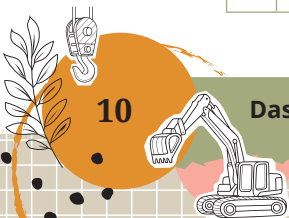
Contoh standar yang sering digunakan dalam menggambar teknik adalah sebagai berikut.








a. Jenis-jenis Garis

Garis gambar memiliki berbagai macam bentuk. Berbagai bentuk garis gambar tersebut akan memiliki maksud dan tujuan tertentu sehingga penggunaannya ditetapkan standar. Standar tersebut adalah sebagai berikut.

Tabel 1.3 Jenis-Jenis Garis dan Penggunaannya (ISO R. 128)

	Jenis Garis	Keterangan	Penggunaan
A		Tebal kontinyu	A1 Garis benda nyata (garis benda terlihat)
B		Garis tipis kontinyu (lurus atau lengkung)	B1 Garis benda nyata (garis benda terlihat) B2 Garis ukuran B3 Garis proyeksi B4 Garis Penunjuk B5 Garis arsir B6 Garis nyata pada penampang yang diputar di tempat B7 Garis sumbu pendek

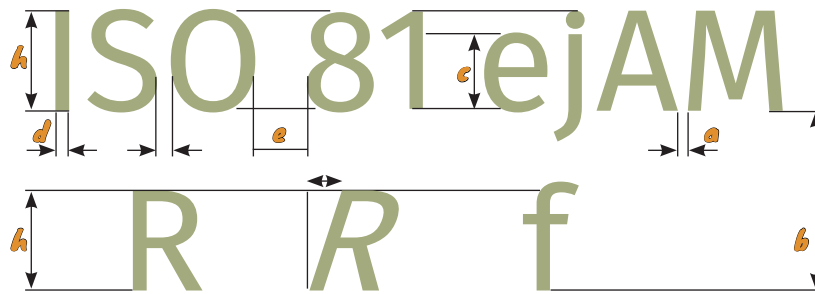


Jenis Garis		Keterangan	Penggunaan
C		Garis tipis kontinyu bebas	C1 Garis batas yang dipotong, jika batasnya bukan garis bergores
D		Garis tipis kontinyu dengan zig zag	C1 Garis batas yang dipotong, jika batasnya bukan garis bergores
E		Garis gores tebal	E1 Garis gambar terhalang (Garis benda terhalang)
F		Garis bergores tipis	F1 Garis sumbu F2 Garis simetri F3 Garis lintasan
G		Garis bergores tipis yang dipertebal ujungnya dan perubahan arah	G1 Garis yang menunjukkan bidang potong
H		Garis bergores tebal	H1 Garis yang menunjukkan permukaan benda kerja yang harus mendapatkan pekerjaan khusus
I		Garis bergores ganda tipis	I1 Garis benda/ bagian yang berdekatan I2 Garis alternatif dan batas kedudukan benda yang bergerak I3 Garis sistem



b. Huruf dan Angka

Huruf dan angka harus ditulis dengan jelas sehingga dapat dibaca. Penulisan huruf dan angka diatur dalam standar ISO 3098/11974. Huruf dan angka ditulis tegak dan miring 75° . Perhatikanlah gambar berikut ini.



Gambar 1.11 Penulisan Huruf dan Angka

Keterangan:

- a : jarak antar huruf satu dengan huruf lainnya
- b : jarak antara tinggi huruf ditambah jarak huruf di atasnya
- c : tinggi huruf kecil
- d : tebal huruf atau angka
- e : jarak spasi antar kata
- h : ketinggian huruf atau angka

Berikut ini cara menentukan tinggi huruf dan angka. Perhatikan tabel di bawah ini:

Tabel 1.4 Perbandingan Huruf tipe A ($h/14$)

Penggunaan		Ukuran						
		2.5	3.5	5	7	10	14	20
Tinggi huruf besar (h)	14/14h	2.5	3.5	5	7	10	14	20
Tinggi huruf kecil (c)	10/14h	-	2.5	3.5	5	7	10	14
Jarak huruf (a)	2/14h	0.35	0.5	0.7	1	1.4	2	2.8
Jarak garis (b)	20/14h	3.5	5	7	10	14	20	28
Jarak kata (e)	6/14h	1.05	1.5	2.1	3	4.2	6	8.4
Tebal huruf (d)	1/14h	0.18	0.25	0.35	0.5	0.5	1	1.4

Tabel 1.5 Perbandingan Huruf Tipe B (h/10)

Penggunaan		Ukuran						
Tinggi huruf besar (h)	10/10h	2.5	3.5	5	7	10	14	20
Tinggi huruf kecil (c)	7/10h	-	2.5	3.5	5	7	10	14
Jarak huruf (a)	2/10h	0.5	0.7	1	1.4	2	2.8	4
Jarak garis (b)	14/10h	3.5	5	7	10	14	20	28
Jarak kata (e)	6/10h	1.5	1.5	2.1	3	4.2	6	8.4
Tebal huruf (d)	1/10h	0.25	0.35	0.5	0.5	1	1.4	2

c. Etiket Gambar

Gambar harus dilengkapi dengan kepala gambar atau etiket gambar. Fungsinya adalah untuk memberi identitas gambar dan keterangan pada gambar tersebut. Etiket gambar dibuat pada kertas gambar dibagian sebelah kanan bawah. Bagian yang terdapat pada etiket gambar atau kepala gambar meliputi:

- 1) nama pembuat,
- 2) judul gambar,
- 3) nama instansi pembuat,
- 4) tanggal membuat,
- 5) tanggal persetujuan,
- 6) ukuran kertas,
- 7) skala gambar (perbandingan gambar dengan bentuk aslinya),
- 8) jenis proyeksi,
- 9) satuan ukuran, dan
- 10) keterangan atau hal yang diperlukan di dalam gambar.

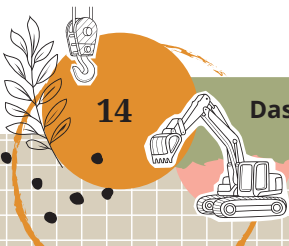


Contoh pembuatan etiket gambar dapat dilihat pada gambar berikut.

← 35 →	← 50 →	← 50 →		
	Skala 1:1	Digambar: Penggambar	Peringatan: ↑ 25 ↓	
	Satuannya: mm	Diperiksa:		
	Tanggal:	Disetujui:		
NAMA INSTANSI		JUDUL GAMBAR		No identitas penggambar
← 65 →		← 70 →		← 25 →
				← 15 →

← 21 →					
Jumlah	Nama Bagian	No.	Bahan	Keterangan	
	JUDUL GAMBAR	Skala 1:1	Digambar	Tanggal	Penggambar
			Diperiksa		
	NAMA INSTANSI		No.		

Gambar 1.12 Contoh Etiket Gambar





Aktivitas 1.1 Mandiri

Lakukanlah kegiatan berikut ini!

1. Persiapkan alat gambar yang diperlukan, misalnya pensil, kertas, penggaris, jangka, dan lain sebagainya!
2. Buatlah garis tepi pada kertas gambar!
3. Buatlah kepala gambar atau etiket gambar sesuai standar di sekolah kalian!
4. Buatlah huruf dan angka seperti gambar di bawah ini! Kemudian, sesuaikanlah dengan ukuran kertas yang digunakan!

15mm **NOMOR ABSEN** : (di tulis miring)

15mm **NAMA KALIAN** : (di tulis miring)

10mm **KELAS KALIAN** : (di tulis miring)

10mm **GAMBAR TEKNIK** : (di tulis miring)

10mm **1 2 3 4 5 6 7 8 9 0**

MENULIS HURUF		KESEBANGUNAN	
		A4	1.No
10mm	10mm	10mm	10mm
10mm	10mm	10mm	10mm
10mm	10mm	10mm	10mm
10mm	10mm	10mm	10mm

Berilah tanda silang (×) pada pilihan pernyataan di bawah sesuai dengan yang kalian lakukan!

Saya mengerjakan aktivitas ini dengan:

- Menyontek pekerjaan teman
- Mengerjakan dengan bantuan banyak teman
- Mengerjakan dengan sedikit bantuan dari teman
- Mengerjakan sendiri tanpa bantuan dari teman

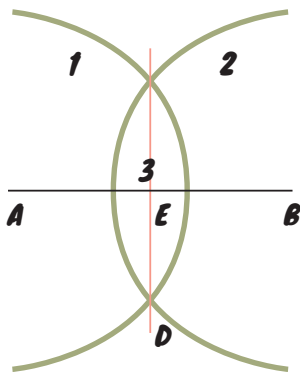




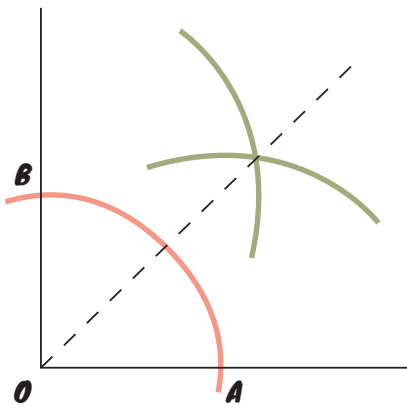
B. Persiapan Gambar Teknik Otomotif

1. Konstruksi Geometris

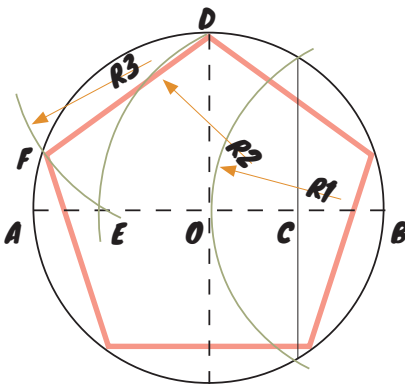
Konstruksi geometris merupakan upaya atau cara dalam proses menggambar teknik. Keunggulan konstruksi geometris adalah proses pembuatan gambar lebih cepat dan hasilnya lebih rapi. Bentuk konstruksi geometris sederhana antara lain, konstruksi garis, sudut, lingkaran, dan bidang. Contoh bentuk konstruksi geometris dapat dilihat pada gambar berikut ini.



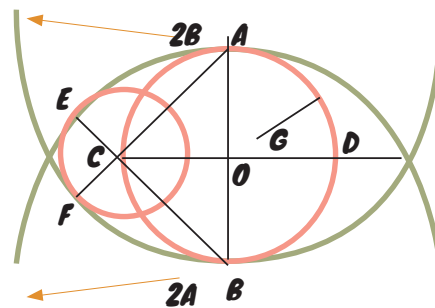
Membuat garis tegak lurus



Membagi sudut sama besar

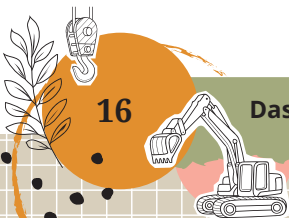


Segi lima beraturan



Membuat bentuk elips

Gambar 1.13 Contoh Bentuk Konstruksi Geometris



Ayo diskusikan bersama temanmu tentang cara membuat bentuk geometris. Carilah referensi dari berbagai sumber, seperti buku-buku dari perpustakaan atau melalui internet.

2. Jenis Pandangan pada Gambar Teknik

Jenis pandangan pada gambar teknik digunakan untuk memudahkan dalam pembacaan gambar. Pandangan depan gambar teknik harus menyatakan gambaran utama suatu benda yang dapat memberikan informasi berupa bentuk benda secara menyeluruh.

Apabila pada pandangan depan belum memberikan informasi secara menyeluruh, gambar pandangan lain harus ditambah, seperti pandangan samping, pandangan atas, dan pandangan belakang. Jumlah pandangan pada gambar harus dibatasi dan digunakan seperlunya saja. Apabila satu pandangan sudah memuat informasi gambar dengan jelas, pandangan yang lain tidak diperlukan. Contoh gambar pandangan dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 1.14 Gambar Pandangan Depan, Samping, dan Atas

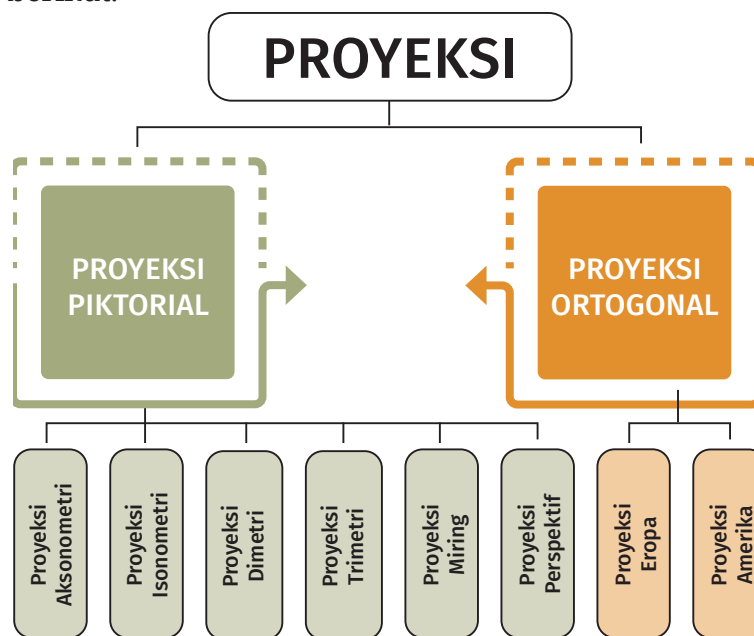
3. Proyeksi Gambar

Proyeksi merupakan suatu aturan yang digunakan untuk mempresentasikan gambar teknik. Fungsinya adalah gambar dan informasi pada gambar tersebut dapat dipahami oleh semua orang di



berbagai negara, sehingga informasi yang akan disampaikan melalui gambar dapat disampaikan dengan baik. Proyeksi gambar harus dimengerti antara pembuat gambar dan yang membaca gambar dengan aturan yang sama dari ukuran dan skala.

Proyeksi merupakan goresan di bidang datar yang menyatakan suatu benda nyata atau khayalan. Proyeksi tersebut disampaikan atau ditampilkan dalam objek gambar sehingga gambar tersebut terlihat lebih jelas dan mudah dipahami. Proyeksi dapat diklasifikasikan sebagai berikut.



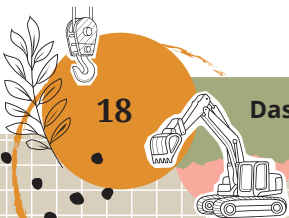
Gambar 1.15 Jenis-Jenis Proyeksi

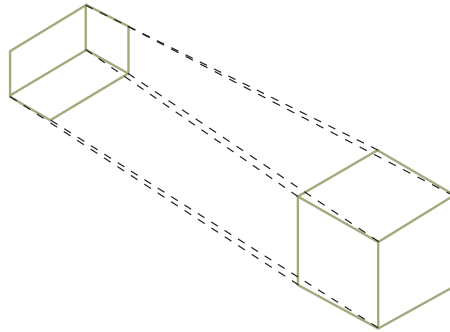
a. Proyeksi Piktorial

Proyeksi piktorial adalah proyeksi yang menampilkan gambar benda yang mendekati bentuk dan ukuran aslinya. Gambar benda tersebut berupa tiga dimensi dan menggunakan pandangan tunggal.

1) Proyeksi Aksonometri

Proyeksi aksonometri adalah proyeksi gambar dengan memiringkan benda terhadap bidang proyeksi. Muka benda tersebut terlihat seperti bentuk aslinya.

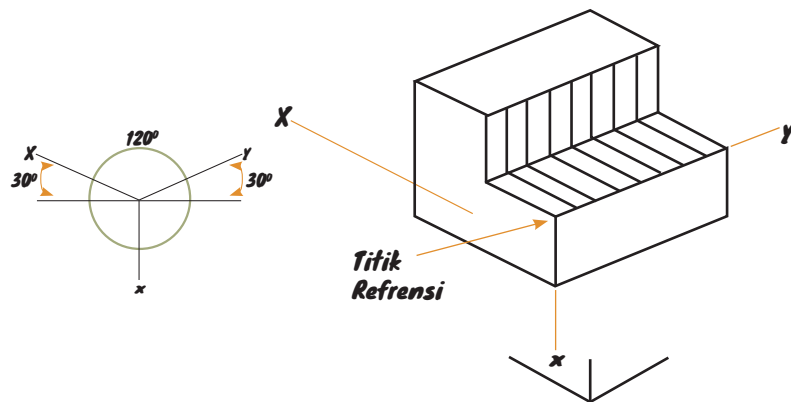




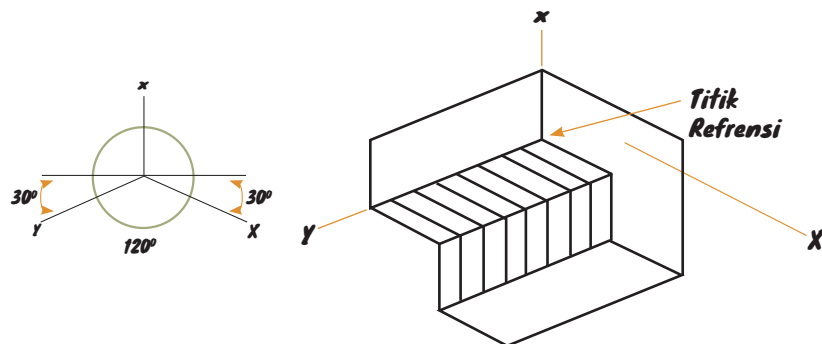
Gambar 1.16 Proyeksi Aksonometri

2) Proyeksi Isometri

Proyeksi isometri menyajikan benda dengan jelas. Pada proyeksi ini tidak ada garis sumbu yang diperpendek atau diperkecil. Semua panjang sumbunya menggambarkan ukuran asli dari benda yang di gambar pada sumbu (X:Y:Z) dengan jarak sumbu 120° (derajat). Berikut ini adalah gambar proyeksi isometri.

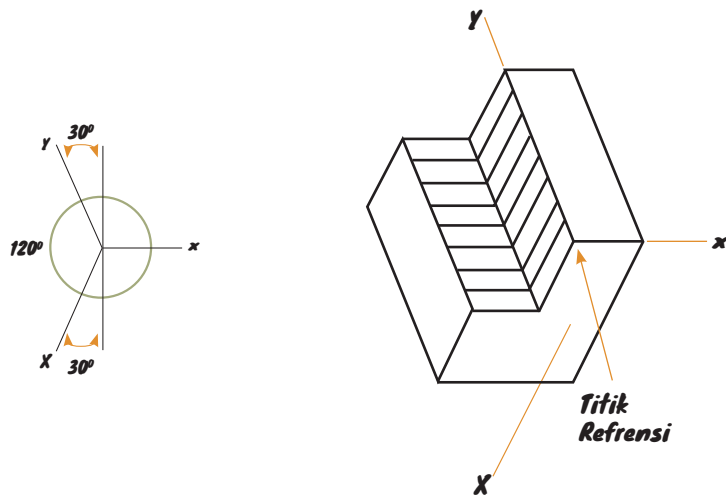


Gambar 1.17 Proyeksi Isometri Normal



Gambar 1.18 Proyeksi Isometri Terbalik

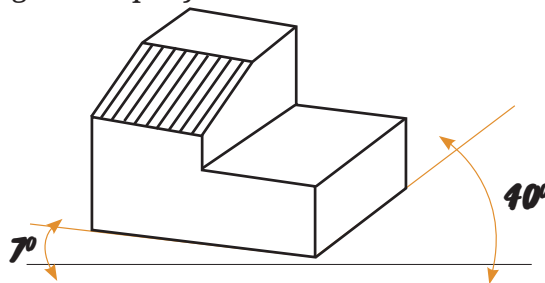




Gambar 1.19 Proyeksi Isometri Horizontal

3) Proyeksi Dimetri

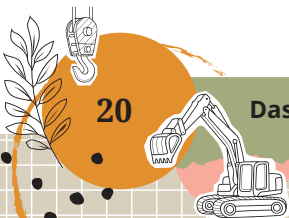
Proyeksi dimetri membandingkan sumbu (X:Y:Z) adalah 1:1 atau 2:1, dengan kemiringan sisi 7° terhadap sumbu X dan 40° terhadap sumbu Y, sehingga garis yang tumpang tindih pada proyeksi isometri tidak terlihat lagi. Berikut ini adalah gambar proyeksi dimetri.

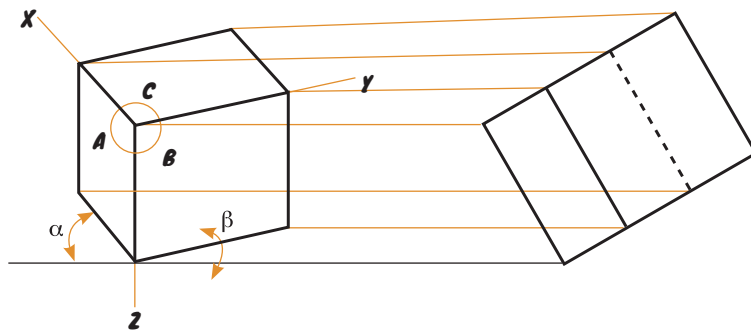


Gambar 1.20 Proyeksi Dimetri

4) Proyeksi Trimetri

Proyeksi trimetri adalah proyeksi yang menyajikan rasio panjang sumbu yang berbeda dengan perbandingan garis sumbu (X:Y:Z) sebesar $(9/10a:1/2a:a)$. Berikut ini adalah gambar proyeksi trimetri.





Gambar 1.21 Proyeksi Trimetri

Nilai dari kemiringan proyeksi trimetri dapat dilihat dalam tabel berikut ini.

Tabel 1.6 Sudut Proyeksi Aksonometri

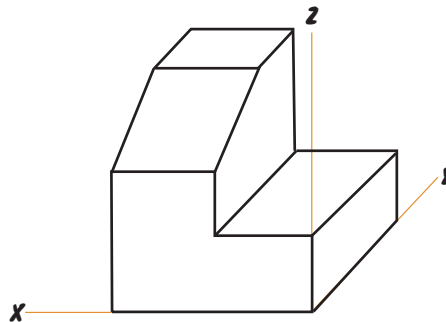
Cara Proyeksi	Sudut Proyeksi ($^{\circ}$)		Sudut Perpendekan		
	α	β	Sumbu X	Sumbu Y	Sumbu Z
Proyeksi Aksonometri Isometri	30	30	82	82	82
Proyeksi Aksonometri Dimetri	15	15	73	73	96
	35	35	86	86	71
	40	10	54	54	92
Proyeksi Aksonometri Trimetri	20	10	64	83	97
	30	15	65	86	92
	30	20	72	83	89
	35	25	77	85	83
	45	15	65	92	86

5) Proyeksi Miring

Proyeksi miring adalah proyeksi yang menampilkan garis-garis proyeksi yang tidak tegak lurus terhadap bidang proyeksi, tetapi membentuk sudut miring (sembarang). Permukaan benda bagian depan pada proyeksi ditempatkan dengan bidang kerja proyeksi. Bentuk permukaan depan gambar pada proyeksi ini sama dengan benda aslinya.



Jika kedalam gambar benda sama dengan panjang aslinya disebut proyeksi miring *cavalier*. Bila panjang kedalam gambar benda diperpendek disebut proyeksi miring *cabinet*. Proyeksi miring sama dengan proyeksi dimetri. Perbedaannya adalah terletak pada sumbu X dan garis horizontal membentuk sudut 0° serta garis horizontal lainnya membentuk sudut 45° . Agar lebih jelas lihatlah gambar berikut ini.



Gambar 1.22 Proyeksi Miring

6) Proyeksi Perspektif

Proyeksi perspektif adalah gambar proyeksi dengan kesan tampilan yang cukup baik. Proses proyeksi perspektif dalam penyajiannya cukup rumit dan sulit apalagi untuk gambar bagian-bagian yang kecil. Proyeksi perspektif menggunakan penyajian pandangan dengan menggunakan garis pandangan pada satu titik atau lebih sebagai pusat pandangan. Berikut ini adalah gambar proyeksi perspektif.



Perspektif 1 titik

Perspektif 2 titik

Perspektif 3 titik

Gambar 1.23 Proyeksi Perspektif

b. Proyeksi Ortogonal

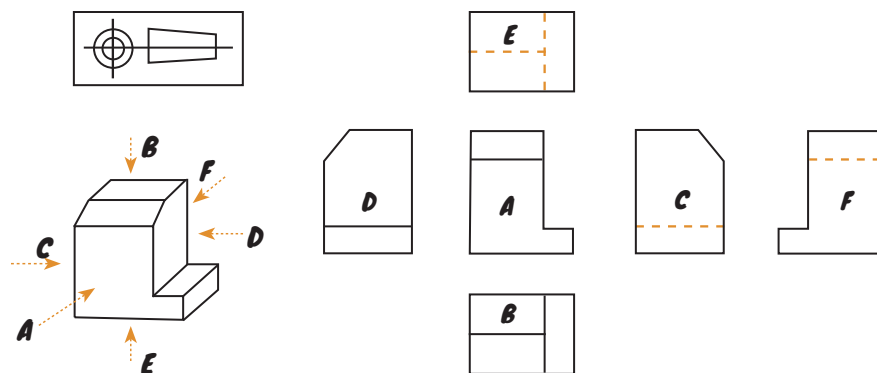
Proyeksi ortogonal adalah gambar proyeksi yang dilakukan dengan cara memproyeksikan setiap sisi dari benda secara tegak lurus terhadap bidang proyeksinya. Gambar proyeksi ortogonal digunakan untuk memberikan informasi yang lengkap dan tepat dari suatu benda tiga dimensi.

Proyeksi ortogonal pada umumnya tidak memberikan gambaran lengkap dari benda yang diproyeksi. Benda tersebut hanya digambar dengan satu proyeksi saja. Oleh karena itu, diambil beberapa bidang proyeksi secara tegak lurus, dan dapat ditambah dengan bidang bantu yang diperlukan. Dengan menggabungkan gambar-gambar, proyeksi tersebut dapat diperoleh gambaran jelas dari benda yang dimaksud.

Proyeksi ortogonal terbagi menjadi dua. Proyeksi-proyeksi tersebut adalah sebagai berikut.

1) Proyeksi Eropa (Proyeksi Kuadran I)

Proyeksi eropa adalah proyeksi yang letaknya terbalik terhadap arah pandangannya. Contoh proyeksi eropa dapat dilihat pada gambar berikut ini.

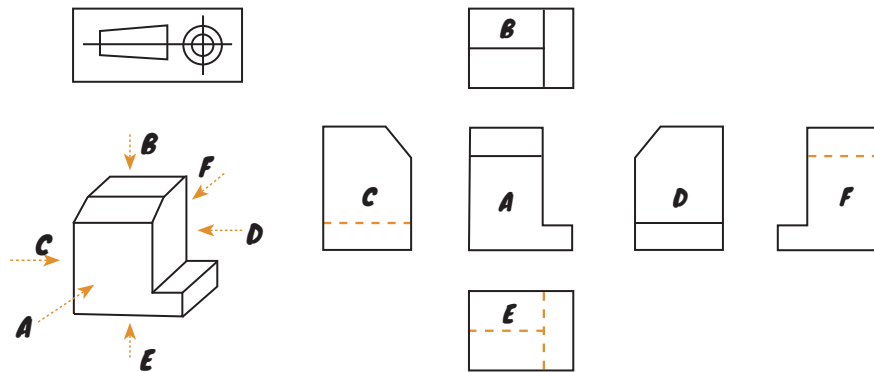


Gambar 1.24 Proyeksi Eropa



2) Proyeksi Amerika (Proyeksi Kuadran II)

Proyeksi amerika adalah proyeksi sudut ketiga yang letak dari bidang benda yang sama dengan arah pandangannya. Berikut ini adalah contoh gambar proyeksi amerika.

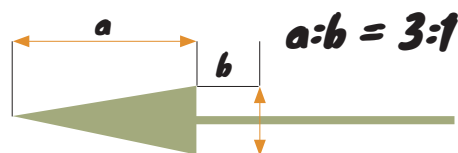


Gambar 1.25 Proyeksi Amerika

3. Penunjuk Ukuran

Penunjuk ukuran sangat penting dalam gambar teknik. Ukuran dapat mempermudah dan memperjelas dalam pengerjaan benda kerja. Dalam penunjukan ukuran gambar perlu memperhatikan hal seperti berikut.

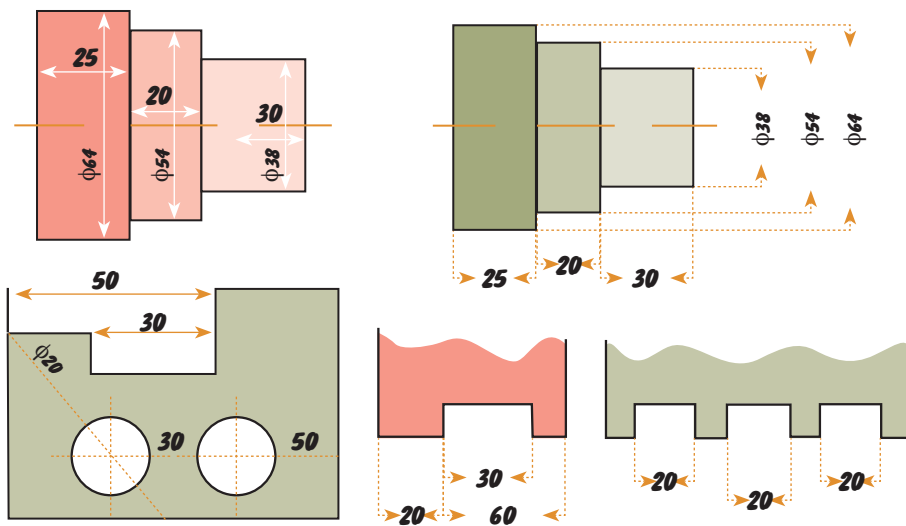
- Satuan ukuran ditulis dengan angka dalam satuan yang sama misal milimeter atau sentimeter.
- Garis bantu penunjuk ukuran, biasanya digambar tegak lurus dengan bagian yang diberi nilai ukuran.
- Garis penunjuk ukuran menggunakan garis tipis yang diakhiri tanda anak panah.



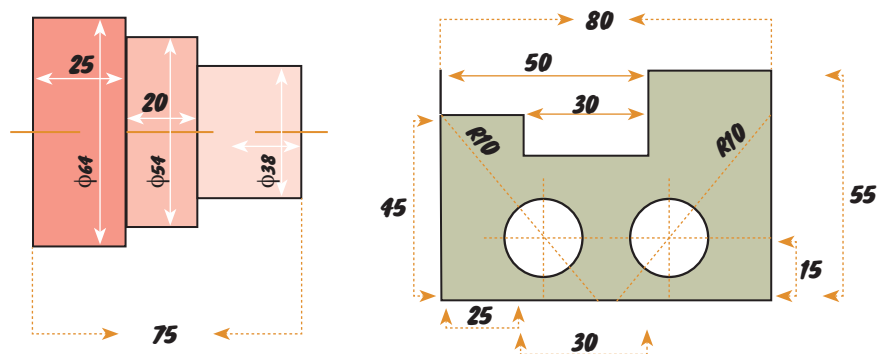
Tabel 1.7 Garis Gambar dan Garis Ukur

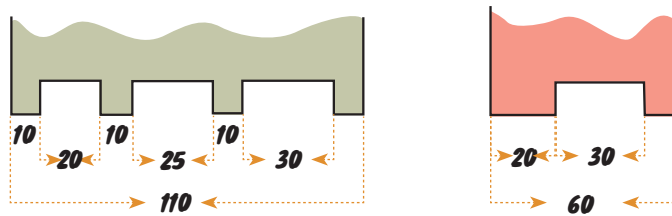
No	Jenis Gambar (mm)	
	Garis Gambar	Garis Ukur
1.	0.5	0.25
2.	0.7	0.35
3.	1	0.5

Ada kalanya dalam memberikan penunjukan tanda panah, garis bantu, dan ukuran sering kurang tepat seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 1.26 Penunjukan Ukuran Kurang Tepat

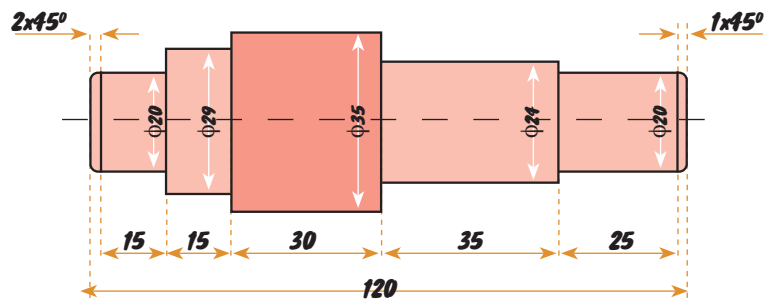




Gambar 1.27 Penunjukan Ukuran yang Tepat

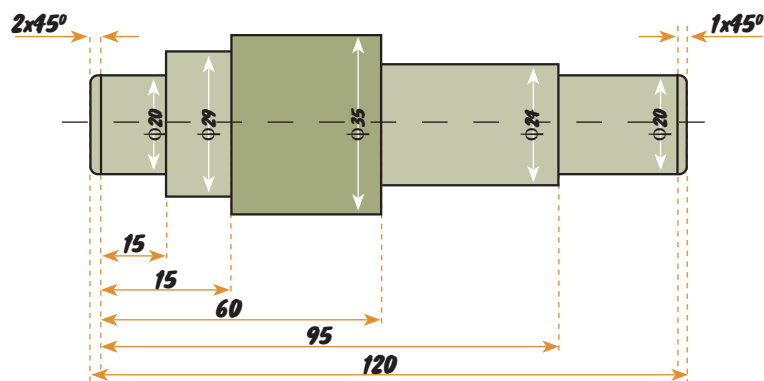
Penunjuk ukuran dalam gambar teknik terdapat berbagai macam, tergantung dari penggunaan dari penunjuk ukuran. Penunjuk ukuran di antaranya:

a. Penunjuk Ukuran Berantai



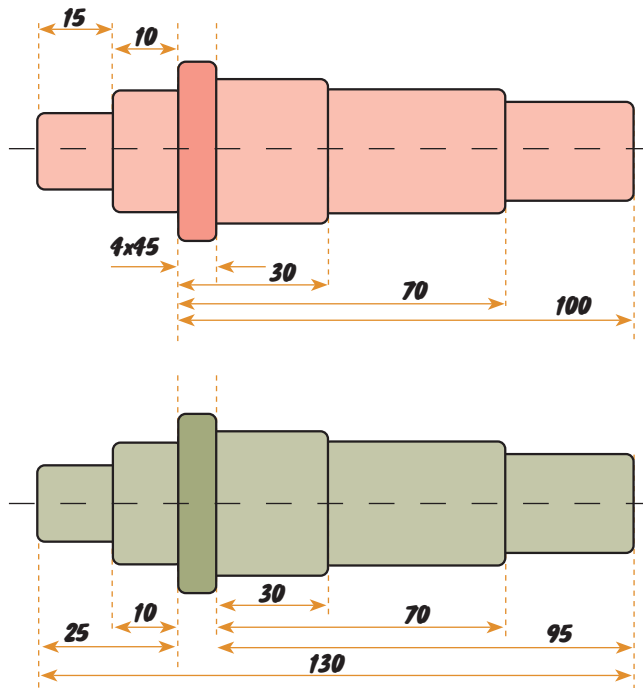
Gambar 1.28 Penunjukan Ukuran Berantai

b. Penunjuk Ukuran Paralel



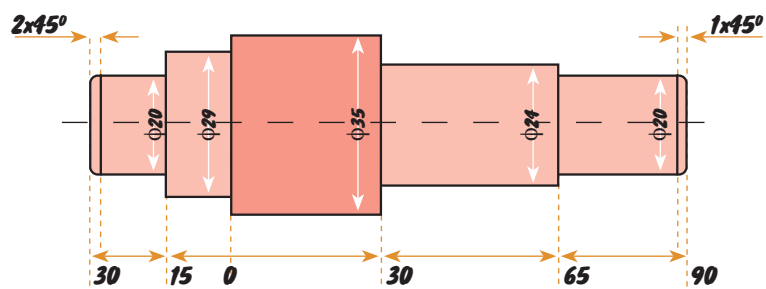
Gambar 1.29 Penunjukan Ukuran Paralel

c. Penunjuk Ukuran Kombinasi



Gambar 1.30 Penunjukan Ukuran Kombinasi

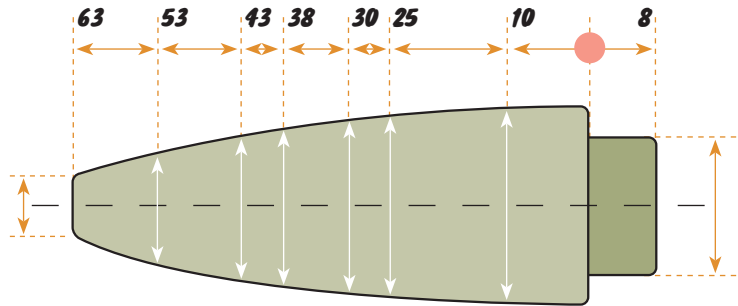
d. Penunjuk Ukuran Berurutan dan Diameter



Gambar 1.31 Penunjukan Ukuran Berurutan

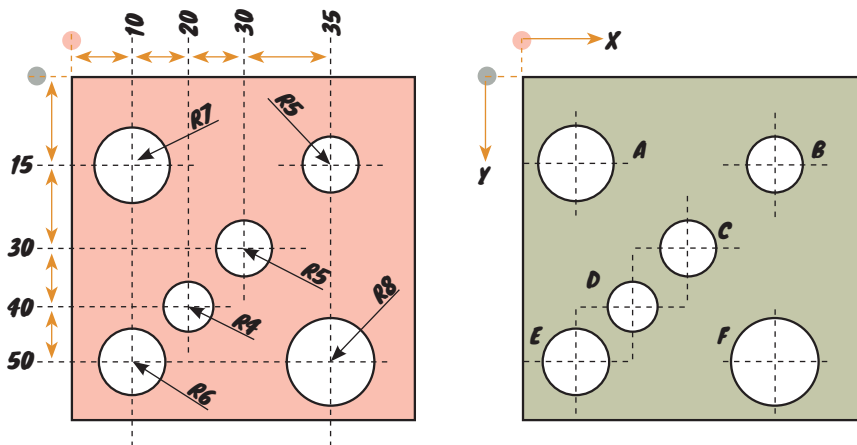


e. Penunjuk Ukuran Berimpit



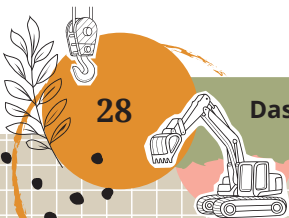
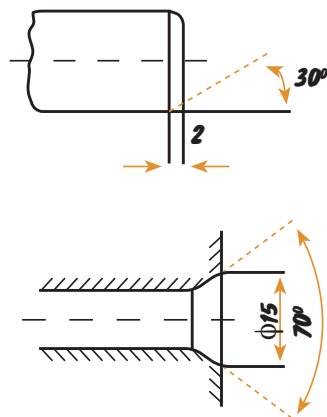
Gambar 1.32 Penunjukan Ukuran Berimpit

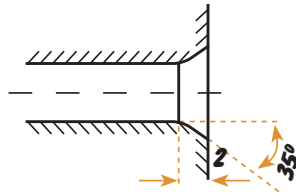
f. Penunjuk Ukuran Koordinat dan Radius



Gambar 1.33 Penunjukan Ukuran Koordinat

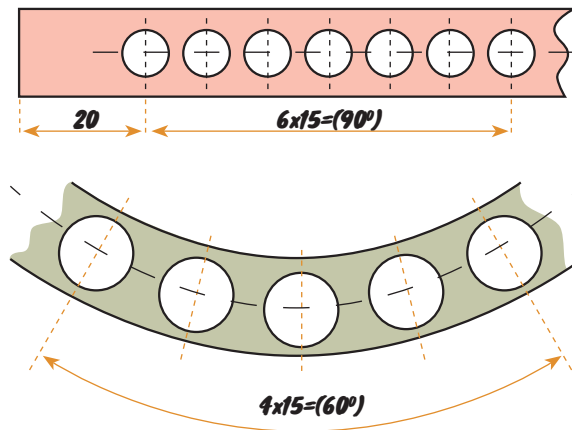
g. Penunjuk Ukuran Chamfer





Gambar 1.34 Penunjukan Ukuran Chamfer

h. Penunjukan Ukuran yang Sama



Gambar 1.35 Penunjukan Ukuran yang Sama



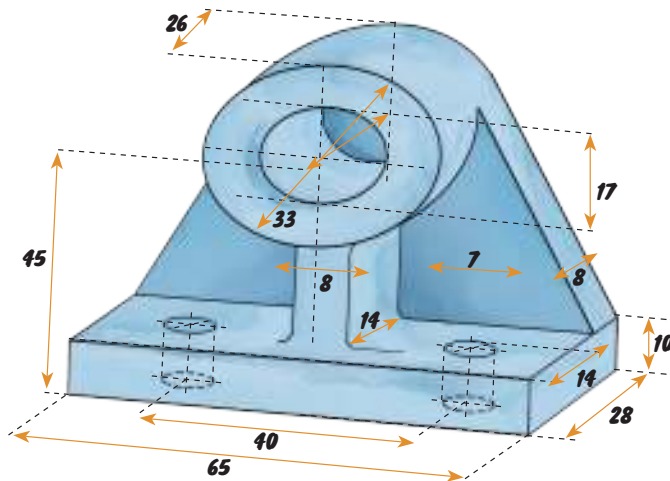
Aktivitas 1.2 Kelompok

Diskusikan bersama teman kelompok untuk pertanyaan berikut.

1. Diskusikanlah bersama teman kelompok untuk menentukan cara menggambar pandangan pada gambar di bawah ini!
2. Gambarlah melalui media kertas A4 atau A3!
3. Buatlah garis tepi dan kepala gambar sesuai standar di sekolah kalian!
4. Tentukan letak gambar berdasarkan prinsip proyeksi amerika atau proyeksi eropa!



5. Lengkapilah dengan penunjuk ukuran dalam satuan milimeter!



Berilah tanda silang (×) pada salah satu pilihan pernyataan di bawah sesuai dengan yang kalian lakukan!

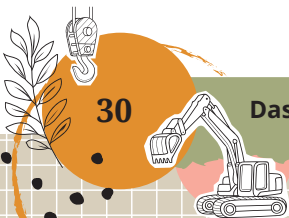
Saya mengerjakan aktivitas kelompok ini dengan:

- Sangat banyak berkontribusi dalam pengerjaan
- Banyak berkontribusi dalam pengerjaan
- Cukup berkontribusi dalam pengerjaan
- Kurang berkontribusi dalam pengerjaan
- Sangat Kurang berkontribusi dalam pengerjaan



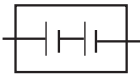






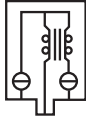



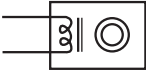





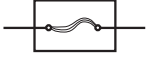


C. Simbol dan Kode Gambar Teknik Otomotif

Simbol dan kode dalam gambar teknik digunakan untuk meningkatkan keterangan agar mudah dipahami. Berikut ini adalah simbol yang sering digunakan.

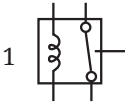

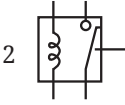
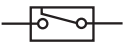
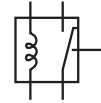
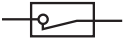

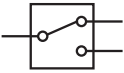

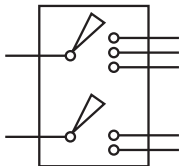


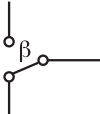

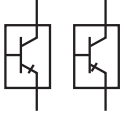

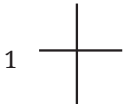
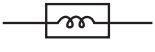



1. Simbol Komponen Kelistrikan Otomotif

Simbol listrik dan elektronik pada bidang otomotif sangat banyak dan beragam. Biasanya produsen dari kendaraan otomotif memiliki simbol khusus dalam rangkaian listrik dan komponen elektronika. Berikut ini adalah simbol yang umum digunakan dalam dunia otomotif.

Term (s)	Symbol (s)	Term (s)	Symbol (s)
Battery		Headlights 1. Single Filament	
Capacitor (condenser)		2. Double Filament	
Cigarette Lighter		Horn	
Circuit Breaker		Ignition Coil	
Diode			
Diode Zener		Light	
Distributor IIA		LED (Light Emitting Diode)	
Fuse, Fusible Link		Meter Analog	
		Meter Digital	
			
Ground		Motor	

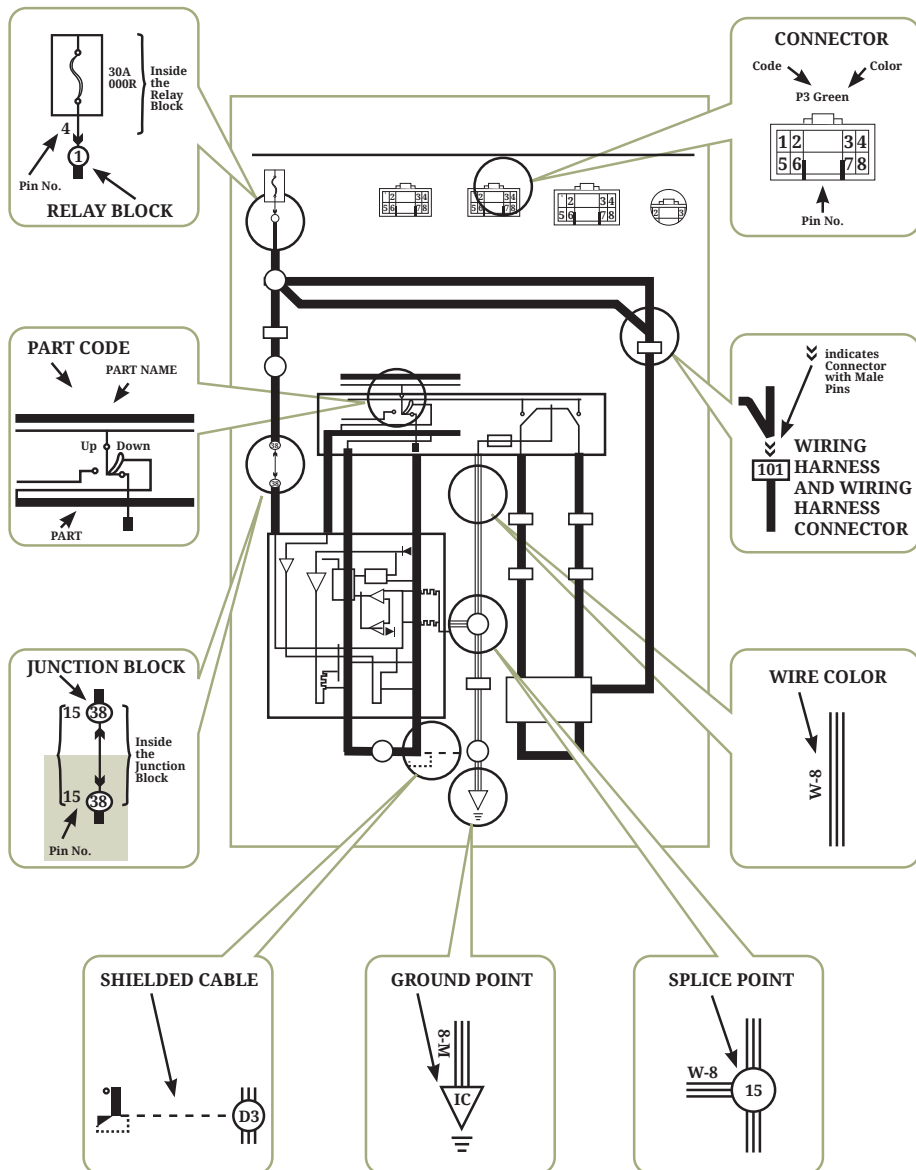


Term (s)	Symbol (s)	Term (s)	Symbol (s)
Relay 1. Normally Closed		Speaker	
2. Normally Open		Switch, Manual 1. Normally Open	
Relay Double Throw		2. Normally Closed	
Resistor		Switch Double Throw	
Resistor Tapped		Switch Ignition	
Resistor Variable or Rheostat			
Sensor (Thermistor)		Switch Wiper Park	
Sensor Analog Speed		Transistor	
Short Pin		Wires 1. Not Connected	1 
Solenoid		2. Spliced	2 

Gambar 1.36 Contoh Simbol Komponen Kelistrikan Otomotif

2. Kode Gambar *Wiring Diagram*

Kode gambar pada bidang otomotif sangat banyak dan berbeda-beda, tergantung produsen merek dan jenis alat atau kendaraan tersebut. Biasanya kode gambar berada pada buku *manual service* yang ada di masing-masing merek dan jenis kendaraan. Berikut contoh kode pada *wiring diagram* mobil sistem *power window*.

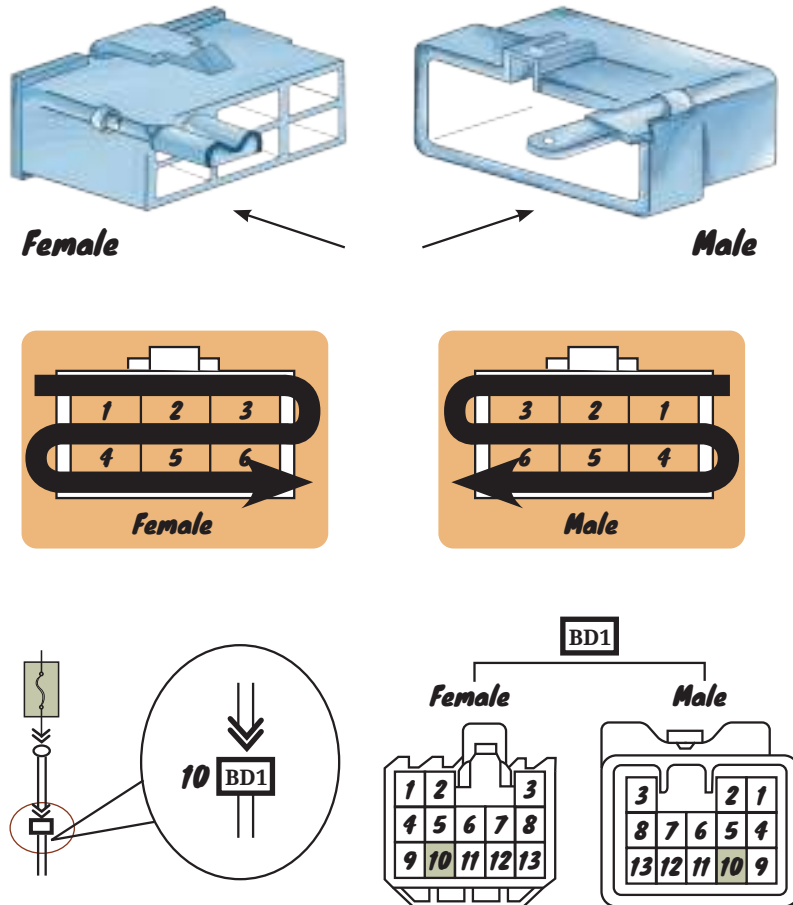


Gambar 1.37 Contoh Kode Komponen Kelistrikan Otomotif



a. Connector atau Soket

Connector atau soket biasanya terdiri dari sepasang (*male* dan *female*) yang digunakan untuk menghubungkan atau menyambung antara kabel satu dengan kabel lainnya di dalam *wiring diagram* kelistrikan otomotif. Berikut ini adalah gambar kode soket.



Gambar 1.38 Contoh Kode Soket

Pada gambar kode di atas terdapat kode “10 (BD1)” Angka “10” menunjukkan pin di dalam konektor yang berjenis BD1.

b. *Wire Color* atau Warna Kabel

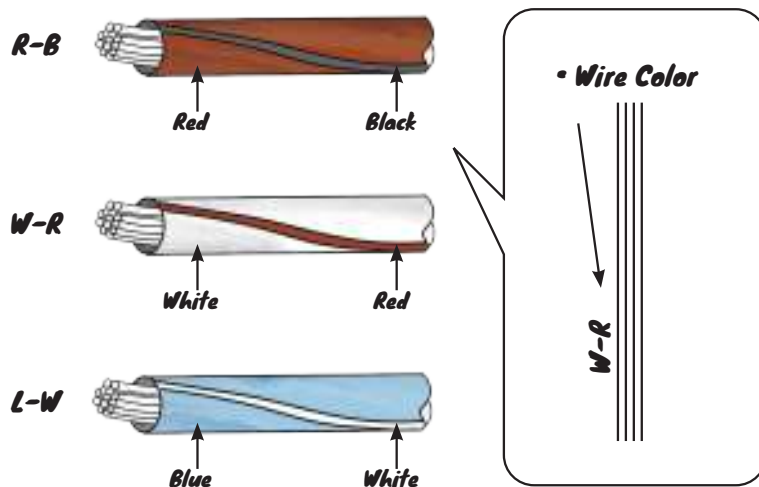
Warna kabel dalam rangkaian kelistrikan biasanya dibedakan sesuai fungsinya. Hal ini bertujuan untuk mempermudah dalam penelusuran atau diagnosis kerusakan pada rangkaian kelistrikan. Pada bidang otomotif umumnya menggunakan warna kabel. Hal ini memiliki makna dan arti berbeda antara produsen atau merek yang satu dengan produsen atau merek yang lain. Contoh kode warna kabel yang digunakan antara lain:

Tabel 1.8 Contoh warna kabel pada salah satu jenis kendaraan

Color Code	Color	Color Code	Color	Color Code	Color
B	Black	W	White	BR	Brown
L	Blue	V	Violet	SB	Sky Blue
R	Red	G	Green	LG	Light Green
P	Pink	Y	Yellow	GR	Gray
O	Orange				

Color Code	Color	Color Code	Color
BL	Blue	OR	Orange
BK	Black	PK	Pink
BR	Brown	RD	Red
DB	Dark Blue	TN	Tan
DG	Dark Green	VT	Violet
GY	Gray	WT	White
LB	Light Blue	YL	Yellow
LG	Light Green		

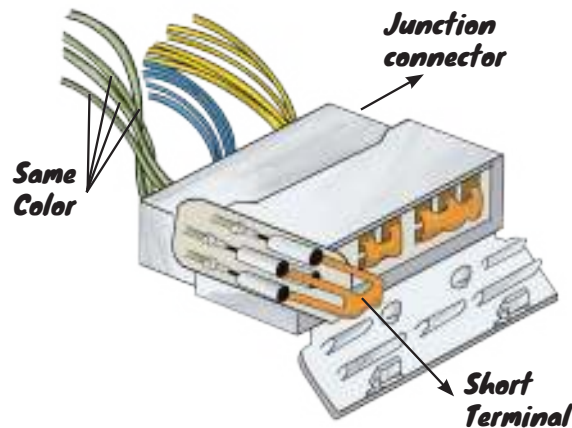




Gambar 1.39 Contoh Kode Warna Kabel

c. Junction Connector

Junction connector berfungsi menghubungkan, mempercabang, atau menyatukan banyak kabel menjadi *wire harness* (jaringan kabel). *Junction connector* dapat dilihat pada gambar berikut.

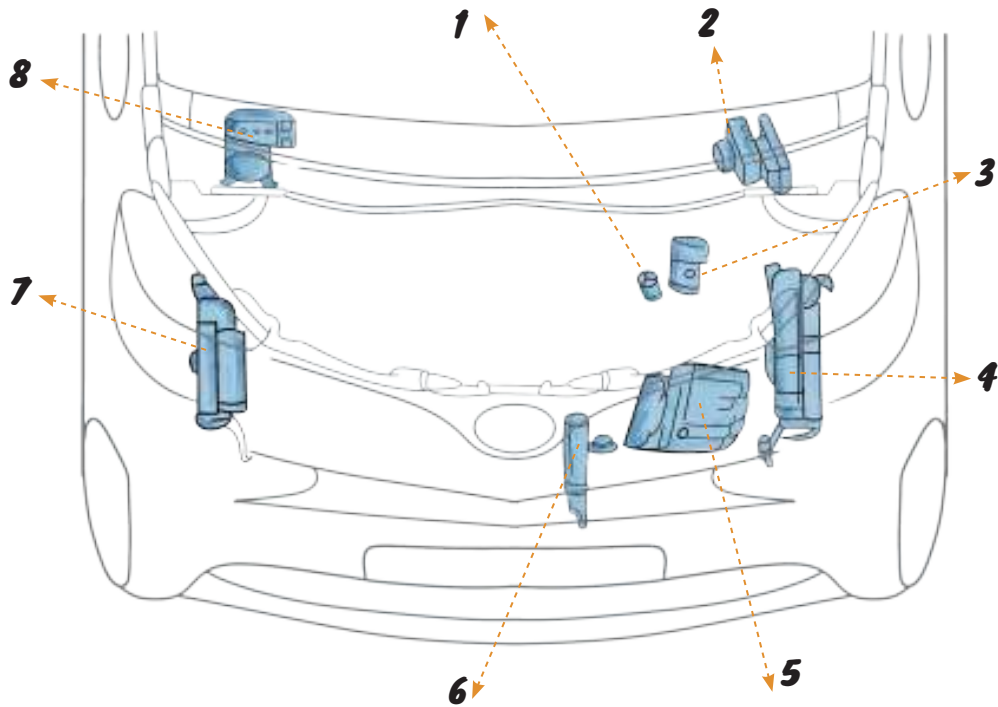


Gambar 1.40 Junction Connector

d. Junction Block (J/B) dan Junction Relay (R/B)

Junction Block (J/B) dan *junction Relay (RB)* adalah tempat untuk mengumpulkan dan mengelompokkan konektor kelistrikan

otomotif. Tempat tersebut berbentuk kotak Perbedaan J/B dan R/B adalah terdapat *Printed Circuit Board (PCB)* atau papan cetak sirkuit pada J/B, sedangkan pada R/B terdapat beberapa komponen seperti *relay*, sikring (*Fuse*), dan *Fusible Link*.



Keterangan:

- | | | |
|---|---------------------------------------|---|
| 1. <i>Glow Plug Relay Assembly</i> | 4. <i>Engine Room R/B no.1</i> | 7. <i>Engine Room J/B no.2</i> |
| 2. <i>Skid Control ECU with Actuator Assembly (RHD)</i> | 5. <i>ECM (Diesel) ECM (Gasoline)</i> | 8. <i>Skid Control ECU with Actuator Assembly (LHD)</i> |
| 3. <i>Fusible Link Block Assembly</i> | 6. <i>Engine Room R/B no.2</i> | |

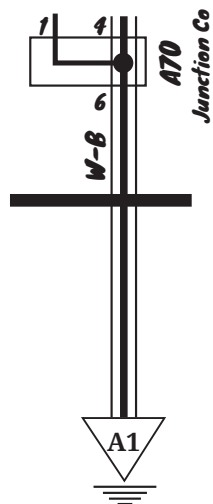
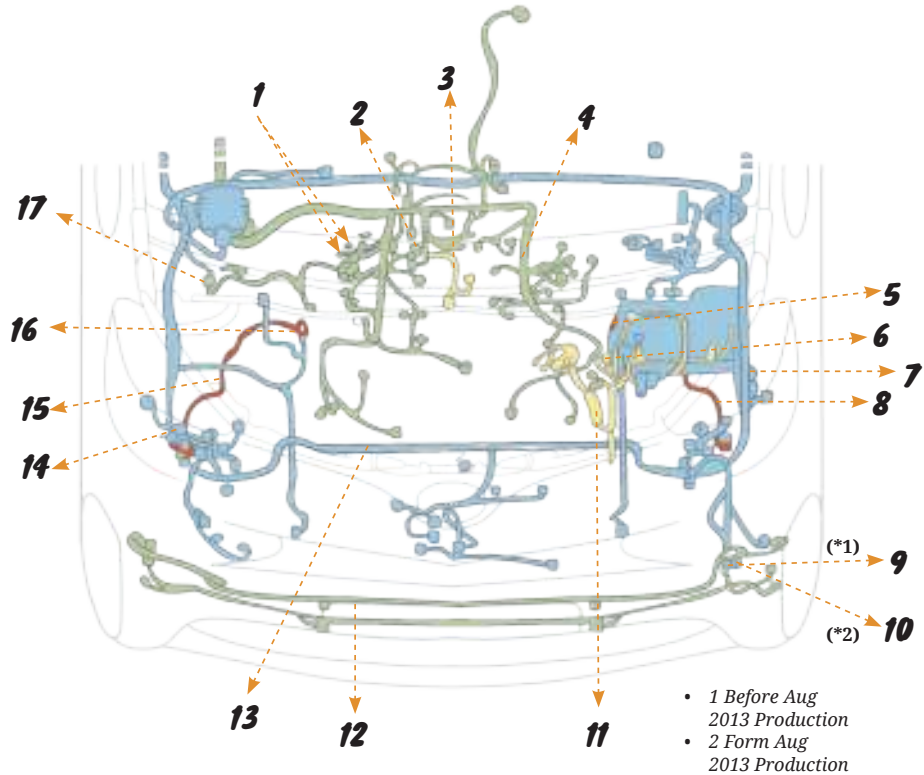
Gambar 1.41 Contoh Lokasi J/R dan R/B pada Mobil

e. Ground Point

Ground point adalah titik penyambungan *ground body* (penyambungan kabel massa dari terminal negatif baterai ke seluruh bodi kendaraan) pada rangkaian kelistrikan otomotif.



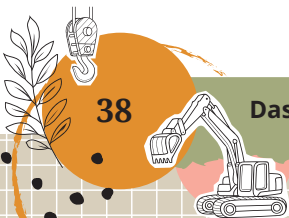
Umumnya kode *ground point* dilambangkan dengan tanda segitiga. Di dalamnya terdapat huruf dan angka yang menunjukkan letak posisi dari *ground point*, seperti pada gambar berikut ini.



Keterangan:

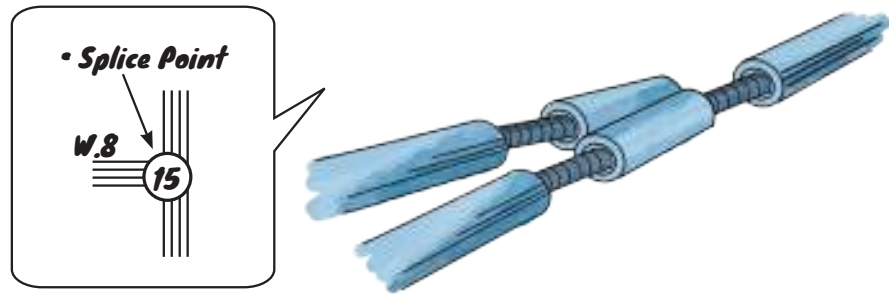
- | | |
|------------------------------------|-------------------------------------|
| 1. | 9. |
| 2. | 10. |
| 3. <i>Sensore Wire</i> | 11. <i>Engine No.2 Wire</i> |
| 4. <i>Engine Wire</i> | 12. <i>Engine Room No.2 Wire</i> |
| 5. | 13. <i>Engine Main Room Wire</i> |
| 6. | 14. |
| 7. | 15. <i>Skid Control Sensor Wire</i> |
| 8. <i>Skid Control Sensor Wire</i> | 16. |
| | 17. |

Gambar 1.42 Contoh lokasi *Ground Point*



f. *Splice Point*

Splice point adalah titik penyambungan dan percabangan permanen yang terletak di dalam *wiring diagram*. Berikut ini adalah gambar *splice point*.



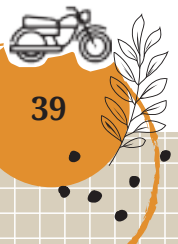
Gambar 1.43 Contoh Gambar Kode *Splice Point*



Aktivitas 1.3 Kelompok

Lakukan kegiatan berikut ini bersama kelompok!

1. Sebelum melakukan kegiatan praktik, perhatikan faktor keselamatan dan kesehatan kerja serta lingkungan, seperti kebersihan alat dan bahan, potensi bahaya dan penggunaan alat perlindungan diri!
2. Lakukan pencarian literasi dari berbagai sumber buku atau internet tentang cara menentukan letak komponen otomotif!
3. Diskusikanlah bersama teman kelompok bagaimana cara menentukan letak komponen, seperti *fuse*, *relay*, konektor, *Junction connector*, *Junction box*, dan *ground point*!
4. Persiapkan bahan dan alat, seperti unit kendaraan atau alat beserta buku manual servis yang sesuai!
5. Lakukan pembacaan gambar teknik untuk menemukan lokasi dari komponen-komponen tersebut!
6. Buatlah laporan kegiatan pada buku tugas kalian!



Berilah tanda silang (×) pada salah satu pilihan pernyataan di bawah sesuai dengan yang kalian lakukan!

Saya mengerjakan aktivitas kelompok ini dengan:

- Sangat banyak berkontribusi dalam pengerjaan
- Banyak berkontribusi dalam pengerjaan
- Cukup berkontribusi dalam pengerjaan
- Kurang berkontribusi dalam pengerjaan
- Sangat Kurang berkontribusi dalam pengerjaan

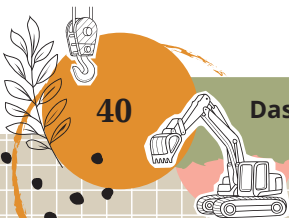


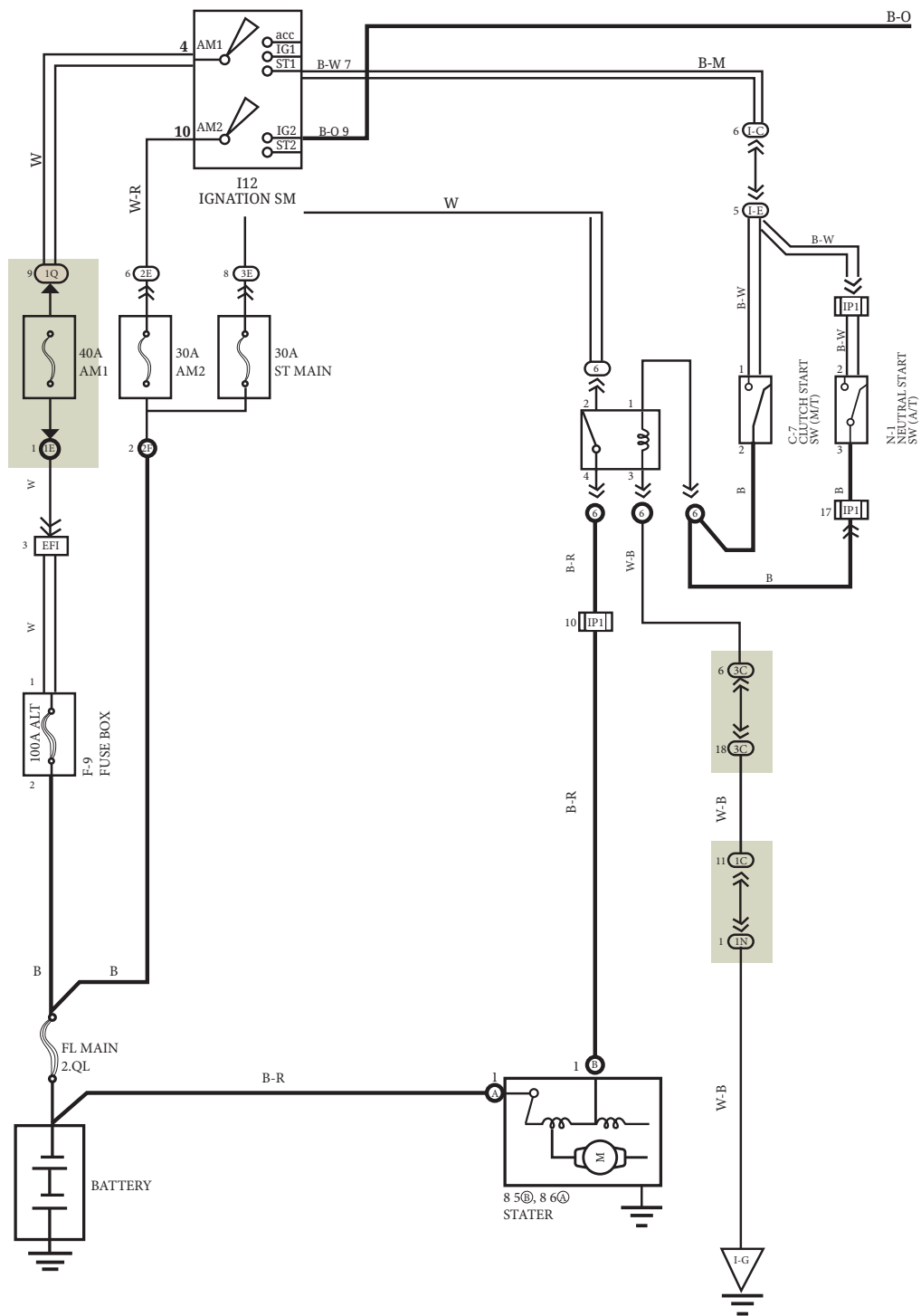
D. Interpretasi Gambar Teknik Otomotif

Interpretasi gambar teknik otomotif adalah menafsirkan atau menerjemahkan bentuk asli ke dalam gambar teknik pada bidang otomotif supaya gambar tersebut dapat dibaca, dipahami, dioperasikan, dan dikomunikasikan dengan baik oleh seseorang atau pihak tertentu. Gambar teknik otomotif pada suatu unit alat atau kendaraan tertuang dalam buku manual servis. Gambar digunakan untuk memudahkan dalam proses perbaikan pada unit alat atau kendaraan tersebut. Beberapa contoh gambar yang digunakan di antaranya berikut ini.

1. Wiring Diagram

Wiring diagram (*electrical wiring diagram*, *circuit diagram*, *elementary diagram*, atau *electronic schematic*) merupakan gambar yang disederhanakan untuk mewakili rangkaian kelistrikan. *Wiring diagram* digunakan untuk mempermudah dalam mencari masalah yang terjadi pada sistem kelistrikan otomotif. Contoh *wiring diagram* pada kendaraan mobil sebagai berikut.





Gambar 1.44 Contoh Gambar *Electric Wiring Diagram* sistem starter

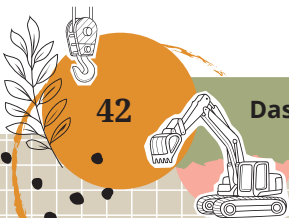


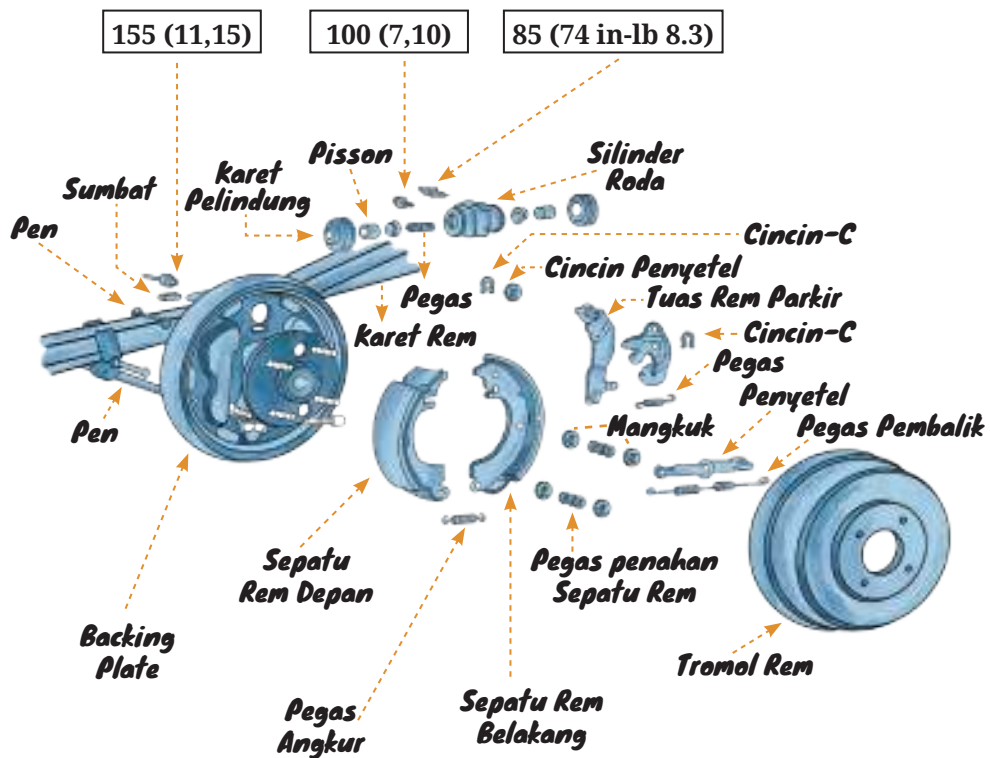
Pembacaan gambar di atas secara garis besar adalah sebagai berikut.

- a. Terdapat sebuah baterai yang terhubung ke *fusible link* 100A dan *ground*. *Fusible link* menghubungkan ke *fuse* 40A dan ke *ignition sw*.
- b. Apabila *ignition sw* diposisikan *start*, maka *ignition sw* akan meneruskan hubungan ke sistem EFI (*Electronic fuel injection*) dan *connector splice point* yang menuju ke *netral sw* dan *clutch sw*.
- c. Apabila salah satu dari *netral sw* atau *clutch sw* terhubung maka arus akan mengalir ke *starter relay*. Akibatnya, terminal 2 dan 4 pada *starter relay* akan terhubung dan arus akan mengalir dari *battery* ke *fuse* 30A dan menuju terminal 1B *motor starter*.
- d. Bila pada *motor starter* terdapat kumparan *solenoid* yang terhubung pada *ground point*, kumparan tersebut akan menghubungkan arus *battery* langsung ke *motor starter* yang terhubung ke *ground point*. Akibatnya *motor starter* akan berputar dan memutar *engine*.

2. Gambar Komponen Otomotif

Setelah mengenal gambar teknik otomotif, kalian seharusnya dapat menginterpretasikan gambar teknik otomotif yang ada pada buku manual servis. Di dalam buku manual servis terdapat beberapa gambar komponen otomotif. Kalian dapat mengukur kemampuan dalam menginterpretasikan gambar teknik. Caranya adalah memilih salah satu komponen otomotif, kemudian lakukan pembongkaran dan pemasangan kembali tanpa adanya kerusakan. Berikut ini adalah contoh komponen pada sistem rem mobil.





Gambar 1.45 Contoh gambar Komponen Sistem Rem Tromol pada Mobil

Dari contoh gambar yang ada pada buku *manual service*, seseorang dapat mengetahui komponen otomotif tersebut dan dapat melakukan pembongkaran serta pemasangan kembali dengan baik sesuai prosedur yang ada.



Aktivitas 1.4 Kelompok

Lakukan kegiatan berikut ini bersama kelompok!

1. Sebelum melakukan kegiatan, perhatikan faktor keselamatan dan kesehatan kerja serta lingkungan, seperti kebersihan alat dan bahan, potensi bahaya, dan penggunaan Alat Perlindungan Diri!



2. Lakukan literasi dari berbagai sumber buku atau internet tentang menentukan letak komponen otomotif!
3. Diskusikanlah bersama teman kelompokmu, bagaimana cara melakukan pembongkaran dan pemasangan kembali komponen otomotif dengan baik tanpa adanya kerusakan!
4. Persiapkan bahan dan alat, seperti unit *trainer* komponen otomotif dan buku manual servis yang sesuai!
5. Lakukan pembongkaran dan pemasangan kembali berbagai macam komponen-komponen otomotif tersebut sesuai prosedur yang berlaku!
6. Buatlah laporan kegiatan pada buku tugas kalian!

Berilah tanda silang (×) pada salah satu pilihan pernyataan di bawah sesuai dengan yang kalian lakukan!

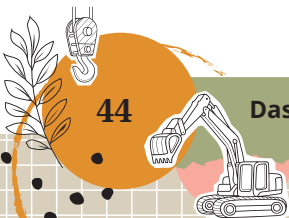
Saya mengerjakan aktivitas kelompok ini dengan:

- Sangat banyak berkontribusi dalam pengerjaan
- Banyak berkontribusi dalam pengerjaan
- Cukup berkontribusi dalam pengerjaan
- Kurang berkontribusi dalam pengerjaan
- Sangat kurang berkontribusi dalam pengerjaan



Rangkuman

Gambar atau dalam Bahasa Inggris disebut *drawing* adalah kegiatan membuat tanda pada permukaan datar berupa goresan. Gambar tersebut dibuat dengan alat-alat gambar. Gambar merupakan alat untuk menyatakan suatu rencana (gagasan, ide, maksud atau tujuan) secara menyeluruh tepat dan teliti.



Alat gambar mengalami perkembangan bahwa yang awalnya gambar dibuat atau diukir pada belahan batu, sekarang sudah menggunakan pensil, kertas, penggaris, dan lain sebagainya, bahkan pada saat ini gambar sudah menggunakan aplikasi komputer. Contoh beberapa alat gambar, antara lain: kertas gambar, pensil atau pena gambar, penggaris, jangka, meja gambar, dan aplikasi atau *software* gambar dengan komputer.

Bahasa gambar memiliki aturan-aturan agar dapat dipahami dan dimengerti antara pembuat gambar dan pembaca gambar. Tujuan dari standar gambar teknik, antara lain:

- a. memberikan kepastian, kesesuaian antara pembuat gambar dan pembaca gambar;
- b. menyamakan persepsi terhadap cara-cara penggunaan tampilan, ukuran atau keterangan yang dinyatakan di dalam gambar;
- c. memudahkan komunikasi antara pembuat gambar dan pengguna gambar;
- d. memudahkan dalam bekerja membuat atau memproduksi benda/barang dalam jumlah banyak (produksi massal); dan
- e. memperlancar kegiatan produksi dan pemasaran produk dan suku cadang.

Standar gambar teknik dapat dibuat dalam satu instansi/perusahaan, satu negara, atau bahkan tingkat internasional. Enam standar gambar teknik meliputi:

1. *Japanese Industrial Standard* (JIS)
2. *Nederland Normalisatie Institute* (NNI)
3. *Deutsche Industrie Normen* (DIN)
4. *American National Standard Institute* (ANSI)
5. *Standar Nasional Indonesia* (SNI)
6. *International Organization for Standardization* (ISO)

Proyeksi pada gambar teknik secara garis besar terbagi menjadi dua, yaitu proyeksi piktorial dan proyeksi ortogonal. Proyeksi piktorial, yaitu proyeksi yang menampilkan gambar dari suatu benda mendekati



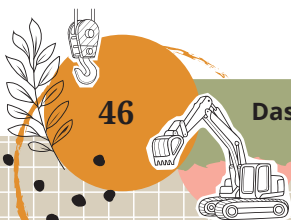
bentuk dan ukuran aslinya benda secara tiga dimensi dan menggunakan pandangan tunggal. Beberapa contoh proyeksi Piktorial antara lain: proyeksi aksonometri, proyeksi isometri, proyeksi dimetri, proyeksi trimetri, Proyeksi miring dan proyeksi perspektif. Proyeksi ortogonal adalah gambar proyeksi dengan cara memproyeksikan setiap sisi dari benda secara tegak lurus terhadap bidang proyeksinya. Gambar proyeksi ortogonal digunakan untuk memberikan informasi yang lengkap dan tepat dari suatu benda tiga dimensi. Proyeksi Ortogonal terbagi menjadi dua bagian, yaitu proyeksi Amerika dan Proyeksi Eropa.

Proyeksi merupakan goresan di bidang datar yang menyatakan suatu benda nyata atau khayalan untuk disampaikan atau ditampilkan dalam objek gambar sehingga gambar tersebut terlihat lebih jelas dan mudah dipahami.

Simbol dan kode digunakan dalam gambar teknik untuk meningkatkan keterangan sehingga mudah dipahami. Kode gambar pada bidang otomotif sangat banyak dan berbeda-beda, tergantung dari produsen merek jenis kendaraan tersebut. Umumnya kode gambar berada pada buku *manual service* masing-masing merek dan jenis kendaraan.

Wiring diagram (*electrical wiring diagram*, *circuit diagram*, *elementary diagram* atau *electronic schematic*) merupakan gambar yang disederhanakan untuk mewakili rangkaian kelistrikan. *Wiring diagram* digunakan untuk mempermudah dalam mencari masalah yang terjadi pada sistem kelistrikan otomotif.

Interpretasi gambar teknik otomotif adalah kegiatan menafsirkan atau menerjemahkan bentuk asli ke gambar teknik pada bidang otomotif supaya gambar tersebut dapat dibaca, dipahami, dioperasikan, dan dikomunikasikan dengan baik oleh seseorang atau pihak terkait.





Refleksi

Setelah mempelajari bab satu, kalian tentu sudah lebih memahami tentang cara: mengidentifikasi gambar teknik, mempersiapkan gambar teknik, memahami simbol dan kode gambar teknik, serta membaca gambar teknik otomotif. Dari semua materi yang sudah dijelaskan pada bab ini, jawablah pertanyaan berikut.

- Materi pembelajaran atau topik mana yang menurut kalian paling sulit dipahami? Jelaskan!
- Materi pembelajaran atau topik mana yang paling kalian sukai? Sebutkan alasannya!

Kemudian diskusikanlah bersama teman dan guru!

Lembar Refleksi

Materi pembelajaran atau topik apakah yang menurut kalian sulit dipahami? Jelaskan!

- 1.....
- 2.....
- 3.....
- 4.....
- 5.....

Materi pembelajaran atau topik apakah yang menurut kalian mudah dipahami? Sebutkan alasannya!

- 1.....
- 2.....
- 3.....
- 4.....
- 5.....

Kerjakan di buku tugas kalian.





Asesmen

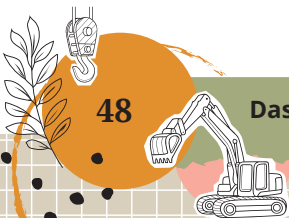
Kerjakan soal berikut ini!

1. Menurut kalian apakah fungsi dari gambar teknik? Jelaskan!
2. Pada proyeksi piktorial dan proyeksi *orthogonal* dalam gambar teknik terdapat beberapa perbedaan. Apa saja perbedaan dari kedua proyeksi tersebut?
3. Mengapa di dalam gambar teknik ada standarisasi?
4. Menurut kalian bagaimana tahapan dalam menggambar komponen otomotif?
5. Mengapa dalam teknik otomotif harus ada simbol dan kode gambar?



Pengayaan

1. Buatlah kelompok dengan jumlah 4-6 peserta!
 - Lakukan pembelajaran antar teman sebaya di mana yang paham menjadi tutor temannya. Lakukan pembahasan tentang hal-hal berikut.
 - a. mengidentifikasi gambar teknik.
 - b. mempersiapkan gambar teknik.
 - c. memahami simbol dan kode gambar teknik, dan
 - d. membaca gambar teknik otomotif.
2. Lakukanlah pembongkaran, pemeriksaan, dan pemasangan tanpa kerusakan pada komponen mesin/alat otomotif dengan memperhatikan faktor keselamatan dan kesehatan kerja serta lingkungan, seperti kebersihan alat dan bahan, potensi bahaya dan penggunaan Alat Perlindungan Diri!



KEMENTERIAN PENDIDIKAN KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA, 2022

Dasar-Dasar Teknik Otomotif
untuk SMK/MAK Kelas X Semester 2

Penulis: Fahrul Anam Setiawan

ISBN: 978-602-244-979-9 (no.jil.lengkap)
978-602-244-980-5 (jil.2)
978-623-388-033-6 (PDF)



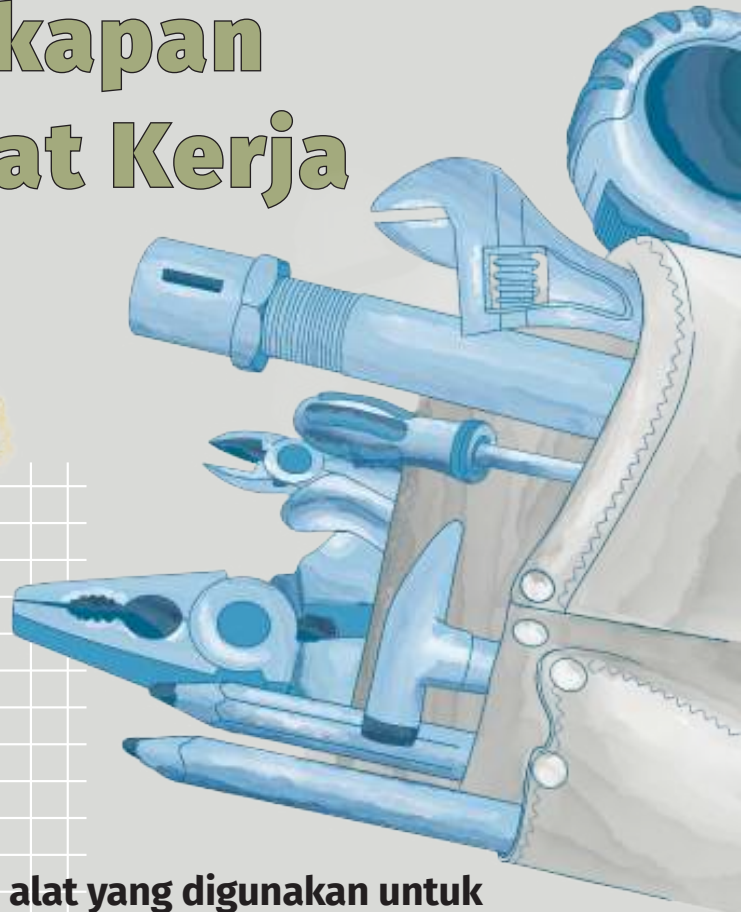
Bab 2

Peralatan dan Perlengkapan di Tempat Kerja



Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini, kalian diharapkan mampu: Mengidentifikasi serta menggunakan peralatan dan perlengkapan di tempat kerja.



Apakah kalian tahu alat yang digunakan untuk memeriksa, membongkar, memperbaiki, dan memasang kembali komponen pada bengkel otomotif?



PETA KONSEP

Peralatan Umum
(*Common Tools/
General Tools*)

**Alat Perlengkapan
Bengkel (Workshop
Equipment)**

**Peralatan Servis
Khusus (Special
Service Tools)**

Alat Ukur
(*Measuring Tools*)

Alat Diagnostik
(*Diagnostic Tools*)



Kata Kunci

**Alat, Bengkel, Ukur,
Servis, Diagnostik**



Peralatan dan perlengkapan di bengkel otomotif adalah benda yang digunakan untuk mempermudah pekerjaan di tempat bengkel otomotif. Peralatan ini dapat dibedakan menjadi beberapa bagian antara lain:

- Peralatan Umum (*Common Tools/General Tools*)
- Alat Perlengkapan (*Workshop Equipment*)
- Alat Servis Khusus (*Special Service Tools*)
- Alat Ukur (*Measuring Tools*)
- Alat Diagnostik (*Diagnostic Tools*)



A. Peralatan Umum (*Common Tools/ General Tools*)

Peralatan umum (*Common Tools*) merupakan alat yang umum digunakan dalam proses pembongkaran, perbaikan, dan pemasangan kembali komponen-komponen otomotif. Istilah lain dari *common tools* adalah *general tools*. Peralatan yang umum digunakan untuk proses pembongkaran, perbaikan, dan pemasangan komponen otomotif. Peralatan ini dapat dibedakan menjadi dua, yaitu peralatan tangan (*hand tools*) dan peralatan tenaga (*power tools*).

1. Peralatan Tangan (*Hand Tools*)

Peralatan tangan adalah peralatan yang digunakan di bengkel otomotif dengan mengandalkan tenaga manusia. Beberapa contoh peralatan tangan yang ada di bengkel otomotif antara lain: Kunci-kunci (*wrench/spanner*), Obeng (*screwdriver*), Tang (*pliers*), palu (*hammer*), gergaji (*Hacksaw*), Snei dan Tap (*Dies and Tap*), Pahat (*Chisel*), Ragum (*Bench Vise*) dan Kikir (*File*).

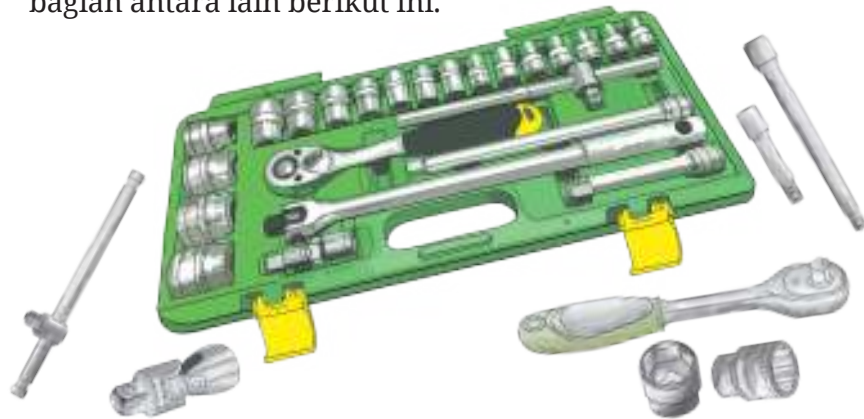
a. Kunci-Kunci (*Wrench/Spanner*)

Kunci-kunci yang umum digunakan pada bengkel otomotif sangat banyak jenis atau macamnya, seperti: kunci soket, kunci pas, kunci ring, kunci nipel, kunci L, kunci pipa.



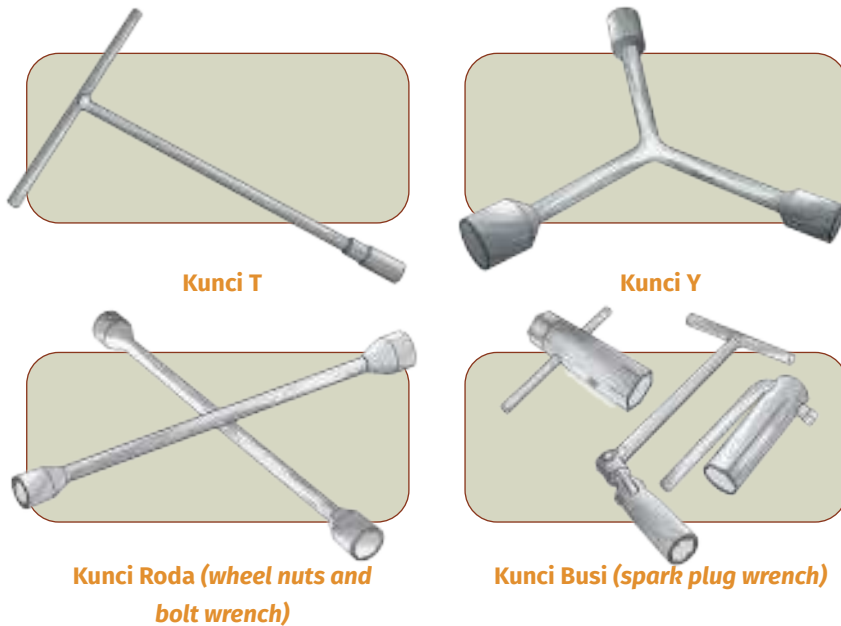
1) Kunci Sok (*Socket Wrench*)

Kunci sok terdiri dari satu set kunci-kunci, penggunaannya sangat diutamakan dalam mengencangkan atau mendorong baut dan mur. Kunci sok set ini terdiri dari beberapa bagian antara lain berikut ini.



Gambar 2.1 Kunci Sok

Di bengkel otomotif terdapat juga kunci soket yang berbentuk batang dan mata kunci. Soketnya menyatu seperti gambar di bawah ini.



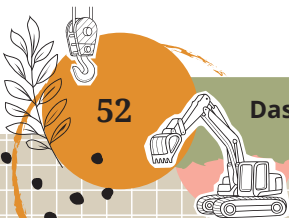
Kunci T

Kunci Y

Kunci Roda (*wheel nuts and bolt wrench*)

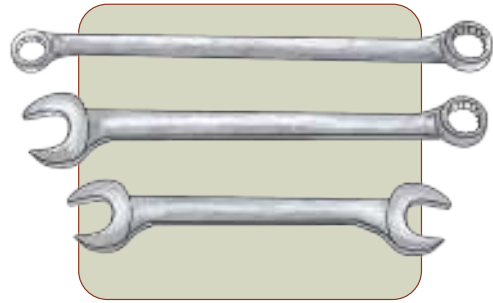
Kunci Busi (*spark plug wrench*)

Gambar 2.2 Kunci Soket Bentuk Lain



2) Kunci Pas, Ring, dan Kombinasi (*Open End Wrench, Combination Wrench, and Offset Ring Wrench*)

Kunci pas (*Open End Wrench*) digunakan untuk melepaskan dan mengencangkan mur/baut dengan tingkat kekencangan yang rendah, karena apabila digunakan untuk baut/mur dengan kekencangan yang tinggi dapat merusak sudut dari mur/baut. Kunci ini digunakan apabila kunci sok dan kunci ring tidak dapat digunakan pada kondisi tertentu.



Gambar 2.3 Kunci pas, ring, dan kombinasi

Kunci Ring (*Offset Ring Wrench*) digunakan untuk mengencangkan dan untuk mengendorkan baut atau mur. Kunci ini digunakan pada kondisi tertentu. Kunci sok tidak dapat digunakan karena kondisi mur/baut pada ruang sempit.

Kunci kombinasi (*Combination Wrench*) merupakan kunci gabungan antara kunci ring dan kunci pas. Kunci tersebut berukuran sama pada ujungnya. Kunci ini yang mengisi kekurangan pada kunci ring dan kunci pas agar lebih simpel. Biasanya, kunci ini digunakan untuk penyetelan pengikat mur/baut.

3) Kunci Nipel (*Flare Nut Spanner*)

Kunci ini digunakan untuk mengendorkan dan mengencangkan mur/baut pada sambungan pipa, contohnya saat kunci ini digunakan pada sambungan pipa rem atau pipa injektor (*injector line*).



Gambar 2.4 Kunci Nipel



4) Kunci L (*Allen Key*)

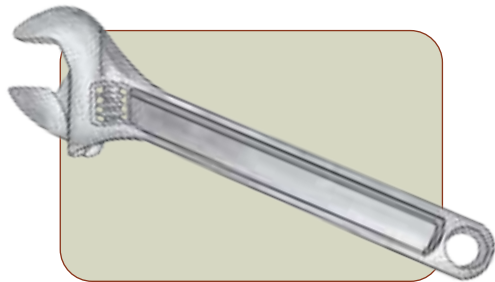
Kunci ini digunakan untuk mengencangkan atau mengendorkan baut/mur yang kepalanya menjorok ke dalam dan mempunyai bentuk segi enam atau bintang. Kunci ini biasanya tersedia satu set dari ukuran 1 mm sampai 22 mm.



Gambar 2.5 Kunci Allen atau Kunci L

5) *Adjustable Wrench*

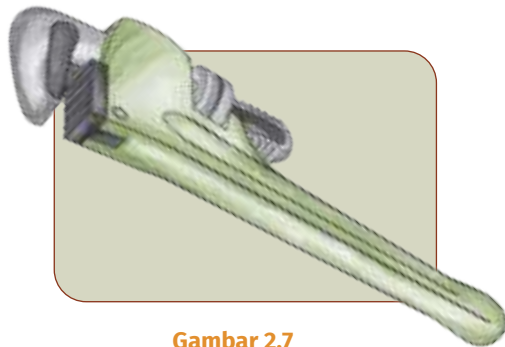
Kunci ini mempunyai keuntungan, yaitu ujung kepala yang dapat disetel sesuai ukuran mur/baut yang akan dikencangkan atau dikendorkan sehingga satu kunci untuk beberapa ukuran mur/baut.



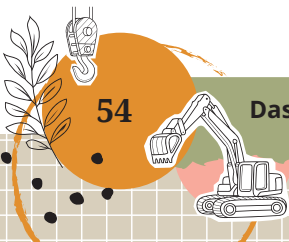
Gambar 2.6
Adjustable wrench

6) Kunci Pipa (*Pipe Wrench*)

Kunci pipa ini digunakan untuk mengencangkan dan mengendorkan ulir pipa. Kunci ini hampir mirip dengan kunci inggris dapat disetel rahangnya sesuai ukuran pipa.



Gambar 2.7
Kunci Pipa



b. Obeng (*Screwdriver*)

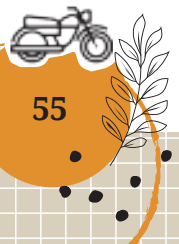
adalah alat untuk mengencangkan atau mengendorkan ulir dengan obeng kepala khusus (*screw*). Biasanya obeng memiliki berbagai ukuran, baik ukuran tangkai maupun mata obengnya. Di bengkel otomotif terdapat berbagai jenis kepala obeng di antaranya; obeng min, obeng plus, dan obeng bintang, seperti pada gambar berikut ini.



Gambar 2.8 Macam-macam Obeng

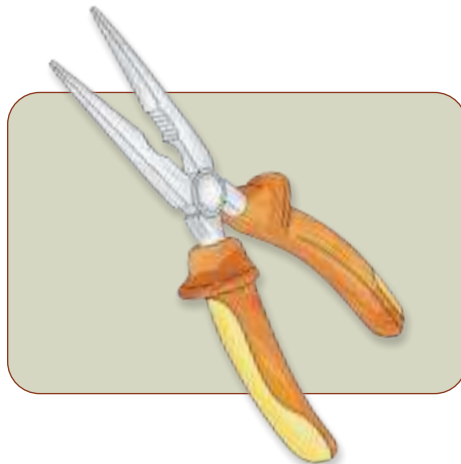
c. Tang (*Pliers*)

Tang adalah alat tangan yang digunakan untuk mempermudah pekerjaan, misalnya untuk memotong, menjepit, memegang benda kerja, dan membengkokkan benda kerja. Tang terdiri dari berbagai macam di antaranya: tang potong (*cutting plier*), tang lancip (*long nose pliers*), tang kombinasi (*combination plier*), tang *slip joint* (*slip joint plier*), tang catok (*vice grip pliers*), dan tang sirklipl (*circlip plier*).

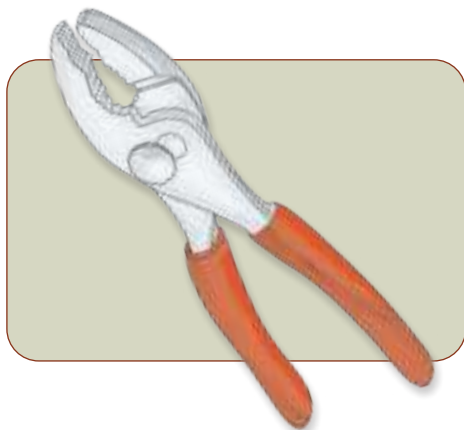




Cutting Plier



Long Nose Pliers



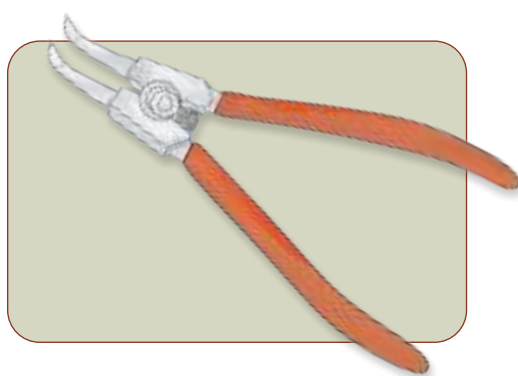
Slip Joint Plier



Vice Grip Pliers

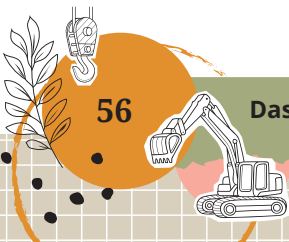


Combination Plier



Circlip Plier

Gambar 2.9 Jenis - jenis Tang



d. Palu (*Hammer*)

Palu (*hammer*) adalah alat tangan yang digunakan untuk mempermudah pekerjaan pada saat memukul. Biasanya palu digunakan di bengkel otomotif saat melepaskan komponen mesin (*engine*), melepas bantalan (*bearing*), melepas sambungan poros, membentuk bodi. Contoh jenis palu menurut bentuknya dapat dilihat pada gambar berikut ini.



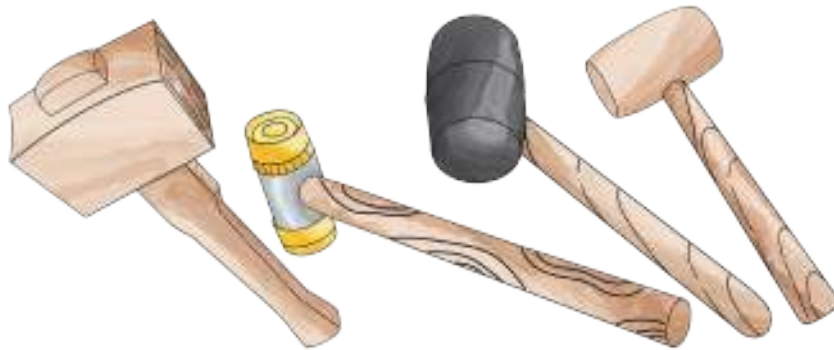
Gambar 2.10 Jenis-Jenis Palu



Selain jenis-jenis palu di atas, ada juga pembagian jenis-jenis palu sesuai dengan bahan dari kepala palu tersebut. Contoh jenis palu sesuai dengan bahan yang digunakan meliputi:

- 1) Palu Plastik (*Plastic Hammer*)
- 2) Palu kayu (*Wooden Hammer*)
- 3) Palu Kulit (*Leather Hammer*)
- 4) Palu Karet (*Rubber Hammer*).

Berikut ini adalah gambar jenis kepala palu.



Gambar 2.11 Jenis Kepala Palu

e. Gergaji logam (*Hacksaw*)



Gambar 2.12 Gergaji Logam

Alat ini digunakan untuk pemotongan terutama untuk pemotongan logam. Penggunaan gergaji logam ini disesuaikan dengan ukuran daun gergaji dan jenis logam yang akan dipotong. Gergaji logam dapat dilihat pada gambar di atas.

Ukuran daun gergaji terdapat dua jenis, yaitu ukuran panjang bilah dan ukuran gigi gergaji. Panjang bilah dinyatakan dengan satuan inci, sedangkan ukuran gigi dinyatakan dengan *Theet Per Inchi* (TPI). TPI merupakan jumlah mata pisau atau gigi gergaji setiap 1" (satu inci) atau 25,4 mm. Contoh penggunaan daun gergaji adalah sebagai berikut.

Tabel 2.1 Jumlah Mata Pisau dan Kegunaannya

Jenis Mata Pisau Per Inch	Kegunaan Pemotongan
14 gigi per inci (TPI) (kasar)	Untuk alumunium, dan logam lunak
18 gigi per inci (TPI) (cukup kasar)	Untuk pemotongan umum
24 gigi per inci (TPI) (sedang)	Untuk pemotongan besi 5 - 6 mm
32 gigi per inci (TPI) (halus)	Untuk pemotongan hollow dan pipa

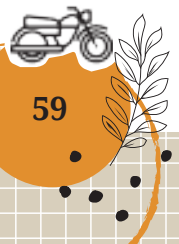
f. Snei dan Tap (*Dies and Tap*)

Snei dan tap digunakan untuk pembuatan ulir luar dan ulir dalam. Alat untuk pembuatan ulir dalam disebut dengan *thread tap*, sedangkan alat untuk pembuatan ulir luar disebut *thread die*.



Gambar 2.13 Snei dan Tap

Ukuran snei dan tap terdapat dua jenis, yaitu *metris* (mm) dan *whitworth* (Inci). Contoh ukuran snei dan tap adalah sebagai berikut.



- Arti kode huruf M pada Tap/snei M10 x 1.5 adalah jenis ulir metris angka 10 yang menandakan diameter nominal dalam mm, sedangkan angka 1.5 merupakan kisar ulir atau kedalaman alur ulir.
- Arti kode huruf W pada Tap/snei W ¼ x 20 adalah jenis Ulir Withworth Angka ¼ yang menandakan diameter nominal dalam mm, sedangkan angka 20 merupakan jumlah ulir dalam satu inci.

g. Pahat (*Chisel*)

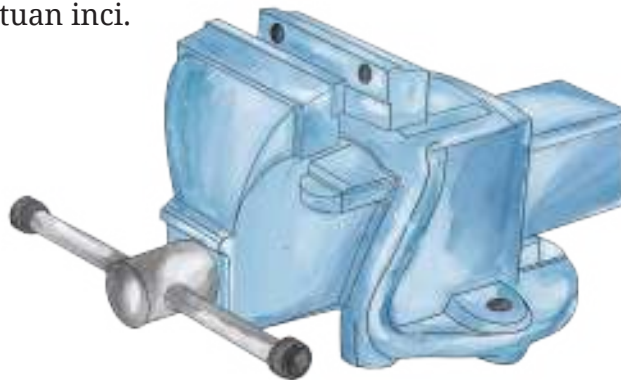
Pahat berfungsi untuk memotong rivet, kepala baut, plat, dengan tenaga benturan dari palu.



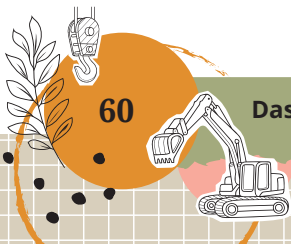
Gambar 2.14 Pahat

h. Ragum (*Vise*)

Ragum digunakan untuk menjepit/memegang benda kerja yang akan dipotong, dikikis, atau dibor. Ukuran ragum dinyatakan dalam satuan inci.



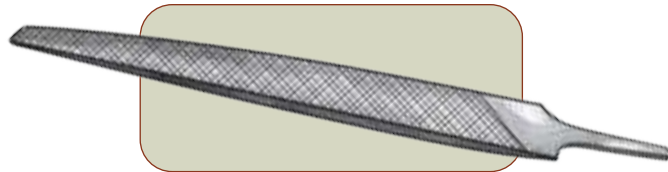
Gambar 2.15 Ragum



i. Kikir (*File*)

Kikir berfungsi untuk mengikir benda kerja seperti mengikis permukaan yang kurang rata, mengikis bagian lengkung, dan mengikis lubang benda kerja.

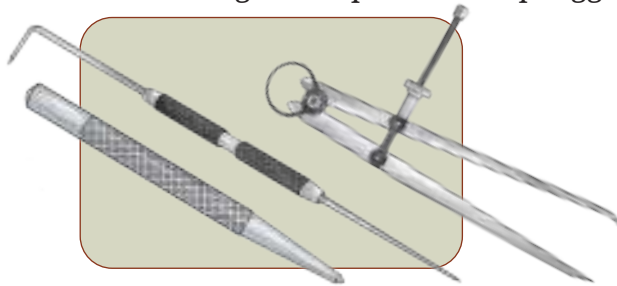
Berdasarkan bentuknya, jenis kikir dibedakan menjadi kikir rata/flat, kikir setengah bulat, kikir bulat, dan kikir segitiga. Ukuran kikir ada dua jenis, yaitu: ukuran tingkat kekasaran (kasar, sedang, dan halus), dan ukuran panjang bilahnya yang dinyatakan dalam inci. Berikut ini adalah gambar kikir.



Gambar 2.16 Kikir

j. Penitik dan Penggores (*pen and scratcher*)

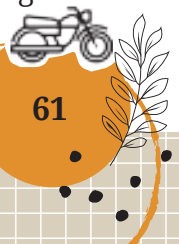
Penitik dan penggores adalah alat yang digunakan untuk membuat tanda pada benda kerja untuk berbagai macam pekerjaan. Kegunaan penitik adalah untuk membuat sebuah tanda titik pada benda kerja yang akan dilakukan pengeboran. Penggores adalah alat untuk membuat garis pada benda kerja yang akan dilakukan pemotongan, baik garis lurus, lengkung, atau bulat. Berikut ini adalah gambar penitik dan penggores.



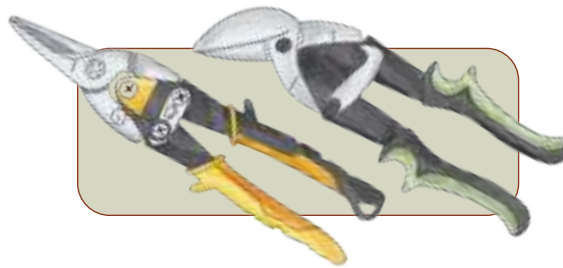
Gambar 2.17 Penitik dan penggores

k. Gunting Plat (*Plate Scissors*)

Gunting plat digunakan untuk pemotongan plat tipis pada benda kerja atau dalam perbaikan bodi kendaraan. Bentuk dari gunting



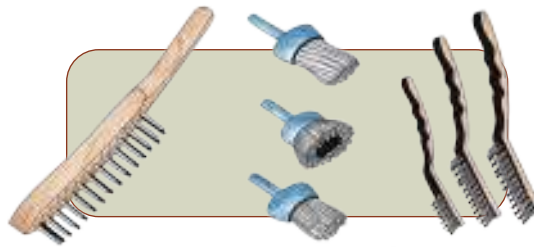
plat ini bermacam-macam dan berbagai ukuran. Berikut ini contoh gambar bentuk gunting plat.



Gambar 2.18 Gunting Plat

l. Sikat Logam (*Metal Brush*)

Sikat logam digunakan untuk membersihkan komponen logam dari kotoran yang menempel, seperti karat, sisa terak pengelasan. Contoh bentuk sikat logam seperti pada gambar berikut.



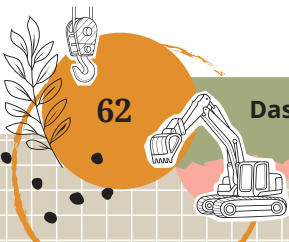
Gambar 2.19 Sikat Logam

m. Skrap dan Kape (*Scraper and Kape*)

Skrap merupakan alat yang digunakan untuk membersihkan permukaan logam yang rata dari kotoran yang menempel, seperti membersihkan permukaan kepala silinder dari gasket. Selain itu, skrap juga digunakan bersama kape pada saat proses pendempulan komponen bodi kendaraan.



Gambar 2.20 Scraper dan Kape





Aktivitas 2.1 Mandiri

Lakukanlah kegiatan berikut.

1. Lakukan pencarian literasi dari berbagai sumber buku atau internet tentang cara penggunaan peralatan tangan (*hand tools*)!
2. Jelaskan cara penggunaan peralatan tangan dengan baik dan benar sesuai petunjuk penggunaan!
3. Carilah potensi bahaya yang akan terjadi dalam menggunakan beberapa peralatan tangan (*hand tools*)!
4. Carilah beberapa contoh peralatan tangan (*hand tools*) yang kondisinya rusak, apabila alat tersebut digunakan dalam proses pembongkaran, perbaikan, dan pemasangan kembali. Apa yang akan terjadi terhadap keselamatan dan kesehatan kerja serta lingkungan kerja bila menggunakan peralatan tersebut?

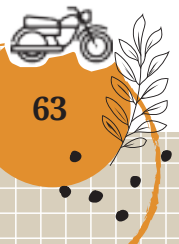
Berilah tanda silang (×) pada salah satu pilihan pernyataan di bawah sesuai dengan yang kalian lakukan!

Saya mengerjakan aktivitas ini dengan:

- Menyontek pekerjaan teman
- Mengerjakan dengan bantuan banyak teman
- Mengerjakan dengan sedikit bantuan dari teman
- Mengerjakan sendiri tanpa bantuan dari teman

2. Alat dengan Tenaga (*Power Tools*)

Alat dengan tenaga adalah alat perlengkapan untuk mempermudah dan mempercepat pekerjaan di bidang otomotif yang menggunakan tenaga tambahan di luar tenaga manusia. Dalam perkembangannya, alat ini dapat menggunakan tenaga listrik, tenaga pneumatik, dan tenaga hidrolik.



Beberapa contoh dari alat bertenaga antara lain:

a. Mesin Bor (*Drilling Machine*)

Mesin bor adalah alat yang digunakan untuk membuat lubang pada benda kerja. Pada bengkel otomotif alat ini dibedakan menjadi dua jenis, yaitu bor tangan dan bor duduk.

1) Bor Tangan (*Portable Hand Drill*)

Bor tangan digunakan untuk membuat lubang pada benda kerja dengan cepat. Bor tangan pada awalnya menggunakan tenaga manusia, namun sekarang sudah menggunakan beberapa tenaga bantu, seperti tenaga listrik (*electric portable drill*) dan tenaga Pneumatik (*air drill*).



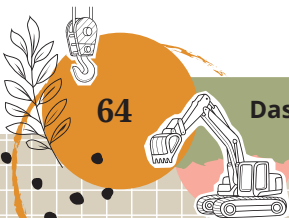
Gambar 2.21 *Portable Hand Drill*

2) Bor duduk (*Bench Drill*)

Bor duduk (*Bench Drill*) merupakan *power tool* untuk pembuatan lubang pada benda kerja dengan lebih presisi dan lebih mudah digunakan untuk pekerjaan skala besar. Contoh bor duduk dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2.22 Bor duduk

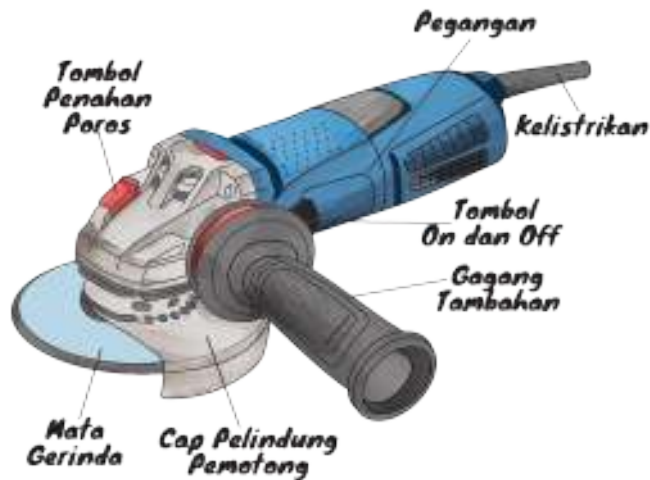


b. Mesin Gerinda (*Grinding Machine*)

Mesin gerinda merupakan alat untuk mengikis benda kerja, membentuk benda kerja, atau memotong benda kerja. Dalam bengkel otomotif biasanya tersedia dua macam gerinda, yaitu gerinda tangan (*portable power grinder*) dan gerinda duduk (*bench grinding*).

1) Gerinda Tangan (*Portable Power Grinder*)

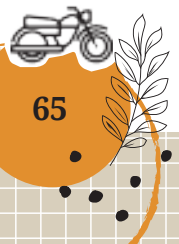
Alat gerinda tangan ini lebih praktis karena dimensi yang kecil memungkinkan dapat mengerjakan diberbagai kondisi dan tempat. Ukuran mesin gerinda biasanya didasarkan pada ukuran batu gerinda, misalnya 4 inci atau 6 inci.



Gambar 2.23 Gerinda Tangan

2) Gerinda Duduk (*Bench Grinding*)

Gerinda duduk lebih mudah digunakan untuk pekerjaan tertentu dengan benda kerja lebih presisi atau tingkat ketelitian tinggi. Gerinda duduk digunakan untuk menajamkan mata bor dan pengikisan benda kerja. Ukuran mesin gerinda biasanya juga didasarkan pada ukuran batu gerinda. Ukuran batu gerinda dinotasikan dengan 3 dimensi, yaitu: diameter × dan tebal × diameter lubang batu gerinda.





Gambar 2.24 Gerinda Duduk

c. Mesin Impak (*Impact Wrench*)

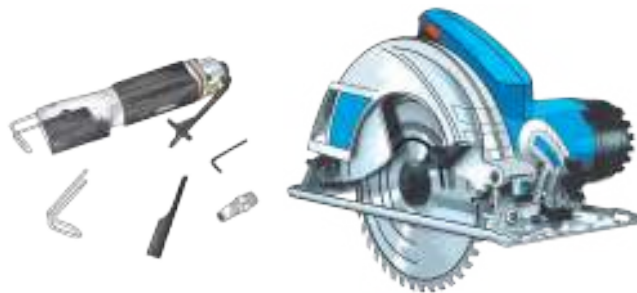
Impact wrench digunakan untuk melepas atau memasang *fastener* (mur, baut, *screw*), khususnya mur/baut dengan tenaga hentakan berulang secara cepat. Sumber tenaga alat ini adalah udara bertekanan (*pneumatic impact wrench*) dan listrik (*electric impact wrench*). Pada alat ini dipasang mata kunci sok yang digunakan untuk melepaskan atau mengencangkan mur/baut dengan sangat cepat. Biasanya di bengkel otomotif digunakan untuk melepaskan mur roda. Ukuran *impact wrench* dibedakan pada kekuatan momen pengencangannya, yang biasa dinotasikan dalam satuan Nm. Selain itu ukuran juga didasarkan pada besar kedudukan mata sok, yaitu: $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$, atau 1 inci. Berikut ini adalah gambar alat tersebut.



Gambar 2.25 *Impact Wrench*

d. Mesin Gergaji (*Power Hacksaw*)

Power Hacksaw adalah alat untuk memudahkan dalam pekerjaan pemotongan benda kerja. Di bidang otomotif, mesin gergaji banyak digunakan pada pekerjaan perbaikan bodi kendaraan. Jenis mesin gergaji dapat dibedakan berdasarkan sumber tenaganya, yaitu tenaga angin bertekanan (*Air Saw/Pneumatic saw*) dan Elektrik (*Electric Saw*), sedangkan cara Bergeraknya yaitu dengan berputar (*Circular Saw*) dan bolak balik (*Air Reciprocating*) seperti pada gambar berikut.



Gambar 2.26 *Air Reciprocating & Circular Saw*

Pada bidang permesinan dan kerja bangku, terdapat berbagai macam mesin gergaji, antara lain: *Abrasive Cut off saw*, *Cold circular saw*, dan *Reciprocating hacksaw*. Berikut ini contoh gambar mesin gergaji.



Abrasive Cutoff Saw

Cold Circular Saw

Reciprocating Hacksaw

Gambar 2.27 Mesin Gergaji



e. Solder

Solder adalah alat yang dapat mengubah energi listrik menjadi panas yang digunakan untuk memanaskan bahan tambah (timah) pada sambungan kelistrikan otomotif, seperti proses penyambungan antara kabel-kabel kelistrikan, menyambung komponen kelistrikan otomotif pada dudukannya, dan melepaskan sambungan komponen kelistrikan otomotif.



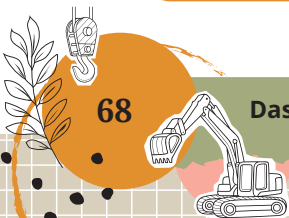
Gambar 2.28 Solder Listrik



Aktivitas 2.2 Mandiri

Lakukanlah kegiatan berikut.

1. Lakukan pencarian literasi dari berbagai sumber buku atau internet tentang cara penggunaan peralatan dengan tenaga (*power tools*)!
2. Jelaskan cara penggunaan peralatan dengan tenaga (*power tools*) dengan baik dan benar sesuai petunjuk penggunaan!
3. Carilah potensi bahaya yang akan terjadi dalam menggunakan beberapa peralatan dengan tenaga (*power tools*)!



4. Carilah beberapa contoh peralatan dengan tenaga (*Power tools*) yang kondisinya rusak, bila alat tersebut digunakan dalam proses pembongkaran, perbaikan, dan pemasangan kembali. Jelaskan apa yang akan terjadi terhadap keselamatan dan kesehatan kerja serta lingkungan kerja apabila menggunakan peralatan tersebut?

Berilah tanda silang (×) pada salah satu pilihan pernyataan di bawah sesuai dengan yang kalian lakukan!

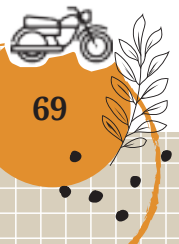
Saya mengerjakan aktivitas ini dengan:

- Menyontek pekerjaan teman
- Mengerjakan dengan bantuan banyak teman
- Mengerjakan dengan sedikit bantuan dari teman
- Mengerjakan sendiri tanpa bantuan dari teman



Aktivitas 2.3 Kelompok

1. Lakukan penggunaan berbagai alat *common tools* atau *general tools* yang sudah kalian pelajari, baik *hand tools* maupun *power tools* dengan langkah-langkah berikut ini.
 - a. Langkah Persiapan
 - 1) Persiapan alat dan bahan
 - 2) Persiapan alat perlindungan diri
 - 3) Persiapan tempat
 - b. Langkah Penggunaan Alat
 - 1) Prosedur sebelum penggunaan alat
 - 2) Prosedur penggunaan alat
 - 3) Prosedur setelah penggunaan alat



c. Langkah Akhir

Lakukan pemeriksaan pada tempat kerja, alat perlindungan diri, serta alat dan bahan yang sudah dibersihkan dan lengkap. Buatlah laporan pekerjaan pada buku tugas tentang penggunaan berbagai macam alat *common tools*.

3. Untuk mengetahui kejujuran dan rasa tanggung jawab kalian dalam mengerjakan aktivitas ini, berilah tanda silang (×) pada salah satu pilihan pernyataan di bawah ini, yang sesuai dengan kondisi kalian!

Saya mengerjakan aktivitas kelompok ini dengan:

- Sangat banyak berkontribusi dalam pengerjaan
- Banyak berkontribusi dalam pengerjaan
- Cukup berkontribusi dalam pengerjaan
- Kurang berkontribusi dalam pengerjaan
- Sangat kurang berkontribusi dalam pengerjaan

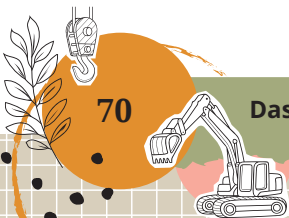


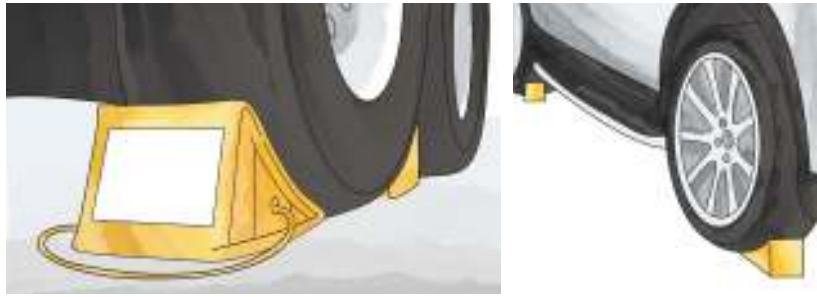
B. Alat Perlengkapan Bengkel (Workshop Equipment)

Workshop equipment merupakan peralatan tambahan/pelengkap yang digunakan di dalam bengkel otomotif sehingga dalam melakukan pekerjaan akan lebih mudah dan cepat. Beberapa jenis *workshop equipment* yang terdapat di bengkel otomotif antara lain.

1. Penganjal Roda (*Blocking*)

Alat ini digunakan pada saat akan mengangkat kendaraan dengan tujuan agar pada saat pengangkatan kendaraan tidak tergelincir. Penganjal roda dapat terbuat dari bahan kayu, karet, maupun plastik seperti pada gambar berikut ini.

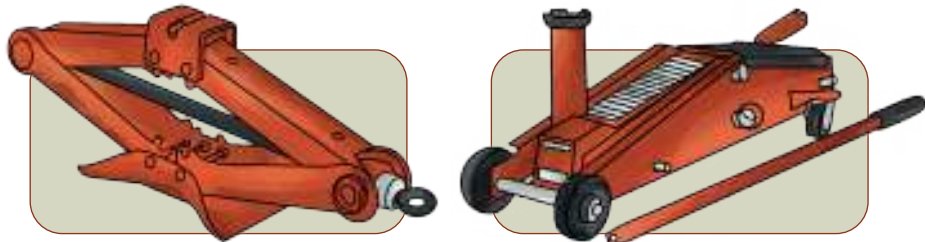




Gambar 2.29 Pengganjal Roda

2. Dongkrak (Jack)

Dongkrak merupakan alat yang digunakan untuk mengangkat kendaraan saat akan melakukan pekerjaan.



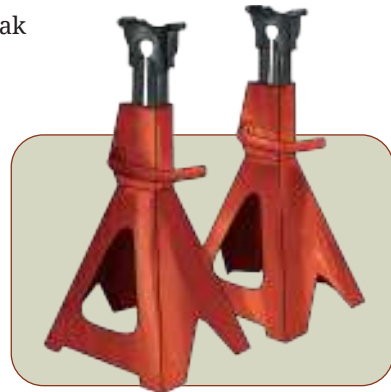
Dongkrak Mekanik

Dongkrak Hidrolik

Gambar 2.30 Dongkrak

3. Penopang (Jack Stand)

Jack stand adalah alat untuk menopang kendaraan setelah diangkat dengan dongkrak, sehingga kendaraan aman untuk dilakukan proses perbaikan tanpa mengakibatkan kerusakan.

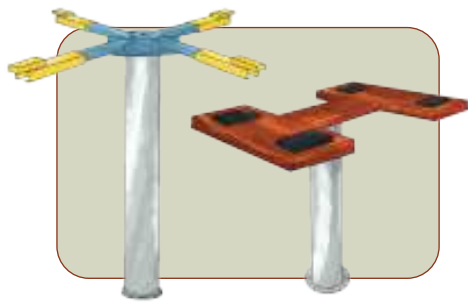


Gambar 2.31 Jack Stand

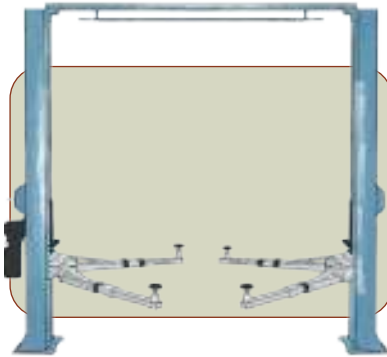
4. Pengangkat Mobil (Car lift)

Car lift merupakan alat yang berfungsi untuk mengangkat kendaraan layaknya dongkrak, hanya saja dengan ukuran yang lebih besar sehingga memerlukan tempat khusus dan tidak dapat dipindah setiap saat dalam penggunaannya. Beberapa contoh jenis *car lift* seperti pada gambar berikut.

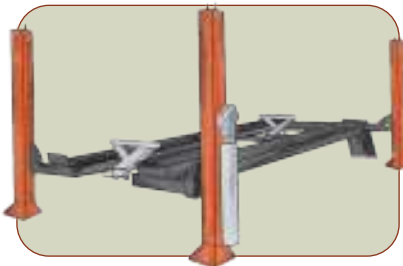




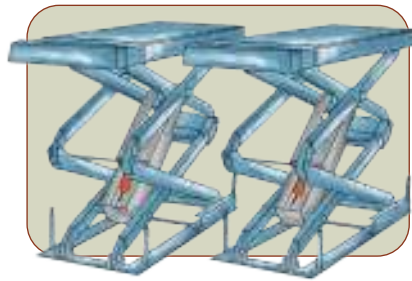
Single Post Car Lift



Two Post Car Lift



Four Post Car Lift

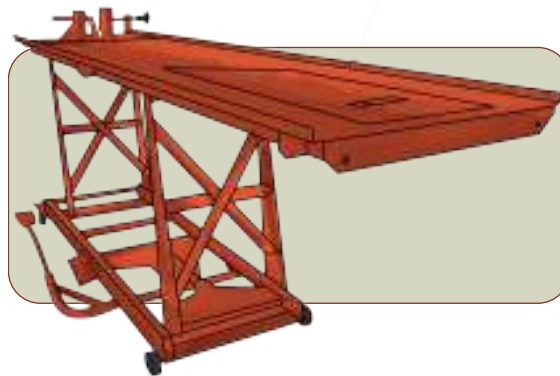


Scissor Car Lift

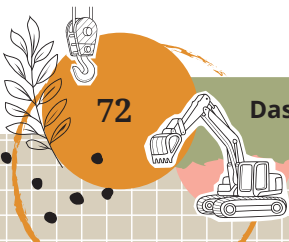
Gambar 2.32 *Car Lift*

5. Pengangkat Sepeda Motor (*Bike lift*)

Bike Lift merupakan alat perlengkapan servis sepeda motor, yaitu untuk tempat sepeda motor yang sedang diservis atau diperbaiki, sehingga dapat memudahkan pekerjaan dengan penyetelan naik turunnya sepeda motor.



Gambar 2.33 *Bike Life*



6. Pengangkat Mesin (Engine Crane)

Engine crane merupakan alat yang digunakan untuk mengangkat mesin dari kendaraan. Pada saat melakukan pekerjaan tertentu, mesin harus diangkat dari dudukannya, sehingga dengan penggunaan alat ini, mesin (*engine*) dapat mudah dikerjakan.



Gambar 2.34 Engine Crane

7. Tali Pengemban (Sling)

Sling merupakan alat untuk perlengkapan pengangkatan mesin (*engine*) atau komponen lain sehingga dapat diangkat dengan kokoh. Alat ini terbuat dari berbagai macam jenis seperti rantai, sintetis, dan kawat seperti pada gambar berikut.



Gambar 2.35 Sling

8. Penekan Hidrolik (Hydraulic Press)

Pada bidang otomotif, alat penekan hidrolik digunakan untuk memudahkan pelepasan dan pemasangan komponen otomotif, seperti bantalan atau *bearing* yang memerlukan tekanan kuat.



Gambar 2.36 Hydraulic Press



9. Dudukan Engine (*Engine Stand*)

Engine stand merupakan alat yang digunakan untuk pekerjaan pembongkaran, pemeriksaan, dan perbaikan komponen utama *engine*. Alat ini dapat memudahkan dalam pekerjaan tersebut karena *engine* dapat diputar.



Gambar 2.37 *Engine Stand*

10. Pistol Stamped (*Grease Gun*)

Grease gun adalah alat yang digunakan untuk memberikan pelumas krim pada komponen yang berputar, seperti *bearing*.



Gambar 2.38 *Grease Gun*

11. Penampung Oli (*Oil Collecting*)

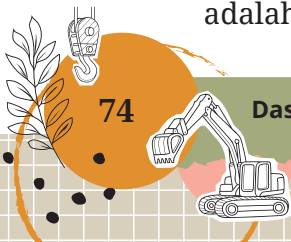
Alat ini digunakan pada saat penggantian oli pada kendaraan. Fungsinya adalah menampung oli bekas mesin saat pengurasan. Penggunaan alat ini lebih tepat untuk kendaraan yang diangkat oleh *car lift*, sehingga dapat diletakan persis di bawah mesin. Berikut ini adalah gambar *oil collecting*.



Gambar 2.39 *Oil Collecting*

12. Kotak Alat (*Toolbox*)

Toolbox berfungsi untuk penyimpanan alat tangan. Tujuan penggunaan *toolbox* agar alat tidak berantakan, alat mudah untuk dibawa, mudah dicari, dan keamanan alat lebih terjaga. Berikut ini adalah gambar *toolbox*.





Gambar 2.40 Toolbox

13. Kereta Dorong Alat (Trolle/Caddy Tool Kit)

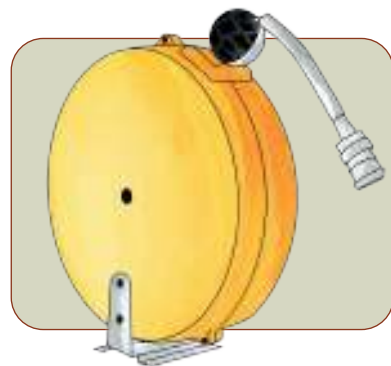
Fungsi dari alat ini sama halnya dengan *toolbox*. *Trolley tools kit* mempunyai kapasitas lebih besar dan dilengkapi dengan roda sehingga lebih mudah untuk berpindah. Berikut ini adalah gambar *trolley/caddy tool kit*.



Gambar 2.41 Trolley/ Caddy Tool Kit
Sumber: Setiawanoki (2022)

14. Gulungan Selang Udara (Handy Air Reel)

Gulungan selang udara untuk menyalurkan udara bertekanan ke peralatan *air tool* ketika pekerjaan servis. Alat ini memudahkan pekerjaan karena selang dapat dipanjangkan.

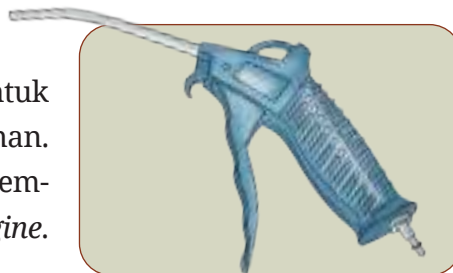


Gambar 2.42 Handy Air Reel



15. Pistol Udara (*Air Duster Gun*)

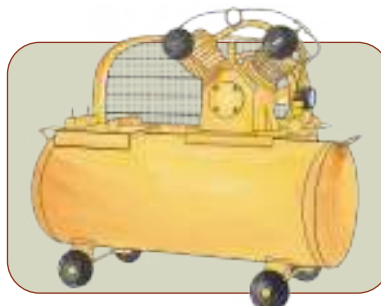
Pistol udara adalah alat untuk menyemburkan udara bertekanan. Pemakaian alat ini untuk membersihkan saringan udara pada *engine*.



Gambar 2.43 Air Duster Gun

16. Kompresor (*Compressor*)

Kompresor digunakan untuk menghasilkan udara bertekanan tinggi dengan penggerak utama motor bakar atau dengan motor listrik.



Gambar 2.44 Kompresor

17. Generator Nitrogen (*Nitrogen Generator*)

Nitrogen generator adalah alat penghasil senyawa nitrogen yang digunakan untuk pengisian ban, seperti hanya udara bertekanan yang dihasilkan oleh kompresor.



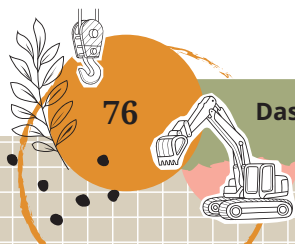
Gambar. 2.45 Nitrogen Generator

18. Mesin Pencuci Komponen (*Part Washer*)

Mesin pencuci komponen adalah alat yang digunakan untuk mencuci dan membersihkan komponen atau barang, untuk meminimalisir pencemaran lingkungan.



Gambar 2.46 Part Washer



19. Alat perbaikan bodi dan rangka (*Body-Frame Straighteners*)

Body-frame straighteners adalah alat untuk perbaikan bodi dan rangka kendaraan dengan cara menarik dan mendorong baik menggunakan mekanik maupun hidrolik. Ada berbagai macam alat ini sesuai dengan jenis kendaraan yang diperbaiki. Contoh *body-frame straighteners* seperti pada gambar berikut ini.



Gambar 2.47 *Body-Frame Straighteners*

20. Alat Pengganti Ban (*Tire Change*)

Tire change adalah alat untuk membuka dan memasang ban pada roda-roda. Dengan menggunakan alat ini dapat mengganti ban dengan mudah dan cepat.



Gambar 2.48 *Tire Change*

21. Alat Perbaikan Pengkondisian Udara (*Air Conditioning Tool*)

Air conditioning tools adalah alat untuk perbaikan *system Air Conditioning (AC)* mobil. Alat ini



dikenal dengan istilah 3R (*Recovery-Recycle-Recharge*), yaitu alat yang berfungsi sebagai penampung, mendaur ulang, dan penambahan *refrigerant* pada sistem.



Gambar 2.49 Mesin 3R

22. Pengukur Kelurusan Roda (*Spooiring Wheel Alignment*)

Spooiring wheel alignment digunakan untuk mengukur keselarasan antara roda kanan dan roda kiri, sehingga mobil dapat mudah dikendalikan pada saat mengemudi.



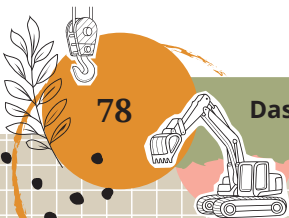
Gambar 2.50 *Spooiring Whel Aligment 3D*

23. Pengukur Keseimbangan Roda (*Balancing*)

Balancing digunakan untuk mengukur keseimbangan putaran roda, sehingga roda dapat berputar seimbang atau tidak berat sebelah.



Gambar 2.51 *Balancing*



Dalam mempelajari *workshop equipment*, kalian dituntut untuk dapat mengoperasikan peralatan ini sesuai dengan prosedur operasional standar yang dibuat oleh masing-masing produsen. Namun, karena mahalnya alat ini setiap bengkel belum tentu memiliki perlengkapan *workshop equipment* secara lengkap.



Aktivitas 2.4 Mandiri

Kerjakan aktivitas individu berikut pada buku tugas!

1. Lakukan pencarian literasi dari berbagai sumber buku atau internet tentang cara penggunaan peralatan tambahan (*workshop equipment*)!
2. Jelaskan cara penggunaan peralatan tambahan (*Workshop Equipment*) dengan baik dan benar sesuai petunjuk penggunaan!
3. Carilah potensi bahaya yang akan terjadi dalam menggunakan beberapa peralatan tambahan (*Workshop Equipment*)!
4. Carilah beberapa contoh peralatan tambahan (*Workshop Equipment*) yang kondisinya rusak, apabila alat tersebut digunakan dalam proses pembongkaran, perbaikan, dan pemasangan kembali! Kemudian, berikan pendapatmu apa yang akan terjadi terhadap keselamatan dan kesehatan kerja serta lingkungan kerja bila menggunakan alat tersebut?

Berilah tanda silang (×) pada salah satu pilihan pernyataan di bawah sesuai dengan yang kalian lakukan!

Saya mengerjakan aktivitas ini dengan:

- Menyontek pekerjaan teman
- Mengerjakan dengan bantuan banyak teman
- Mengerjakan dengan sedikit bantuan dari teman
- Mengerjakan sendiri tanpa bantuan dari teman





C. Peralatan Service Khusus (*Special Service Tools*)

Special Service Tools (SST) digunakan pada saat pekerjaan *service*, dengan tingkat kesulitan tertentu atau tidak dapat digunakan dengan *hand tools* atau *power tools*. Penggunaan alat ini dapat mempermudah, mempercepat, dan lebih efisien karena tidak merusak bagian-bagian yang dikerjakan.


Pemilihan SST dalam kerja servis kendaraan di bengkel sangat ditentukan oleh: (1) jenis kendaraan dan model, serta (2) spesifikasi kendaraannya. Jenis pekerjaan yang dimaksudkan adalah pekerjaan pembongkaran, pekerjaan perakitan, penyetelan, dan sebagainya.

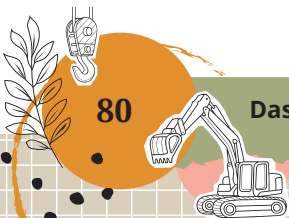
Special Service Tools (SST) dibedakan menjadi dua jenis, yaitu:


- Alat pembongkar (*remover*) adalah alat yang dipakai untuk melakukan pembongkaran komponen, seperti: *bearing remover*, *puller*, dan *bearing separator*.
- Alat pemasangan komponen (*replacer*) adalah alat yang dipakai untuk memasang atau mengganti.

Kedua kategori alat tersebut dalam penggunaannya harus disesuaikan dengan ukuran bagian yang akan dikerjakan. Macam-macam SST yang biasa digunakan pada bengkel otomotif adalah sebagai berikut.






Tabel 2.2 Alat Servis Khusus

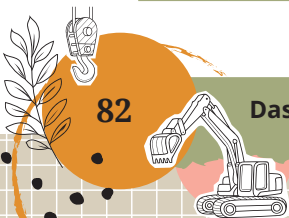
No.	Nama Alat dan Fungsinya	Gambar
1.	Bearing Puller Attachment berfungsi untuk melepas bantalan (<i>bearing</i>) pada posisi yang tidak bisa dilakukan <i>puller</i> biasa.	



No.	Nama Alat dan Fungsinya	Gambar
2.	Oil Seal Puller berfungsi untuk melepas perapat oli atau <i>seal</i> pada komponen seperti transmisi dan poros roda mobil belakang.	
3.	Bearing Cup Puller berfungsi untuk melepas <i>bearing</i> dengan bentuk silindris yang ditarik keluar.	
4.	Universal Puller berfungsi untuk melepas komponen dengan cara menarik tanpa adanya pukulan dan memberikan tarikan dengan kekuatan yang merata.	
5.	Clutch Alignment Tool digunakan pada saat pemasangan kopling mobil supaya lurus <i>center</i> /terpusat di tengah.	
6.	Sliding hammer digunakan untuk melepas komponen di dalam silinder yang memerlukan hentakan, seperti melepas <i>bearing</i> roda.	

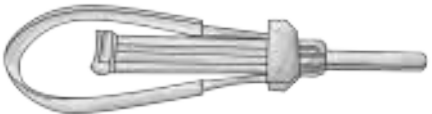

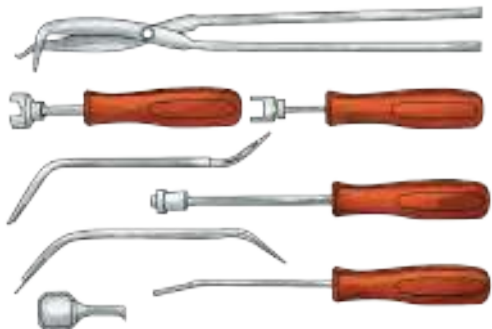



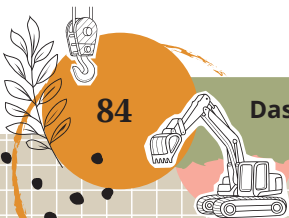
No.	Nama Alat dan Fungsinya	Gambar
7.	Piston Ring Compressor digunakan untuk menekan ring piston pada saat memasang piston ke dalam silinder.	
8.	Piston Ring Plier atau Piston Ring Expander digunakan untuk melepas dan memasang ring piston atau torak.	
9.	Valve Spring Compressor digunakan untuk melepas dan memasang pengunci katup.	
10.	Oil Filter Wrench digunakan untuk melepas dan memasang filter oli mobil dan filter lainnya yang berbentuk tabung.	
11.	Coil Spring Compressor digunakan untuk menekan pegas <i>shock absorber</i> mobil sehingga dapat dilakukan pembongkaran dan pemasangan <i>shock absorber</i> .	



No.	Nama Alat dan Fungsinya	Gambar
12.	Ball Joint Separator digunakan untuk melepas atau memisahkan <i>ball joint</i> dari dudukannya.	
13.	Disc Brake Piston Compressor digunakan untuk menekan piston <i>caliper</i> pada saat penggantian kampas rem baru.	
14.	Oil Seal Protector Sleeve digunakan untuk melindungi <i>seal</i> oli pada saat pemasangan sehingga tidak rusak.	
15.	Screw Extractor digunakan untuk mengeluarkan atau melepas baut yang patah.	
16.	Clutch Holder digunakan untuk menahan rumah kopling sepeda motor saat pelepasan dan pemasangan.	



No.	Nama Alat dan Fungsinya	Gambar
17.	Sheave Holder digunakan untuk menahan roda magnet sepeda motor pada saat pelepasan dan pemasangan.	
18.	Tracker Magnet digunakan untuk pelepasan magnet sepeda motor.	
19.	Brake Spring Tools pada sistem rem.	
20.	Dolly digunakan untuk landasan atau alas pemukulan palu pada saat proses pembentukan dan perbaikan bodi kendaraan.	



No.	Nama Alat dan Fungsinya	Gambar
21.	<p>Body Spoon digunakan pada perbaikan bodi dengan proses mencungkil atau sebagai landasan pemukulan palu. Alat ini digunakan pada area sempit yang tidak memungkinkan palu dan <i>dolly</i> untuk digunakan.</p>	
22.	<p>Anchor Port merupakan alat yang dipasang pada lantai untuk mengaitkan sling yang menahan bodi kendaraan pada saat perbaikan menggunakan <i>body frame straighteners</i>.</p>	



Aktivitas 2.5 Mandiri

Kerjakan aktivitas individu berikut pada buku tugas!

1. Lakukan pencarian literasi dari berbagai sumber buku atau internet tentang cara penggunaan peralatan servis khusus (*Special Service Tools*)!
2. Jelaskan cara penggunaan peralatan servis khusus (*Special Service Tools*) dengan baik dan benar sesuai petunjuk penggunaan!



3. Carilah potensi bahaya yang akan terjadi dalam menggunakan beberapa peralatan servis khusus (*Special Service Tools*)!
4. Carilah beberapa contoh peralatan servis khusus (*Special Service Tools*) yang kondisinya rusak, apabila alat tersebut digunakan dalam proses pembongkaran, perbaikan, dan pemasangan kembali. Kemudian jelaskan apa yang akan terjadi pada keselamatan dan kesehatan kerja serta lingkungan kerja bila menggunakan peralatan tersebut!

Berilah tanda silang (×) pada salah satu pilihan pernyataan di bawah sesuai dengan yang kalian lakukan!

Saya mengerjakan aktivitas ini dengan:

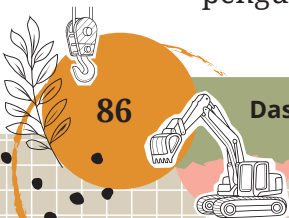
- Menyontek pekerjaan teman
- Mengerjakan dengan bantuan banyak teman
- Mengerjakan dengan sedikit bantuan dari teman
- Mengerjakan sendiri tanpa bantuan dari teman



D. Alat Ukur (*Measuring Tools*)

1. Pengertian Alat Ukur

Mengukur merupakan suatu kegiatan yang dilakukan dengan langkah-langkah tertentu untuk menunjukkan besaran dari suatu benda atau objek yang diukur. Besaran adalah sesuatu yang dapat diukur dan dinyatakan dengan angka atau nilai (besaran) dan satuan, misalnya panjang, luas, volume kecepatan, dan lain sebagainya. Satuan adalah segala sesuatu yang digunakan untuk menyatakan hasil pengukuran atau perbandingan dalam suatu pengukuran tertentu.



Besaran terbagi menjadi dua bagian, yaitu besaran pokok dan besaran turunan. Besaran pokok adalah besaran yang satuannya telah ditetapkan yang digunakan sebagai dasar dalam menentukan satuan-satuan pada besaran lainnya. Besaran turunan adalah besaran yang diperoleh dari hasil olahan besaran pokok, seperti perkalian atau pembagian. Contoh besaran pokok dan besaran turunan dapat dilihat sesuai tabel berikut ini.

Tabel 2.3 Contoh Besaran Pokok

No.	Besaran Pokok	Satuan	Satuan
1.	Panjang	Meter	m
2.	Massa	Kilogram	kg
3.	Waktu	Secon	s
4.	Suhu	Kelvin	k
5.	Kuat Arus	Ampere	A
6.	Jumlah Molekul zat	Mol	Mol
7.	Intensitas Cahaya	Candela	cd

Tabel 2.4 Contoh Besaran Turunan

No.	Besaran Turunan	Satuan Dasar	Satuan	
			Nama Satuan	Simbol
1.	Kecepatan	m/s	Meter per sekon	m/s
2.	Daya (P)	Kg.m ² /s ³	Watt	W
3.	Energi (E)	Kg.m ² /s ³	Joule	J
4.	Tekanan (p)	Kg/m.s ³	Pascal	Pa
5.	Muatan listrik	A.s	Coulomb	C



2. Alat Ukur pada Bengkel Otomotif

Pada bengkel otomotif ada beberapa alat ukur yang digunakan untuk mendapatkan data hasil ukuran, di antaranya berikut ini.

a. Pengukur Celah (*Feeler Gauge/Thickness Gauge*)

Feeler Gauge terdiri dari beberapa plat baja dengan ukuran ketebalan dari 0,01 mm sampai dengan 1,00 mm. *Feeler gauge* adalah alat untuk mengukur celah pada komponen otomotif, seperti pada celah katup, celah roda gigi, dan celah busi.



Gambar 2.52 Feeler Gauge

b. Pengukur Kerataan (*Straight Edge*)

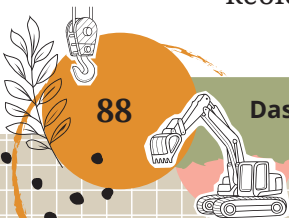
Straight edge berfungsi untuk mengukur kerataan suatu permukaan. Ketidakrataan permukaan komponen diketahui dari membandingkan permukaan yang akan diukur dengan menempelkan *straight edge* di atas permukaan komponen kemudian periksa celah antara permukaan komponennya dengan menggunakan *feeler gauge*. Berikut ini adalah gambar *straight edge*.



Gambar 2.53 Straight Edge

c. Dial Indikator (*Dial Gauge*)

Dial gauge berfungsi untuk mengukur kebengkokan dan keolengan pada poros, *disk brake (run out)*, *backlash differential*.





Gambar 2.54 Dial Gauge

d. Jangka Sorong (Vernier Caliper)

Vernier caliper adalah alat untuk mengukur diameter luar, diameter dalam, serta kedalaman suatu benda. Alat ini biasanya menggunakan skala utama 0,5 mm dan 0,2 mm. Contoh gambar *vernier caliper* dapat dilihat pada gambar berikut ini.



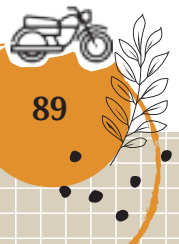
Gambar 2.55 Vernier Caliper

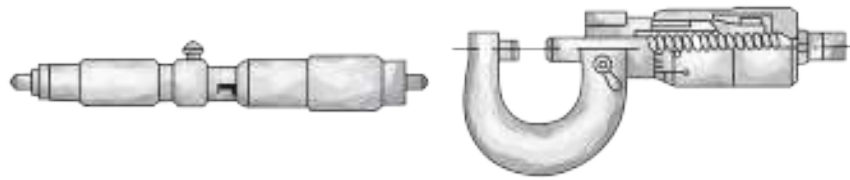
e. Mikrometer (Micrometer)

Mikrometer terdapat dua jenis, yaitu mikrometer dalam (*inside micrometer*) dan mikrometer luar (*out side micrometer*) yang masing-masing mempunyai fungsi:

- *Outside Micrometer* digunakan untuk mengukur bagian luar bentuk kubus, persegi panjang, bujur sangkar, atau bulat dengan lebih teliti atau presisi.
- *Inside Micrometer* digunakan untuk mengukur bagian dalam pada bentuk pipa bulat, segi empat, dan lain sebagainya dengan lebih teliti atau presisi.

Mikrometer mempunyai nilai ketelitian dari 0,01 s/d 0,001 mm. Tingkatan alat ukuran yang digunakan antara lain: 0 - 25 mm, 25 - 50 mm, 50 - 75 mm, dan 75 - 100 mm, dst. Berikut ini adalah gambar bagian-bagian *micrometer*.





Gambar 2.56 Micrometer

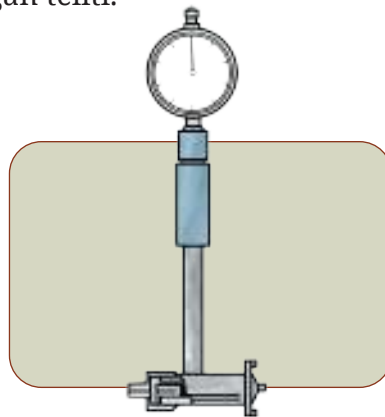
f. Pengukur Lubang Silinder (*Cylinder Bore Gauge*)

Cylinder bore gauge adalah alat ukur yang berfungsi untuk mengukur diameter silinder untuk menentukan nilai keovalan dan ketirusan dari silinder tersebut dengan teliti.

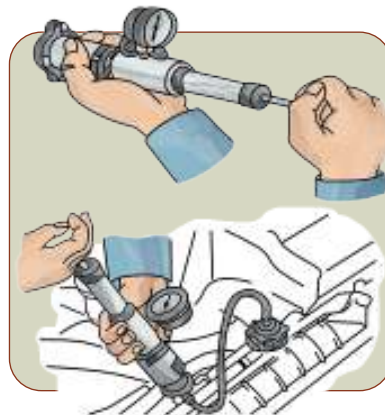
g. Alat Penguji Radiator (*Radiator and Cup Tester*)

Radiator tester digunakan untuk memeriksa kebocoran sistem pendingin radiator dan tutup radiator. Tekanan pembukaan standar berukuran: 0,75 – 1,05 kg/cm² (10,7 – 14,9 psi), Tekanan pembukaan minimum: 0,6 kg/cm² (8,5 psi). Untuk pemeriksaan tutup radiator sebaiknya menggunakan pembacaan maksimum sebagai tekanan pembukaan.

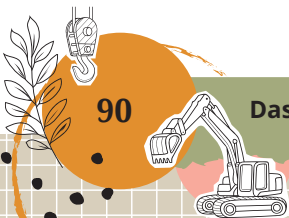
Pompalah *radiator and cup tester* sampai tekanan 1,2 kg/cm² (17,1 psi). Kemudian, periksalah supaya tekanan tidak turun. Apabila tekanan turun berarti ada kebocoran pada sistem pendingin atau pada komponen sistem pendingin. Berikut ini adalah gambar *Radiator and cup tester*.



Gambar 2.57 *Cylinder Bor Gauge*



Gambar 2.58 *Radiator and Radiator Cup Tester*



h. Kunci Momen (*Torque Wrench*)

Kunci momen berfungsi sebagai alat pengukur kekencangan baut dan mur. Kunci momen berfungsi juga untuk mengukur gaya puntir pada saat pengencangan mur dan baut. Dengan menggunakan kunci momen ini, maka pada saat pengencangan baut dapat ditentukan sesuai spesifikasi yang terdapat pada buku manual petunjuk servis.



Gambar 2.59 Kunci Momen

Dalam penggunaan kunci momen membutuhkan mata kunci soket yang sesuai dengan ukuran baut atau mur.

i. Multitester (*AVO Meter*)

Multitester adalah gabungan dari *Ampere meter*, *Volt meter*, dan *Ohm meter*. Alat ini digunakan untuk melakukan pengukuran arus, tegangan, dan tahanan pada komponen elektronik.

Keterangan gambar:

- 1) Skala (*scale*) adalah garis yang mempunyai satuan ukur, yaitu: skala W, DCV/ACV, dan DCA.
- 2) *Zero position adjuster screw/pointer calibration screw* adalah baut kalibrasi voltmeter dan amperemeter.
- 3) *Adjuster knob/ohm calibration knob/ohm adjuster knob* adalah tombol kalibrasi ohmmeter.



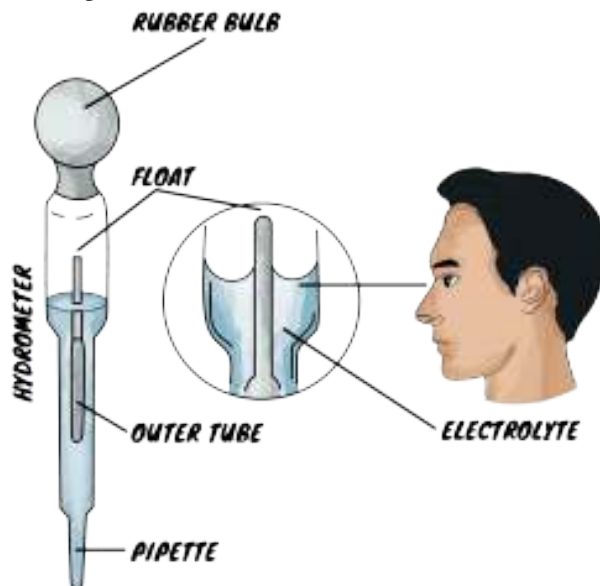
Gambar 2.60 Multitester



- 4). *Range selector knob* adalah sakelar petunjuk pemakaian batas satuan ukuran yang diinginkan yang terdiri dari Ohm (W), DCV, ACV, dan DCmA.
- 5). *Positive terminal DCA* adalah terminal *positive* untuk pengukuran DC ampere.
- 6). *Test lead* adalah tangkai kabel pengujian yang mempunyai warna merah untuk terminal (+) dan hitam untuk terminal (-).

j. Hidrometer (*Hydrometer*)

Hidrometer digunakan untuk melakukan pengukuran berat jenis *electrolit battery*.



Gambar 2.61 Bagian Hidrometer

Pemeriksaan berat jenis elektrolit baterai merupakan salah satu metode untuk mengetahui kapasitas baterai. Baterai penuh pada suhu 20°C mempunyai Berat Jenis 1,27-1,28, sedangkan baterai kosong mempunyai berat jenis (BJ) 1,100-1,130.

k. Alat Pengukur Tekanan Kompresi (*Compression Tester*)

Compression tester digunakan untuk mengukur tekanan pada ruang silinder motor bakar, baik motor bakar bensin maupun

diesel sehingga dapat diketahui bocor atau tidaknya pada saat langkah kompresi.



Gambar 2.62 *Compression Tester*

l. Alat Ukur Pengapian (Timing Light Tester)

Timing Light Tester merupakan alat untuk mengetahui waktu pengapian (busi memercikan bunga api) pada kondisi mesin hidup. Sehingga waktu pengapian dapat diatur dan disesuaikan dengan standar buku manual.



Gambar 2.63 *Timing Light*

m. Pengukur Putaran Mesin (*Tachometer*) dan Pengukur Sudut Pengapian (*Dwell Tester*)

Tachometer digunakan untuk mengukur putaran mesin dalam bidang otomotif. Alat tersebut digunakan untuk mengukur putaran poros engkol dalam waktu tertentu, yang dikenal dengan istilah *Rotation Per Minute* (RPM). *Dwell tester* adalah alat pengukur sudut pengapian pada sistem pengapian kontak platina. Berikut ini adalah gambar alat tersebut.





Gambar 2.64 Tachometer/Dwell Tester

n. Pengukur Tekanan Ban (*Tire Pressure Gauge*)

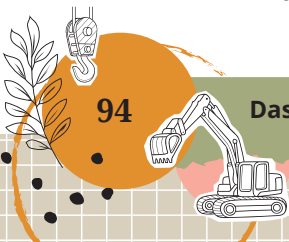
Tire pressure gauge digunakan untuk mengukur tekanan fluida (udara/gas nitrogen) pada ban sesuai dengan batas yang diijinkan sesuai buku manual servis, tekanan ban yang terlalu rendah atau terlalu tinggi dapat mengakibatkan risiko pada ban. Alat ini memiliki manometer tekanan manual (jarum) atau yang digital, seperti pada gambar berikut.



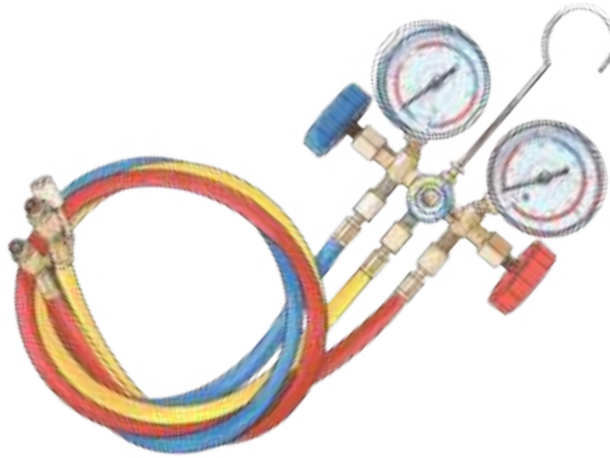
Gambar. 2.65. Tire Pressure Gauge

o. Alat Pengukur Tekanan AC (*Manifold Gauge*)

Manifold gauge digunakan untuk mengukur tekanan pada sistem pengkondisian udara (*air conditioner*). Hasil pengukuran tekanan ini digunakan untuk menentukan kerusakan (diagnosa) pada



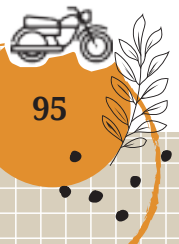
perawatan dan perbaikan sistem *air conditioner*. Berikut adalah gambar alat tersebut.

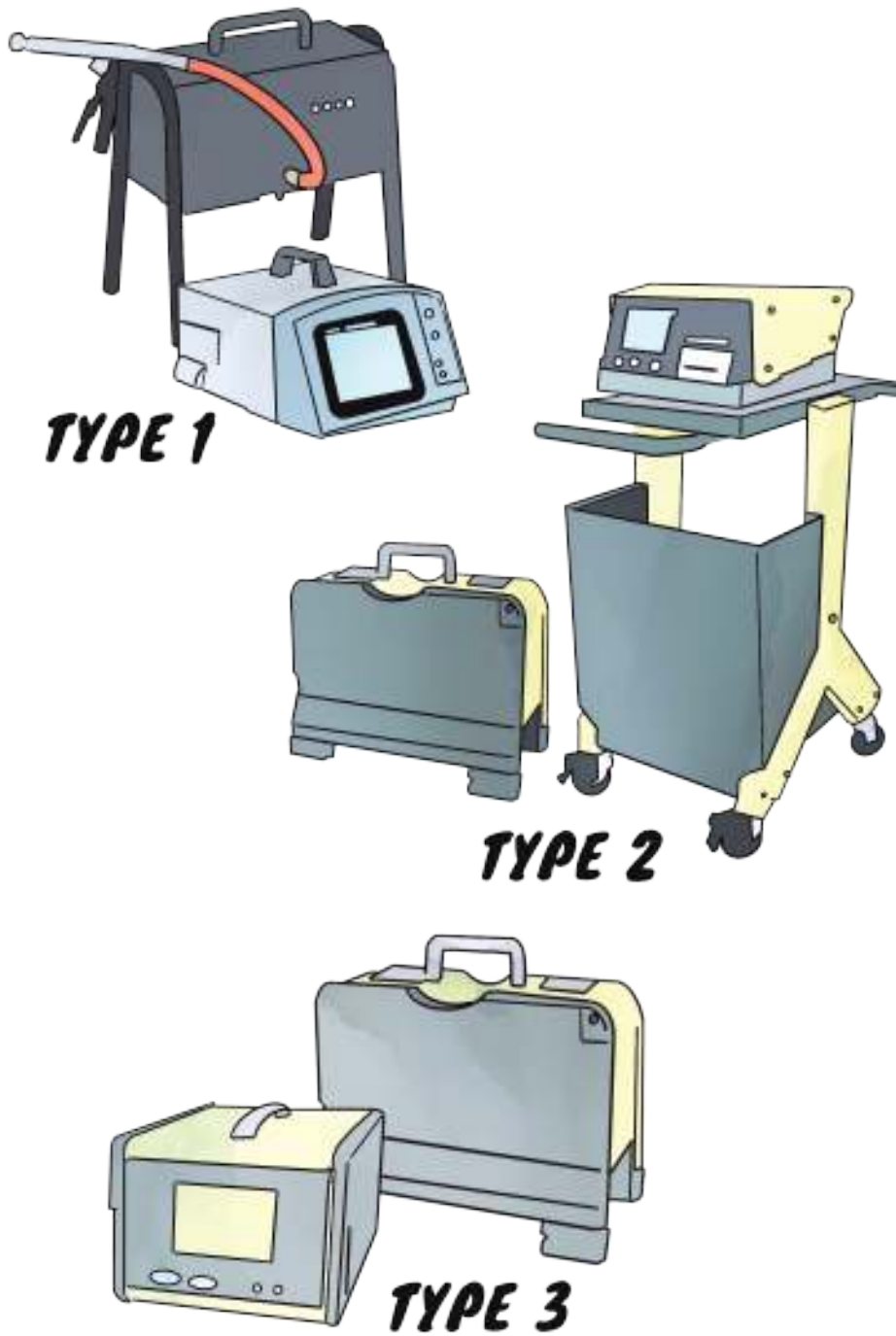


Gambar 2.66 *Manifold Gauge*

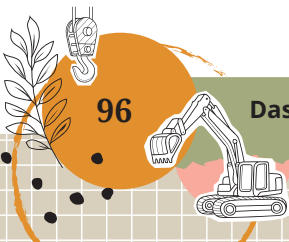
**p. Alat Ukur Emisi Gas Buang
(*Gas Analyzer and Smoke Tester*)**

Alat ini digunakan untuk mengukur kandungan gas buang pada kendaraan. Alat ukur emisi gas buang kendaraan bermotor bahan bakar bensin disebut *gas analyzer*, sedangkan alat ukur untuk kendaraan diesel disebut *diesel smoke tester*. Alat ini terdiri dari berbagai jenis dan bentuk. Berikut ini adalah gambar dari alat tersebut.





Gambar 2.67 Gas Analyzer and Smoke Tester



**q. Pengukur Celah Oli
(Plastic Gauge)**

Plastic gauge terbuat dari bahan plastik berbentuk seperti benang yang agak lunak. Alat ini digunakan untuk mengukur celah oli (*Oil clearance*) pada komponen otomotif, seperti pada celah jurnal poros engkol dan pin bantalan. Berikut ini adalah gambar *plastic gauge*.



Gambar 2.68 Penggunaan *Plastic Gauge*

**r. Alat Penguji Baterai
(Battery Tester)**

Battery tester digunakan untuk memeriksa kondisi, seperti mengukur voltase/tegangan *battery*, daya starter (*cold cranking ampere*), tingkat tegangan (*State of Charge*) dan tingkat kesehatan *Battery* (*State of Health*). Dengan menggunakan alat ini, *battery* dapat dipantau kondisinya dengan mudah dan akurat.



Gambar 2.69 *Battery Tester*

**s. Pengukur kelembaban dan Suhu udara
(Thermo-Hygro Meter)**

Alat ini digunakan untuk mengukur suhu ruangan kabin mobil, serta kelembaban pada pengecekan sistem pengkondisian udara mobil. Berikut gambar alat tersebut.



Gambar. 2.70. *Thermo-Hygro Meter*





Aktivitas 2.6 Mandiri

Kerjakan aktivitas individu berikut pada buku tugas!

1. Lakukan pencarian literasi dari berbagai sumber buku atau internet tentang cara penggunaan berbagai macam alat ukur (*measuring tools*)!
2. Jelaskan cara penggunaan berbagai macam alat ukur (*measuring tools*) dengan baik dan benar sesuai petunjuk penggunaan!
3. Carilah potensi bahaya yang akan terjadi dalam menggunakan berbagai macam alat ukur (*measuring tools*)!
4. Carilah berbagai macam alat ukur (*measuring tools*) yang kondisinya rusak, apabila alat tersebut digunakan dalam proses pembongkaran, perbaikan, dan pemasangan kembali. Jelaskan apa yang akan terjadi terhadap keselamatan dan kesehatan kerja serta lingkungan kerja apabila menggunakan alat tersebut!

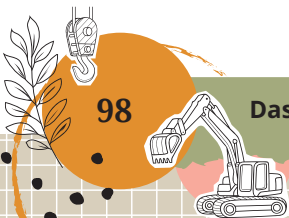
Berilah tanda silang (×) pada salah satu pilihan pernyataan di bawah yang sesuai dengan yang kalian lakukan!

Saya mengerjakan aktivitas ini dengan:

- Menyontek pekerjaan teman
- Mengerjakan dengan bantuan banyak teman
- Mengerjakan dengan sedikit bantuan dari teman
- Mengerjakan sendiri tanpa bantuan dari teman

t. Alat Diagnostik (*Diagnostic Tools*)

Adanya perubahan teknologi pada kendaraan yang dahulu menggunakan sistem manual beralih menggunakan sistem



digital, terlihat pada penggunaan komponen elektronik seperti sensor dan aktuator untuk memudahkan mendeteksi kerusakan pada kendaraan tersebut. Selain itu juga semakin mudah, cepat dan akurat dengan menggunakan *diagnostic tools* atau dikenal dengan nama *scan tools*, *intelligent tester*, *diagnostic scan tool*, *vehicle scanner*. Jenis alat ini sangat banyak dan dengan berbagai bentuk, seperti contoh di bawah ini.



Gambar. 2.71 *Diagnostic Tools*

Alat ini berfungsi untuk mendeteksi adanya kerusakan pada beberapa sistem kontrol elektronik seperti:

- *Electronic Fuel Injection (EFI)*
- *Anti-Lock Brake System (ABS)*, dan *Electronic Brake Force Distribution (EBD)*, *Electronic Stability Control (ESC)* pada sistem rem
- Sistem keamanan kendaraan dari pencurian (*Immobilizer*)
- Pelindung pengguna kendaraan dari kecelakaan (*Air Bag System*)
- Menghapus memori kesalahan pada sistem kontrol (ECU)
- Membaca kondisi kerja mesin (*current data*)





Aktivitas 2.7 Kelompok

Lakukan kegiatan berikut ini bersama kelompok!

1. Lakukan penggunaan berbagai macam peralatan tambahan (*workshop equipment*), peralatan servis khusus (*special service tools*), alat ukur (*measuring tools*), dan alat diagnostik (*diagnostic tools*) yang sudah kalian pelajari dengan langkah-langkah berikut ini.
 - a. Langkah Persiapan
 - 1). Persiapan alat dan bahan
 - 2). Persiapan alat perlindungan diri
 - 3). Persiapan tempat
 - b. Langkah Penggunaan Alat
 - 1). Prosedur sebelum penggunaan alat
 - 2). Prosedur penggunaan alat
 - 3). Prosedur setelah penggunaan alat
 - c. Langkah Akhir
Lakukan pemeriksaan tempat kerja, alat perlindungan diri, serta alat dan bahan yang sudah digunakan dari kebersihan, penempatan, dan kelengkapannya.

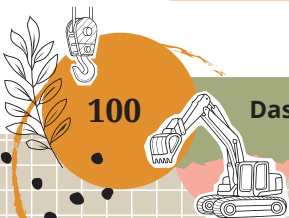
Buatlah laporan pekerjaan pada buku tugas tentang penggunaan:

- Peralatan tambahan (*workshop equipment*)
- Peralatan servis khusus (*special service tools*)
- Alat ukur (*measuring tools*)
- Alat diagnostik (*diagnostic tools*).

Berilah tanda silang (×) pada salah satu pilihan pernyataan di bawah yang sesuai dengan yang kalian lakukan!

Saya mengerjakan aktivitas kelompok ini dengan:

- Sangat banyak berkontribusi dalam pengerjaan



- Banyak berkontribusi dalam pengerjaan
- Cukup berkontribusi dalam pengerjaan
- Kurang berkontribusi dalam pengerjaan
- Sangat kurang berkontribusi dalam pengerjaan



Rangkuman

Peralatan yang digunakan dalam pekerjaan bidang otomotif sangat banyak di antaranya: *hand tools*, *power tools*, *workshop equipment*, *special service tools*, dan *measuring tools*.

Hand tools atau peralatan tangan maksudnya adalah peralatan yang digunakan di bengkel otomotif dengan mengandalkan tenaga manusia. Peralatan tangan yang biasanya ada di bengkel otomotif antara lain: kunci-kunci (*wrench/spanner*), obeng (*screwdriver*), tang (*pliers*), palu (*hammer*).

Power tools adalah alat perlengkapan untuk mempermudah dan mempercepat pekerjaan di bidang otomotif yang menggunakan tenaga tambahan di luar tenaga manusia. Dalam perkembangannya alat ini dapat menggunakan tenaga listrik, *pneumatic* (udara), dan hidrolis. Contoh peralatan tenaga (*power tools*) antara lain: mesin bor, bor tangan (*portable drill*), bor duduk (*bench drill*), mesin gerinda, gerinda tangan (*portable power grinder*), bor duduk (*bench drill*), *impact wrench*, *power hacksaw*.

Workshop equipment (alat perlengkapan) adalah peralatan tambahan/pelengkap yang digunakan di dalam bengkel otomotif sehingga dalam melakukan pekerjaan akan lebih mudah dan cepat. Contoh *workshop equipment* yang terdapat di bengkel otomotif antara



lain : *jack* (dongkrak), *jack stand* (penopang), *car lift* (pengangkat mobil), *hidrolik press* (penekan hidrolik), *engine crane* (pengangkat *engine*) *engine stand* (dudukan *engine*), *forklift* (garpu pengangkat barang), *oil collecting* (penampung Oli), *toolbox* (kotak alat), *tool trolley*, dan *part washer* (mesin pencuci komponen).

Special Service Tools (SST) digunakan pada saat pekerjaan servis dengan tingkat kesulitan tertentu atau tidak dapat digunakan dengan *hand tools* atau *power tools*. Penggunaan alat ini untuk mempermudah, mempercepat, dan lebih efisien karena tidak merusak bagian-bagian yang dikerjakan.

Pada bengkel otomotif ada beberapa alat ukur yang digunakan untuk mendapatkan data hasil ukuran antara lain: *dial gauge*, *vernier caliper*, *micrometer*, *cylinder gauge*, *radiator and cup tester*, *ohm meter*, *volt meter*, *ampere meter*, *hydrometer*, dan *timing light*.

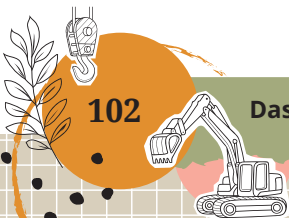


Refleksi

Setelah mempelajari bab ini, kalian tentu lebih memahami tentang *general tools*, *workshop equipment*, *special service tools*, *measuring tools* dan *diagnostic tools*. Dari semua materi yang sudah dijelaskan pada bab ini tentukan hal berikut.

- Materi pembelajaran atau topik mana yang menurut kalian paling sulit dipahami? Jelaskan!
- Materi pembelajaran atau topik mana yang paling kalian sukai? Sebutkan alasannya!

Kemudian diskusikan bersama teman atau guru!



Lembar Refleksi

Materi pembelajaran atau topik apakah yang menurut kalian sulit dipahami? Jelaskan!

- 1.....
- 2.....
- 3.....
- 4.....
- 5.....

Materi pembelajaran atau topik apakah yang menurut kalian mudah dipahami? Sebutkan alasannya!

- 1.....
- 2.....
- 3.....
- 4.....
- 5.....

Kerjakan di buku tugas kalian.



Asesmen

Jawablah pertanyaan berikut ini dengan baik dan benar!

1. Menurut kalian, apakah dalam pekerjaan harus selalu menggunakan peralatan?
2. Peralatan *common tools* seperti apakah yang akan kalian pilih untuk melakukan pelepasan mur dan baut? Jelaskan alasannya!
3. Mengapa pada bengkel otomotif harus tersedia peralatan servis khusus (*special service tools*)?



4. Mengapa pada beberapa pekerjaan bidang otomotif memerlukan pengukuran, sehingga terdapat banyak alat ukur?
5. Jelaskan prosedur penggunaan salah satu alat ukur pada pekerjaan bidang otomotif!
6. Jelaskan aspek keselamatan, kesehatan kerja, dan lingkungan hidup (K3LH) yang perlu diperhatikan dalam penggunaan peralatan!
7. Potensi apa yang kemungkinan menyebabkan terjadinya kecelakaan dalam penggunaan peralatan?
8. Bagaimana tindakan pencegahan yang diperlukan agar tidak terjadi kecelakaan pada saat menggunakan peralatan?



Pengayaan

1. Buatlah kelompok dengan jumlah 4-6 peserta!
2. Lakukan pembelajaran antarteman sebaya. Siswa yang paham menjadi tutor kepada teman yang kurang paham pada pembahasan:
 - Penggunaan macam-macam peralatan *hand tools*;
 - Penggunaan macam-macam peralatan *power tools*;
 - Penggunaan macam-macam peralatan *workshop equipments*;
 - Penggunaan macam-macam peralatan *special service tools*; dan
 - Penggunaan macam-macam peralatan *measuring tools*.
3. Carilah potensi bahaya yang kemungkinan terjadi dalam penggunaan masing-masing alat pada *common tools*, *workshop equipment*, *special service tools*, dan *measuring tools*.



KEMENTERIAN PENDIDIKAN KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA, 2022

Dasar-Dasar Teknik Otomotif
untuk SMK/MAK Kelas X Semester 2

Penulis: Fahrul Anam Setiawan

ISBN: 978-602-244-979-9 (no.jil.lengkap)
978-602-244-980-5 (jil.2)
978-623-388-033-6 (PDF)



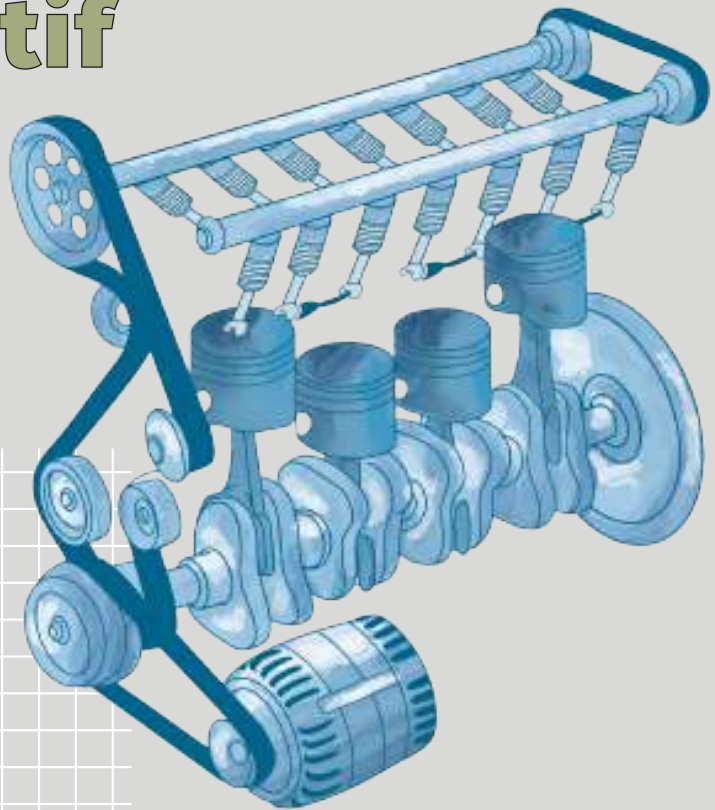
Bab 3

Komponen Otomotif



Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini, kalian diharapkan mampu: memahami komponen utama mesin otomotif, memahami komponen perlengkapan otomotif, dan memahami komponen tambahan otomotif.



**Apakah kalian tahu, nama-nama komponen pada kendaraan atau alat otomotif?
Lalu, ada berapa jumlahnya?**



PETA KONSEP

**Komponen
Utama Mesin
Otomotif**

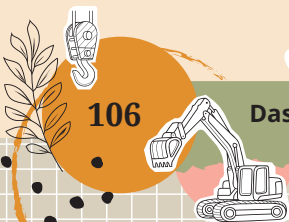
**Komponen
Perlengkapan
Otomotif**

**Komponen
Tambahhan
Otomotif**



Kata Kunci

**Mesin, Sasis, Bodi,
Kelistrikan, Otomotif**



Mesin otomotif merupakan mesin yang mengkonversi dari satu energi ke energi gerak. Saat ini yang umum digunakan adalah mengkonversi berbagai macam energi bahan bakar, baik bahan bakar padat, cair, maupun gas. Namun, pada akhir-akhir ini energi yang digunakan mulai beralih dari energi bahan bakar digantikan dengan energi listrik.

Mesin otomotif dapat digambarkan seperti tubuh manusia dalam mengkonversi bahan makanan menjadi energi. Mesin otomotif memerlukan beberapa komponen, sistem, dan alat untuk melakukan proses konversi energi, seperti proses memasukkan makanan ke mulut, proses pencernaan dan penyerapan nutrisi, serta proses pembuangan. Begitu juga pada mesin otomotif menggunakan beberapa komponen, sistem, dan alat untuk melakukan proses kerjanya sesuai dengan kebutuhan. Komponen otomotif secara garis besar dapat diklasifikasikan menjadi beberapa bagian di antaranya, komponen utama mesin, komponen perlengkapan otomotif, dan komponen tambahan otomotif.

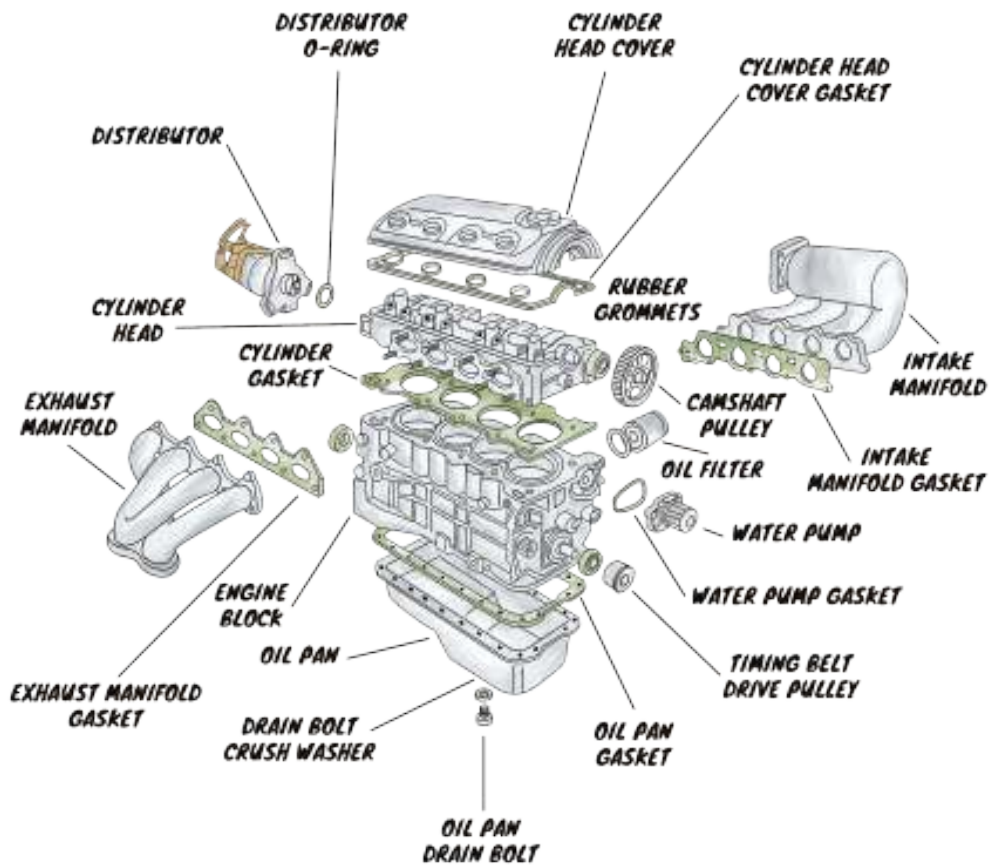


A. Komponen Utama Mesin Otomotif

1. Komponen Motor Bakar

Komponen utama mesin otomotif sangat banyak, tergantung dari model, jenis, dan sistem yang digunakan. Berikut ini adalah beberapa komponen utama pada mesin otomotif pembakaran dalam empat langkah (4 tak) pada mobil, antara lain seperti gambar bagian mobil berikut.



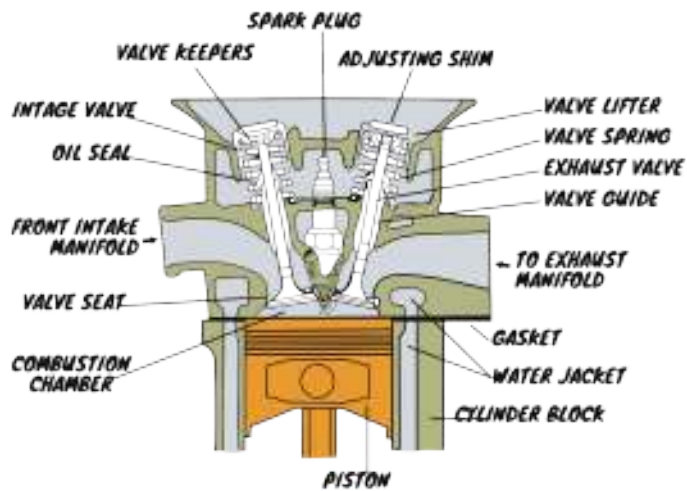


Gambar 3.1 Bagian Mesin Mobil

a. Kepala Silinder (*Cylinder Head*)

Kepala silinder merupakan komponen bagian atas dari mesin yang berfungsi untuk menutup bagian atas blok silinder. Kepala silinder mempunyai beberapa fungsi antara lain:

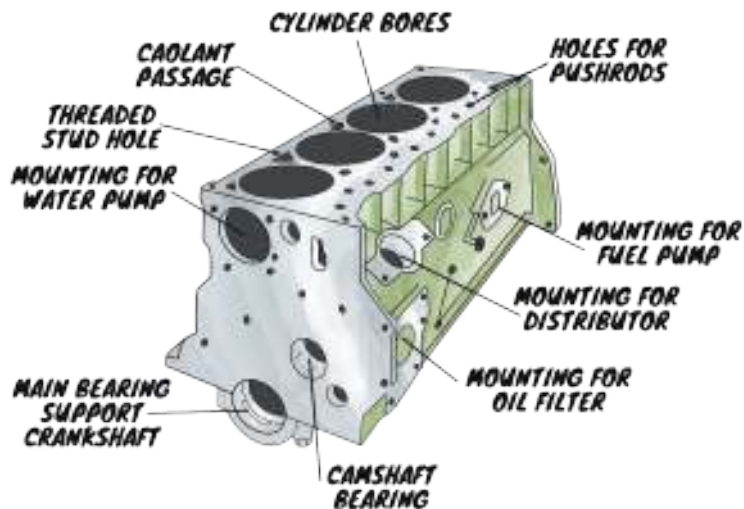
- Tempat kedudukan mekanisme katup;
- Tempat kedudukan saluran masuk udara dan bahan bakar (*intake manifold*);
- Tempat kedudukan saluran keluar sisa hasil pembakaran (*exhaust manifold*); dan
- Tempat kedudukan busi, bagian kepala silinder dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3.2 Bagian Kepala Silinder

b. Blok Silinder (*Cylinder Block*)

Blok silinder berfungsi sebagai tempat pergerakan torak naik turun dan sebagai tempat proses pembakaran bahan bakar. Blok silinder terdiri satu atau dua buah tabung pada sepeda motor. Namun, pada mobil terdapat beberapa tabung silinder yang dikelilingi mantel air pendingin (*water jacket*), dan konstruksi rangka di bagian luar sebagaiudukan komponen lain pada sistem otomotif. Berikut ini adalah gambar blok silinder pada mobil .

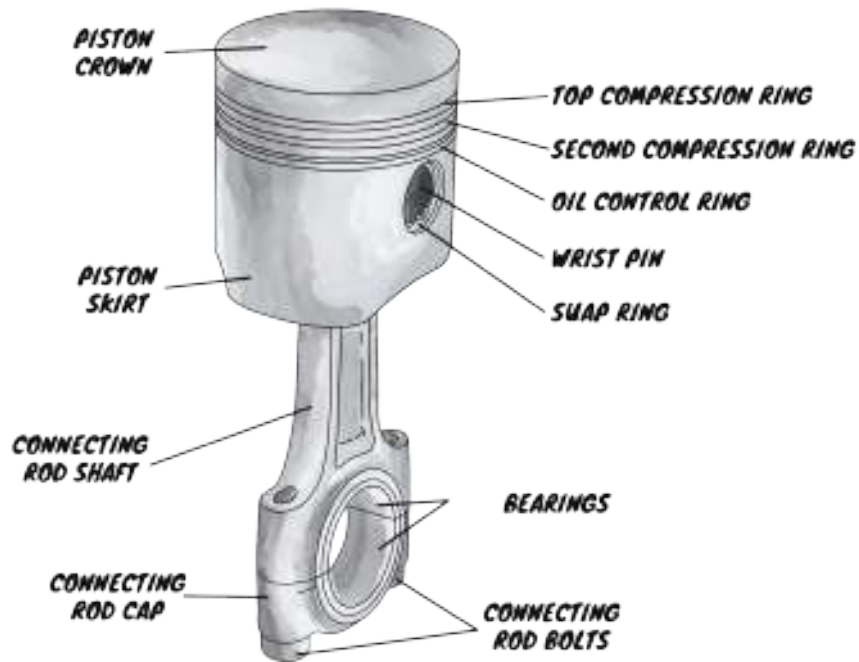


Gambar 3.3 Blok Silinder



c. Torak (Piston)

Piston merupakan komponen yang bergerak naik-turun atau bolak-balik di dalam silinder sehingga terjadi proses langkah hisap, langkah kompresi, langkah usaha, dan langkah buang atau dalam siklus motor bakar empat tak. Pergerakan *Piston* bolak-balik ini akan diteruskan ke batang *piston* (*connecting rod*). Berikut ini adalah gambar bagian dari torak.



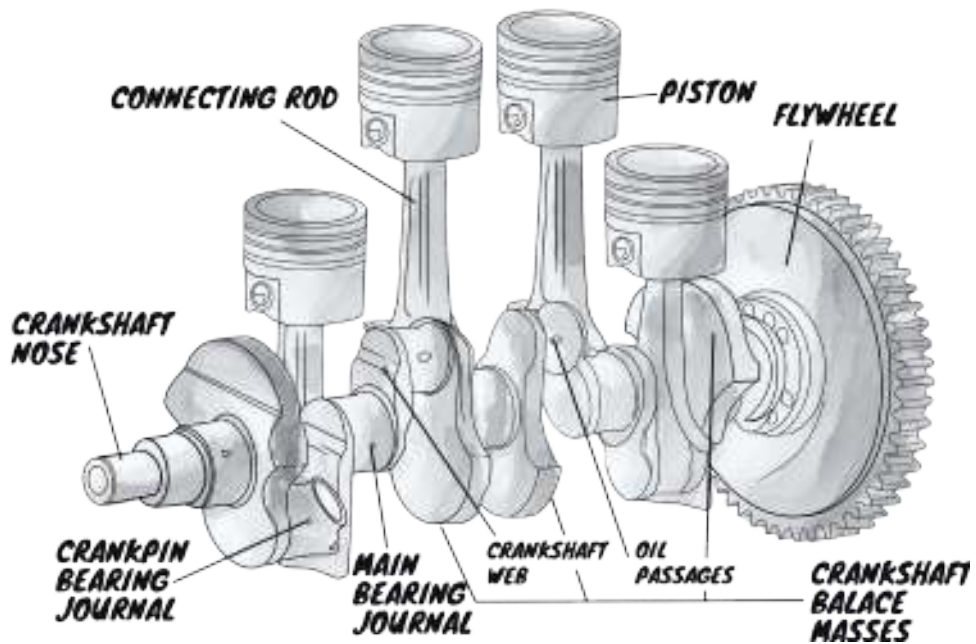
Gambar 3.4 Bagian Torak

d. Batang Piston (*Connecting Rod*)

Batang *piston* berfungsi untuk menghubungkan dan meneruskan gerakan bolak-balik *piston* ke poros engkol (*crankshaft*).

e. Poros Engkol (*Crankshaft*)

Poros engkol merupakan komponen yang mengubah gerakan bolak-balik batang torak menjadi gerakan putar. Berikut ini adalah gambar poros engkol.



Gambar 3.5 Poros Engkol

**f. Bak Engkol atau Oil Pan
(Crankcase)**

Bak engkol berfungsi sebagai komponen penutup bagian bawah mesin. Biasanya, terdapat tempat bak penampung oli. Berikut ini adalah gambar bak engkol.

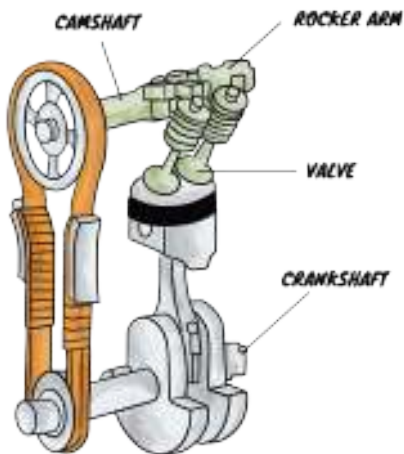


Gambar 3.6 Bak Engkol

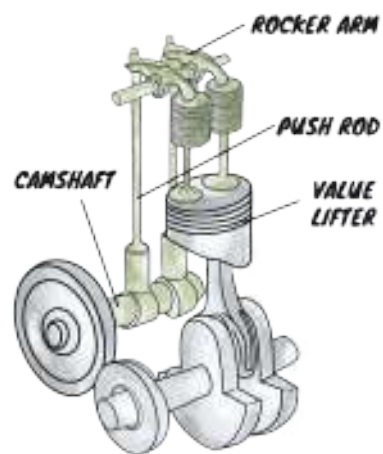
g. Katup (Valve)

Katup terdapat pada kepala silinder motor bakar empat tak. Pada motor bakar dua tak tidak memiliki mekanis katup yang berfungsi membuka dan menutup saluran masuk dan keluar pada silinder. Jenis mekanisme katup antara lain, *Overhead Valve* (OHV), *Overhead Camshaft* (OHC), dan *Double Overhead Camshaft* (DOHC). Berikut ini adalah gambar mekanisme katup.

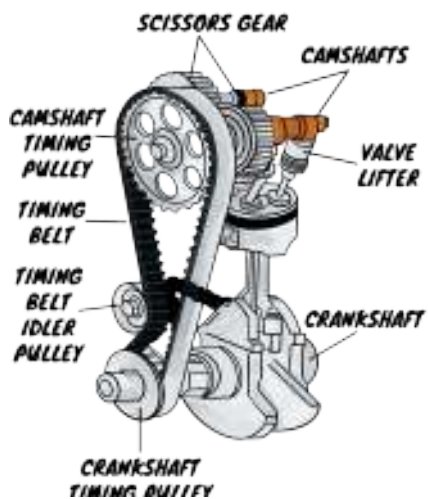




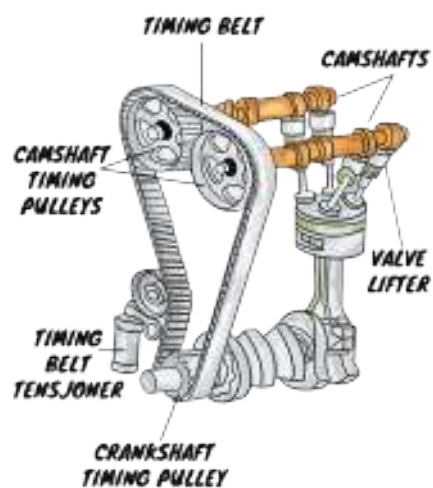
Overhead Cam (OHC)



Overhead Valve (OHV)



Compact DOHC



Double Overhead Cam (DOHC)

Gambar 3.7 Mekanisme Katup

h. Paking (Gasket)

Gasket berfungsi sebagai perapat pada sambungan kepala silinder dan blok silinder sehingga tidak terjadi kebocoran baik gas, air pendingin, atau oli pelumas. Berikut ini adalah gambar paking.



Gambar 3.8 Paking/Gasket

i. Roda Gaya (Flywheel)

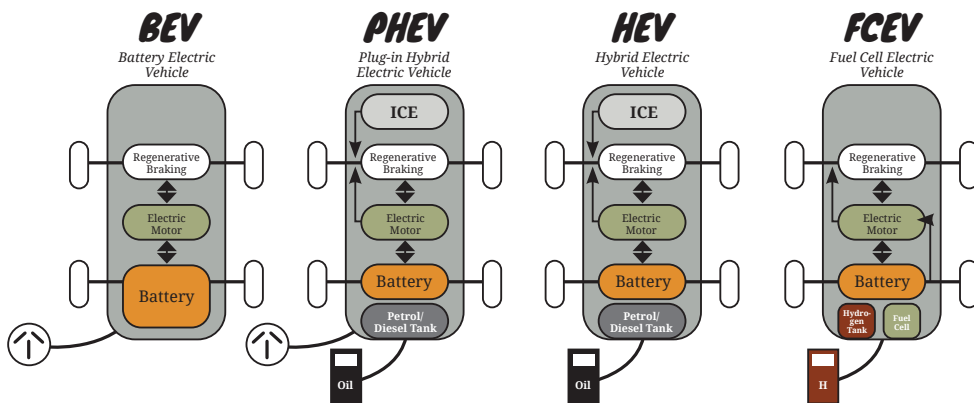
Roda gaya berfungsi sebagai penyeimbang putaran poros engkol. Berikut ini adalah gambar roda gaya.

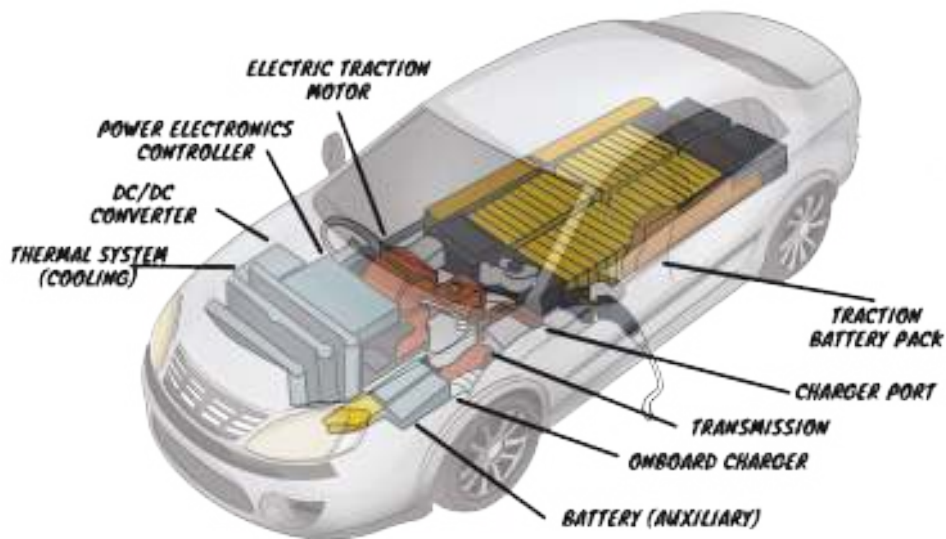


Gambar 3.9 Roda Gaya

2. Komponen Motor listrik

Motor listrik merupakan alat atau mesin konversi energi yang mengubah energi listrik menjadi energi gerak. Energi listrik yang digunakan pada kendaraan berasal dari baterai sebagai sumber energi listrik. Kemudian, energi tersebut akan dikonversikan atau diubah menjadi energi gerak oleh motor listrik. Contoh komponen motor listrik BEV pada mobil dapat dilihat pada gambar berikut ini.





Gambar 3.10 Komponen Mobil Listrik

Dari gambar di atas, komponen mobil listrik terdiri dari berbagai komponen yang mempunyai fungsi sebagai berikut.

a. Baterai Traksi (*Traction Battery Pack*)

Baterai traksi berfungsi sebagai sumber energi pada mobil yang dapat diisi ulang atau *rechargeable battery*, yang disusun sedemikian rupa sehingga menjadi paket baterai traksi.

b. Inverter Daya (*Power Inverter*)

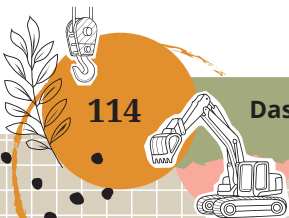
Komponen ini berfungsi sebagai pengubah arus dalam, hal ini merubah arus *direct current* (DC) ke arus *alternating current* (AC) yang digunakan untuk motor traksi. Komponen ini juga dapat mengubah arus AC yang dihasilkan dari proses pengeraman menjadi arus DC untuk pengisian (*recharge*) baterai.

c. Pengontrol (*Controller*)

Controller ini berfungsi sebagai pengendali atau pengatur arus listrik dari inverter ke motor traksi.

d. Motor Traksi (*Motor Traction*)

komponen ini yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik atau putaran.



e. Port Pengisi Daya (*Charger Port*)

Alat ini berfungsi untuk pengisian listrik baterai dan sebagai pengubah arus AC menjadi arus DC, sehingga listrik dapat disimpan pada baterai.

f. Transmisi (*Transmission*)

Komponen ini berfungsi untuk meneruskan putaran yang dihasilkan oleh motor traksi yang kemudian diteruskan ke roda.

g. Konverter (*Converter*)

Fungsi konverter ini adalah mengubah tegangan DC dari baterai menjadi tegangan DC yang lebih rendah untuk menjalankan aksesoris mobil listrik sekaligus mengisi daya pada *auxiliary* baterai.

h. Baterai Tambahan (*Auxiliary Baterai*)

Komponen ini menyediakan arus DC untuk menjalankan aksesoris pada mobil listrik, seperti alarm dan lampu.

i. Sistem Termal Pendingin (*Cooling Thermal System*)

Sistem termal pendinginan adalah sistem pendingin yang mempertahankan suhu operasi komponen mobil listrik, seperti motor traksi dan baterai.



**Aktivitas 3.1
Mandiri**

Setelah mempelajari komponen utama mesin otomotif, lakukan kegiatan berikut ini secara mandiri!

1. Lakukan pencarian pada buku manual servis atau pencarian melalui internet tentang hal-hal berikut.
 - a. Jelaskan bagian-bagian dari komponen utama mesin otomotif!
 - b. Apa fungsi dari bagian-bagian komponen utama mesin otomotif, baik motor bakar maupun motor listrik?

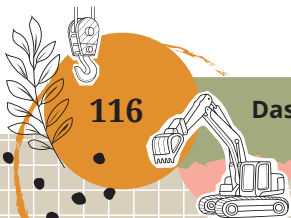


- c. Bagaimana cara kerja komponen utama mesin otomotif baik motor bakar maupun motor listrik?
 - d. Bagaimana cara melakukan pemeriksaan pada komponen utama mesin otomotif, baik motor bakar maupun motor listrik?
 - e. Potensi bahaya seperti apa yang mungkin terjadi pada saat melakukan pemeriksaan komponen utama mesin otomotif, baik motor bakar maupun motor listrik?
 - f. Jenis Alat Perlindungan Diri (APD) apa saja yang digunakan dalam proses pembongkaran, pemeriksaan, dan pemasangan kembali pada berbagai macam komponen perlengkapan otomotif?
2. Presentasikanlah hasil pekerjaan di hadapan teman dan guru!

Berilah tanda silang (×) pada salah satu pilihan pernyataan di bawah sesuai dengan yang kalian lakukan!

Saya mengerjakan aktivitas ini dengan:

- Menyontek pekerjaan teman
- Mengerjakan dengan bantuan banyak teman
- Mengerjakan dengan sedikit bantuan dari teman
- Mengerjakan sendiri tanpa bantuan dari teman





B. Komponen Perlengkapan Otomotif

Komponen perlengkapan otomotif merupakan komponen penunjang bekerjanya suatu mesin atau alat otomotif, sehingga dapat digunakan sebagaimana fungsinya. Jenis bahan bakar komponen perlengkapan otomotif meliputi komponen perlengkapan mesin, perlengkapan pemindah tenaga, komponen kelistrikan, perlengkapan *chassis* dan *body*, serta komponen tambahan.

1. Komponen Perlengkapan Mesin

Saat mesin bekerja harus ada komponen perlengkapan yang tergabung dalam beberapa sistem antara lain, komponen sistem bahan bakar, komponen sistem pelumasan, sistem pendinginan, serta sistem pemasukan dan pembuangan. Pada sistem bahan bakar terdapat beberapa jenis bahan bakar, misalnya bahan bakar bensin (*gasoline*), bahan bakar solar (*gasoil*), dan bahan bakar gas.

Berikut penjelasan komponen perlengkapan mesin.

a. Komponen Sistem Bahan Bakar (*Fuel System*)

Proses pembakaran terjadi apabila terdapat tiga unsur, yaitu bahan bakar, oksigen, dan panas. Bila salah satu dari unsur tersebut tidak ada, pasti tidak ada pembakaran.



Gambar 3.11 Segitiga Unsur Api

Sistem bahan bakar merupakan sistem yang mengatur dan mengolah kebutuhan bahan bakar pada mesin. Terdapat dua jenis sistem bahan bakar yang umum digunakan sesuai jenis bahan bakarnya, yaitu:

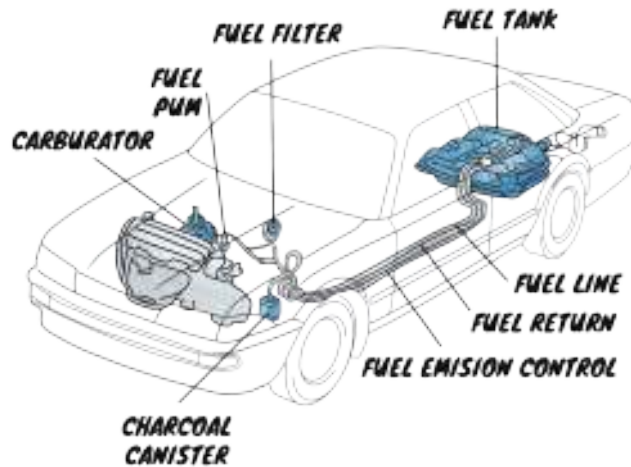
1) Sistem Bahan Bakar Bensin

Sistem bahan bakar bensin terdapat dua macam, yaitu sistem bahan bakar konvensional dan sistem bahan bakar injeksi. Berikut adalah penjelasan sistem bahan bakar tersebut.



a) Sistem bahan bakar konvensional

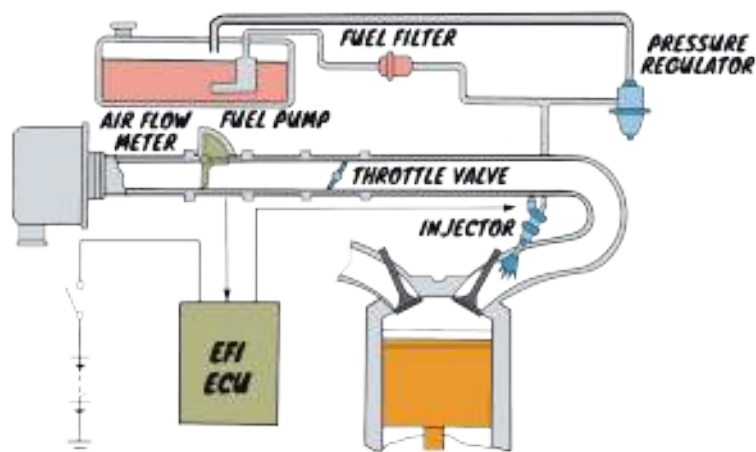
Sistem ini yang menyuplai bahan bakar pada kendaraan. Komponen sistem bahan bakar konvensional meliputi: tangki, pompa bahan bakar, saringan bahan bakar, dan karburator. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 3.12 Sistem Bahan Bakar Konvensional

b) Sistem bahan bakar injeksi

Sistem ini menyuplai campuran bahan bakar dan udara yang diatur secara elektronik. Berikut ini adalah gambar sistem bahan bakar tersebut.



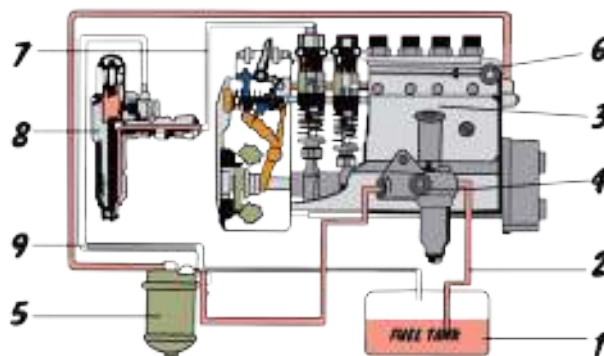
Gambar 3.13 Sistem Bahan Bakar Injeksi

2) Sistem Bahan Bakar Diesel

Salah satu perbedaan siklus motor bakar diesel dan siklus motor bakar bensin terletak pada langkah hisap, dimana pada motor bakar diesel hanya udara yang masuk ke dalam silinder untuk dikompresikan dengan tekanan 1,5-4 Mpa atau 15-40 bar. Proses pencampuran bahan bakar diesel dan udara dengan cara diinjeksikan dengan tekanan tinggi, yaitu sekitar 100-200 bar untuk dapat dikabutkan, sehingga mendapatkan pembakaran yang sempurna. Sistem bahan bakar diesel meliputi sistem pompa sebaris *inline*, sistem pompa distributor, dan sistem *common rail*.

a) Sistem Pompa Sebaris *Inline*

Sistem bahan bakar injeksi diesel tipe sebaris komponennya meliputi: tangki bahan bakar, pipa bahan bakar, pompa *priming*, pompa umpan, saringan bahan bakar, pompa bahan bakar, pipa injeksi, *injector*, dan pipa pengembali. Untuk lebih jelasnya lihatlah gambar berikut ini.



Keterangan:

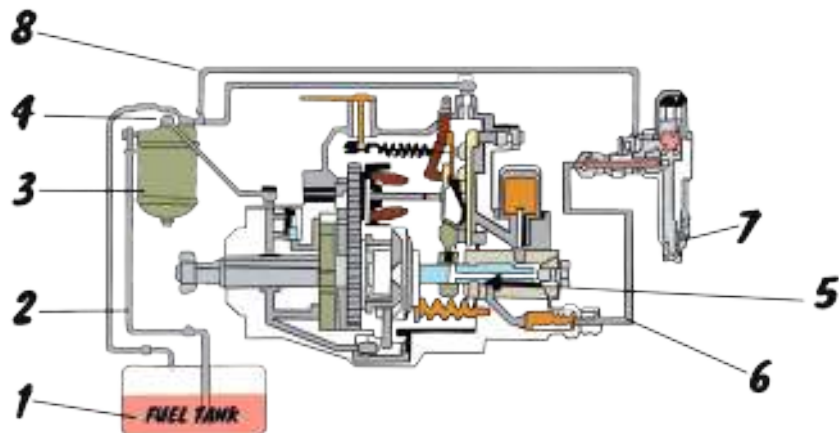
- | | |
|---|-------------------------------------|
| 1. Fuel Tank (tangki bahan bakar) | 6. Injection Pump (Pompa Injeksi) |
| 2. Fuel Line (pipa bahan bakar) | 7. Injection Pipe (Pipa Injeksi) |
| 3. Priming Pump (pompa <i>priming</i>) | 8. Injection Nozzles (Injektor) |
| 4. Feed Pump | 9. Over Flow Pipe (Pipa pengembali) |
| 5. Water Sedimenter dan Fuel Filter | |

Gambar 3.14 Sistem Pompa Sebaris/ *Inline*



b) Sistem Pompa Distributor

Sistem pompa distributor pada motor diesel mempunyai tekanan yang lebih rendah dari pada tipe sebaris, satu buah pompa distributor mendistribusikan menuju *injector* tiap silinder. Oleh karena itu, sistem pompa distributor banyak digunakan untuk motor diesel dengan kapasitas kecil dan sedang. Komponen sistem pompa distributor antara lain: tangki bahan bakar, pipa bahan bakar, saringan, pompa *priming*, pompa injeksi, pipa injeksi, *injector*, dan pipa pengembali. Pompa distributor dapat dilihat pada gambar berikut ini.



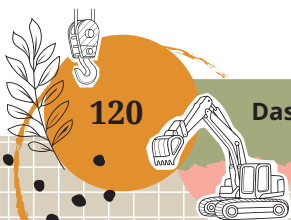
Keterangan:

- | | |
|---|-------------------------------------|
| 1. Fuel Tank (tangki bahan bakar) | 5. Injection Pump (Pompa Injeksi) |
| 2. Fuel Line (pipa bahan bakar) | 6. Injection Pipe (Pipa Injeksi) |
| 3. Water Sedimenter dan Fuel Filter | 7. Injection Nozzles (Injektor) |
| 4. Priming Pump (Pompa <i>priming</i>) | 8. Over Flow Pipe (Pipa pengembali) |

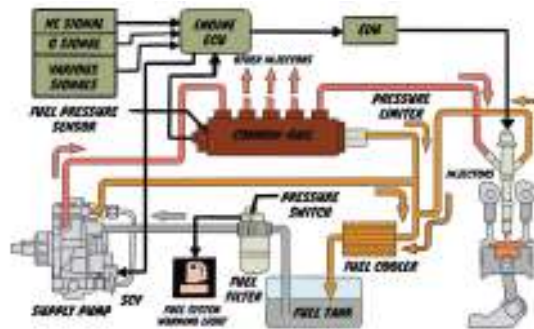
Gambar 3.15 Sistem Pompa Distributor

c) Sistem *Common Rail*

Sistem *common rail* adalah sistem bahan bakar diesel dimana proses injeksi dikendalikan dan dikontrol dengan cara elektronik. Sistem ini terdiri dari berbagai



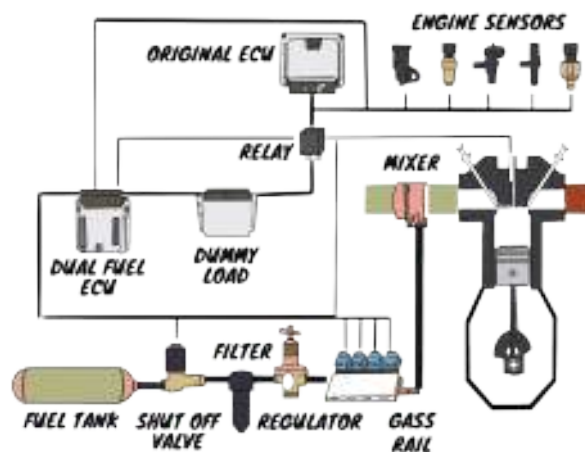
komponen, yaitu tangki bahan bakar, saringan, pompa suplai bahan bakar, pompa bertekanan, pipa *rail*, katup tekanan, *injector*, *electronic driver control* (EDU), dan sensor-sensor. Contoh sistem *common rail* dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3.16 Sistem Common Rail

3) Sistem Bahan Bakar Gas

Bahan bakar gas yang digunakan pada kendaraan bidang otomotif terdapat beberapa jenis di antaranya: *liquefied natural gas* (LNG), *compressed natural gas* (CNG), dan *liquefied petroleum gas* (LPG). Dari jenis gas tersebut yang umum digunakan pada kendaraan dan alat otomotif adalah jenis CNG. Komponen BBG-CNG pada kendaraan dapat dilihat pada gambar berikut ini.

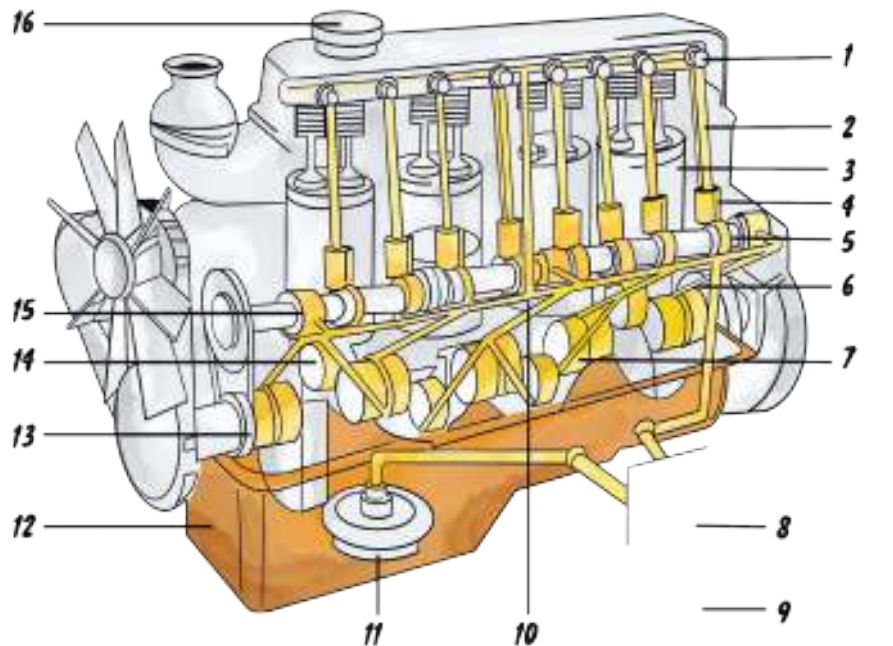


Gambar 3.17 Sistem Bahan Bakar Gas



b. Komponen Pelumasan (*Lubrication System*)

Mesin otomotif terbuat dari bagian-bagian logam yang bergerak. Dalam bekerjanya, terjadi gesekan antara bagian-bagian mesin sehingga terjadi keausan. Sistem pelumas merupakan sistem yang mengatur oli pelumas membentuk lapisan pada bagian komponen. Bagian tersebut dapat bergerak sehingga mengurangi gesekan, panas, dan keausan. Berikut ini adalah gambar prinsip kerja dari sistem pelumas.



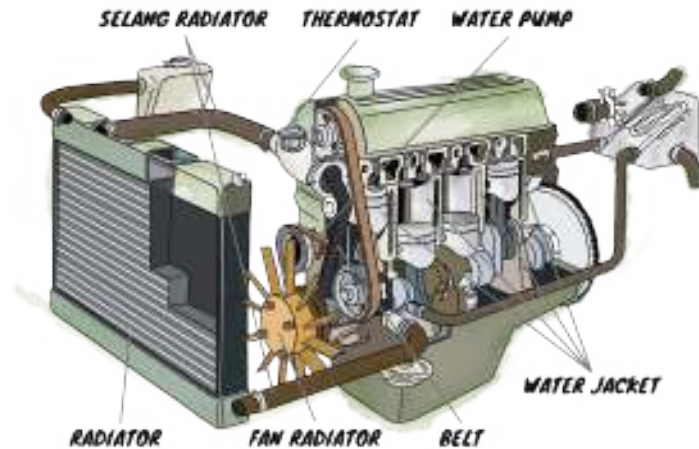
Keterangan:

- | | | |
|------------------------------|---|--|
| 1. Valve Rocker | 7. Crankshaft Drillings | 11. Sumo Strainer |
| 2. Push Bold | 8. Oil Pump Forces Oil Under Pressure to Filter, Main Bearings and Others Parts | 12. Oil Pain (Sump) |
| 3. Cylinder | 9. Oil FIlter | 13. Big-end Bearing |
| 4. Tappet | 10. Main Oil Gallery | 14. Cranksharft Connecting Rod Bearing |
| 5. Cam | | 15. Camshaft Bearing |
| 6. Feed to The Main Bearings | | 16. Oil FIlL Part |

Gambar 3.18 Prinsip Kerja dari Sistem Pelumas

c. Komponen Pendinginan (*Cooling System*)

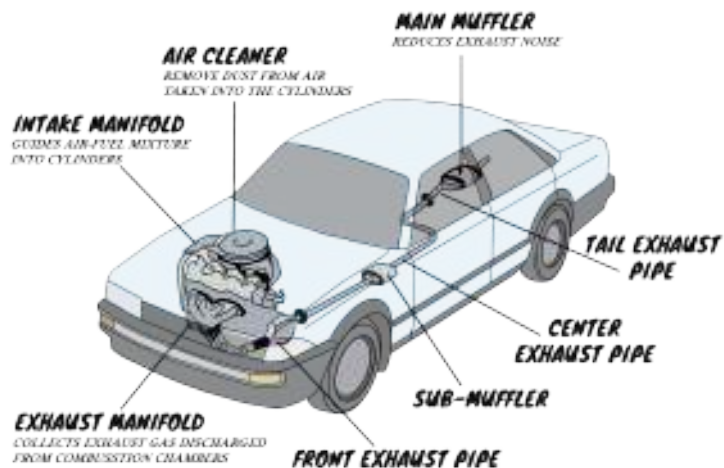
Sistem pendingin berfungsi sebagai pengontrol suhu mesin. Suhu kerja mesin biasanya antara 80^o C sampai 95^o C. Berikut ini adalah gambar prinsip sistem kerja sistem pendingin.



Gambar 3.19 Prinsip Kerja dari Sistem Pendingin

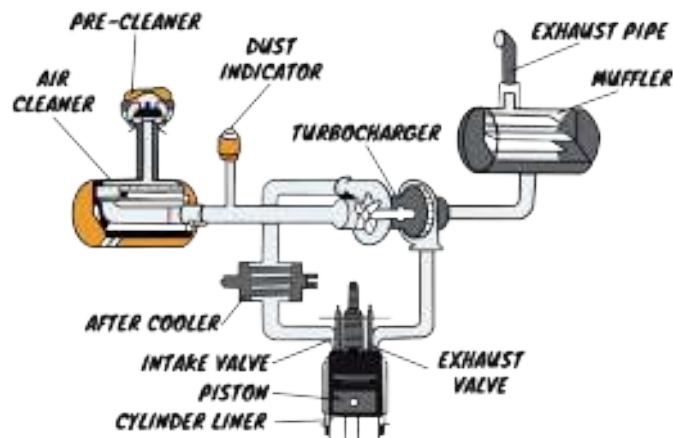
d. Pemasukan dan Pembuangan (*Intake dan Exhaust*)

Sistem pemasukan terdapat saringan untuk membersihkan udara dari kotoran sebelum masuk ke dalam silinder bersama bahan bakar. Sistem pembuangan menyaring gas sisa hasil pembakaran dan menyerap suara pada *muffler*. Berikut ini adalah gambar sistem pemasukan dan sistem pembuangan.



Gambar 3.20 Komponen Sistem Pemasukan dan Pembuangan





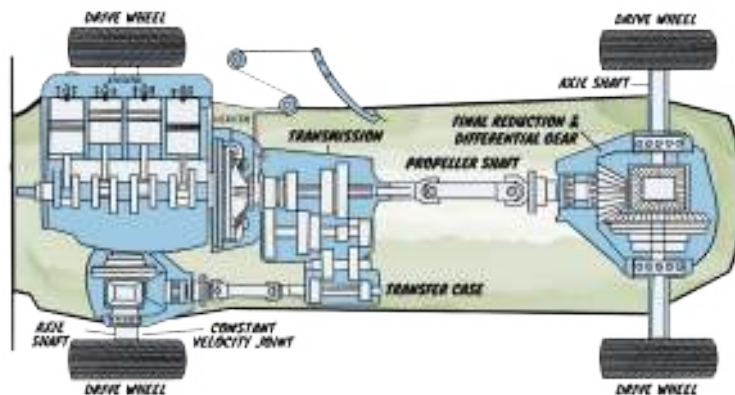
Gambar 3.21 Komponen Pemasukan dan Pembuangan dengan Turbo

2. Komponen Perlengkapan Pemindah Tenaga (Drive Train)

Komponen perlengkapan pemindah tenaga terdapat tiga macam, yaitu komponen pemindah tenaga mobil, komponen pemindah tenaga sepeda motor, komponen pemindah tenaga alat berat. Berikut ini penjelasan komponen tersebut.

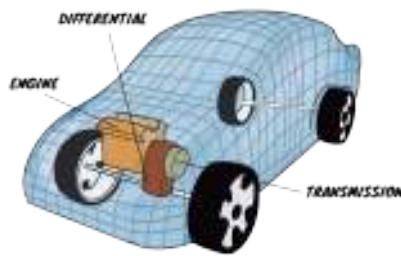
a. Komponen Pemindah tenaga Mobil

Pemindah tenaga merupakan serangkaian komponen yang mengelola putaran dari mesin sampai ke roda-roda. Komponen pemindah tenaga, seperti kopling, transmisi, poros *propeller*, *differential*, poros roda, dan roda. Agar lebih jelas lihatlah gambar berikut ini.

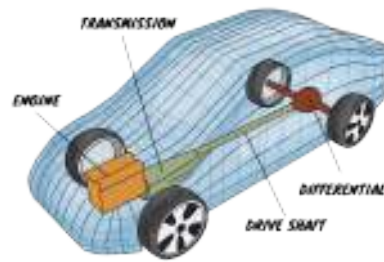


Gambar 3.22 Komponen Pemindah Tenaga pada Mobil

Komponen pemindah tenaga tergantung pada sistem penggerak yang digunakan pada kendaraan tersebut, misalnya *front engine rear drive* (FR), *front engine front drive* (FF), *midship engine rear drive* (MR), dan *four wheel drive* (FWD). Berikut ini adalah gambar komponen tersebut.



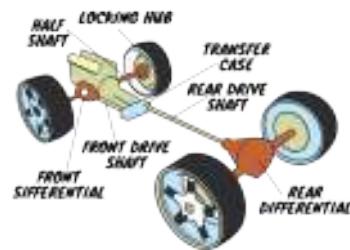
Sistem Penggerak Tipe FR



Sistem Penggerak Tipe FF



Sistem Penggerak Tipe MR



Sistem Penggerak Tipe FWD

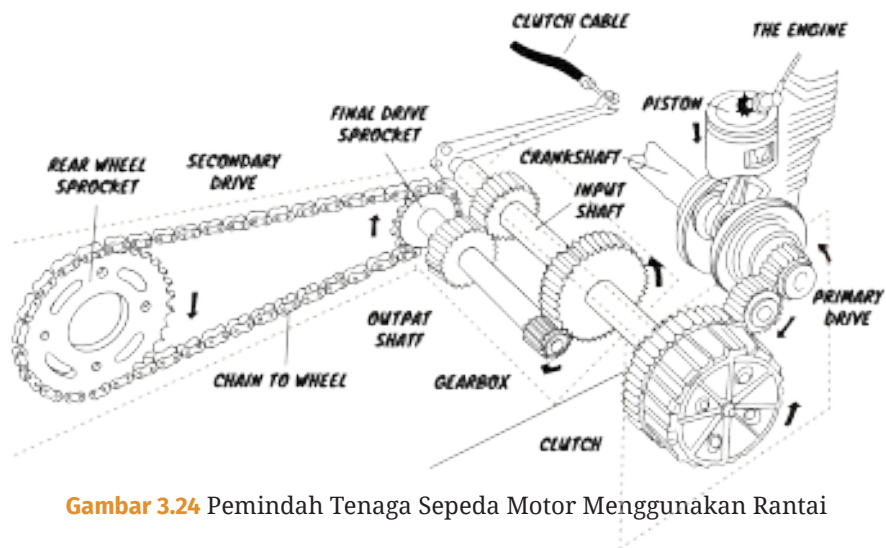
Gambar 3.23 Jenis Pemindah Tenaga

b. Komponen Pemindah Tenaga Sepeda Motor

Pemindah tenaga pada sepeda motor yang umum saat ini terdapat dua jenis, yaitu menggunakan rantai yang dikenal transmisi manual, dan menggunakan sabuk atau dikenal dengan istilah *matic*.

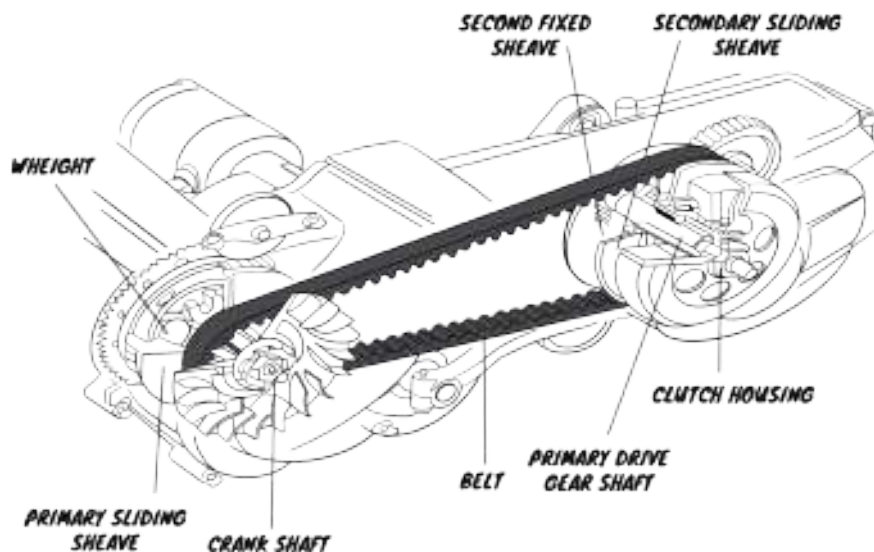
Pada sepeda motor, transmisi manual aliran tenaga dari motor bakar akan diteruskan ke kopling, yang berfungsi untuk menghubungkan dan memutus putaran menuju transmisi. Di dalam transmisi putaran diolah untuk meningkatkan torsi maupun kecepatan, setelah dari transmisi akan diteruskan ke poros gigi sproket depan yang kemudian diteruskan oleh rantai ke gigi roda belakang. Untuk lebih jelasnya seperti pada gambar berikut ini.



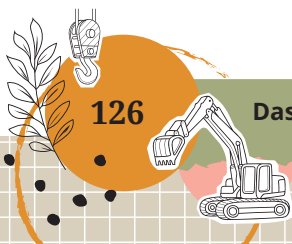


Gambar 3.24 Pemindah Tenaga Sepeda Motor Menggunakan Rantai

Pada pemindahan tenaga sepeda motor matik, tenaga dari motor bakar akan diteruskan menuju kopling *sentrifugal* pada puli utama sekaligus pengaturan peningkatan torsi dan kecepatan. Hal tersebut terjadi pada perubahan puli utama dan puli sekunder. Putaran pada puli utama akan diteruskan menuju puli sekunder dengan perantara sabuk. Agar lebih jelas seperti lihatlah gambar berikut ini.

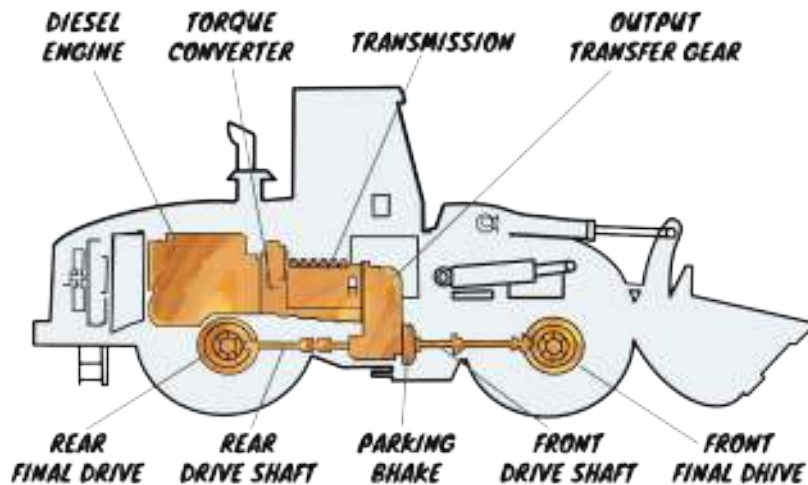


Gambar 3.25 Pemindah Tenaga Sepeda Motor Matik



c. Komponen Pemindah Tenaga Alat Berat

Komponen pemindah tenaga pada alat berat sangat bervariasi sesuai dengan fungsinya masing-masing. Berikut ini contoh sistem pemindah tenaga pada salah satu alat berat.



Gambar. 3.26 Pemindah Tenaga Alat Berat

Tenaga yang dihasilkan dari motor bakar diteruskan ke pengubah torsi (*Torque Converter*), torsi akan dinaikan sesuai dengan kebutuhan. Torsi yang sudah dilipat gandakan tersebut, kemudian disalurkan menuju transmisi untuk pengaturan kecepatan dan mengatur arah putaran. Selanjutnya, putaran tersebut diteruskan ke poros menuju ke depan dan belakang untuk menggerakkan roda.

3. Komponen Perlengkapan Chasis dan Body

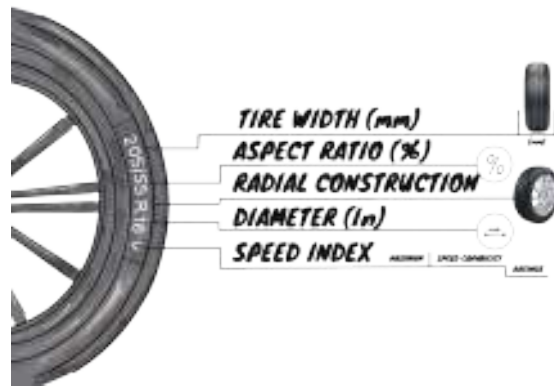
Komponen Perlengkapan *Chasis* dan *Body* merupakan komponen yang berhubungan dengan kenyamanan terhadap berbagai kondisi saat berjalan. Komponen perlengkapan *chasis* dan *body* dipaparkan berikut ini.

a. Komponen Roda (*Wheel*)

Komponen roda merupakan komponen yang berfungsi sebagai tumpuan atau menopang beban kendaraan secara vertikal



maupun horizontal. Roda juga berfungsi untuk meredam kejutan yang timbul karena permukaan jalan yang tidak rata. Roda pada kendaraan yang umum digunakan terdiri dari pelek dan ban, seperti pada gambar di bawah ini.



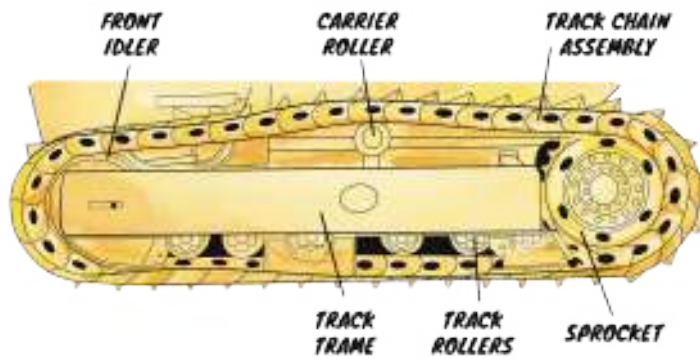
Gambar 3.27 Kode Ban



Gambar 3.28 Pelek Roda

b. Komponen Kaki Beroda Alat Berat (*Undercarriage*)

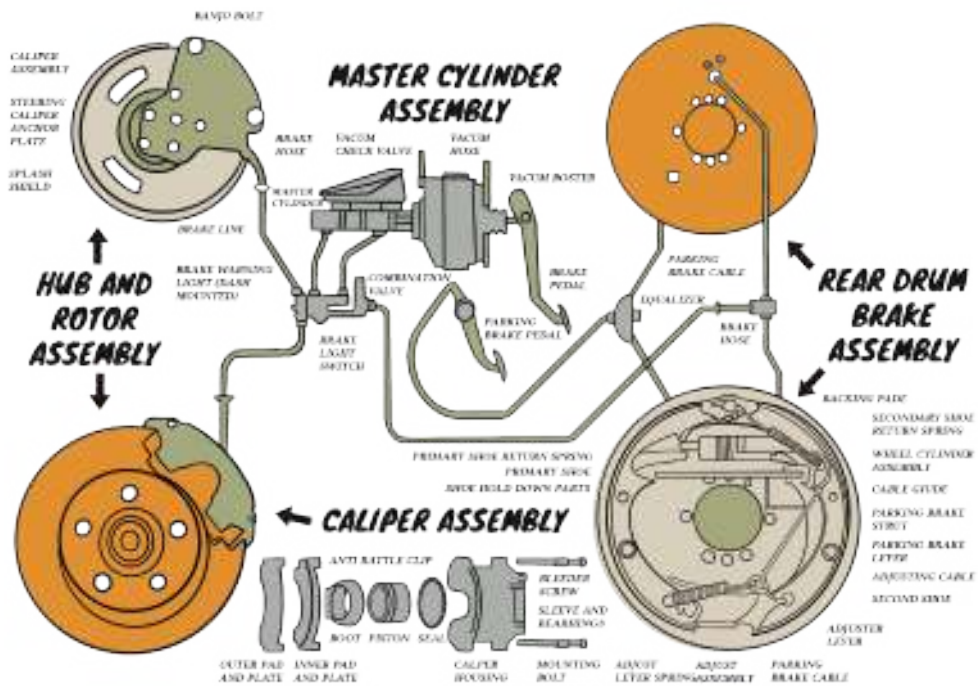
Komponen ini mempunyai fungsi hampir sama dengan roda, yaitu sebagai penopang alat sekaligus sebagai penggerak yang bersinggungan langsung dengan permukaan tanah. Beberapa contoh komponen *undercarriage*, antara lain: *Front idler*, *Carrier roller*, *Track chain assembly*, *Track frame*, *Track Roller Sprocket*, dan lain sebagainya. Agar lebih jelas lihatlah gambar berikut ini.



Gambar 3.29 Komponen Undercarriage

c. Komponen Sistem Rem (Brake System)

Rem berfungsi untuk mengurangi kecepatan laju kendaraan dan menghentikan kendaraan. Sistem rem ini bekerja merubah energi kinetik menjadi energi panas. Energi panas yang terjadi akibat dari gesekan antara komponen cakram atau tromol dengan kampas rem. Contoh komponen sistem rem dapat dilihat pada gambar berikut ini.

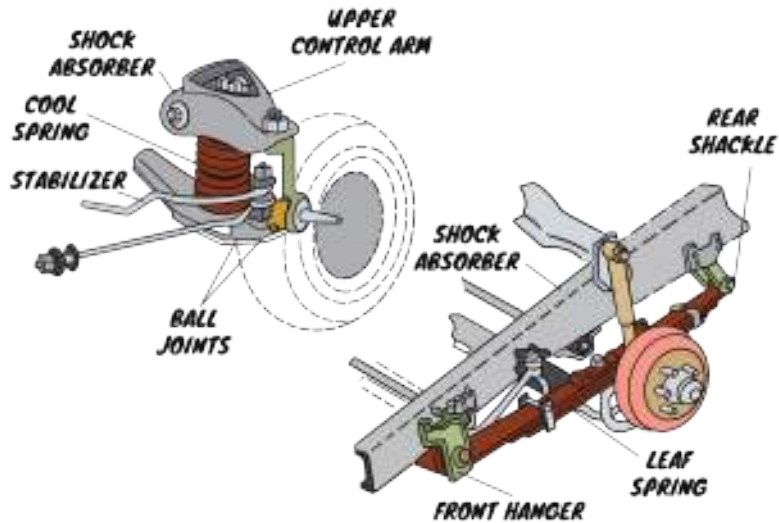


Gambar 3.30 Sistem Rem

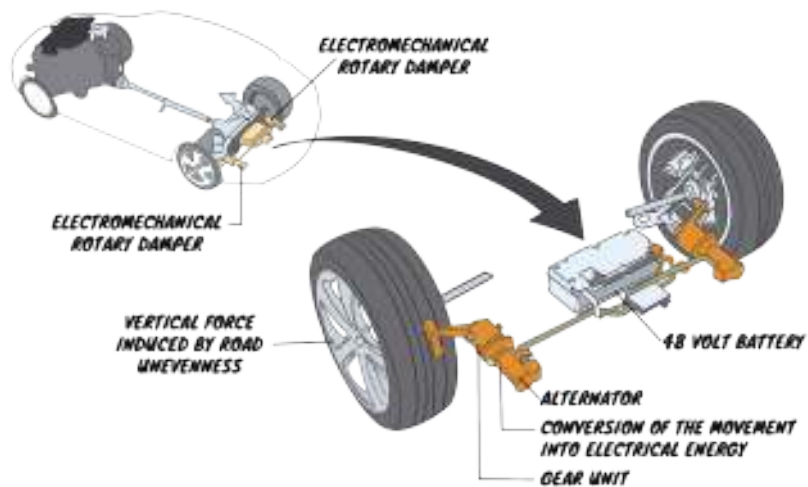


d. Komponen Sistem Suspensi (*Suspension System*)

Komponen sistem suspensi berfungsi menyerap kejutan dan getaran akibat permukaan jalan yang tidak rata sehingga menambah kenyamanan dan kestabilan berkendara serta menopang beban kendaraan. Contoh komponen sistem suspensi dapat dilihat pada gambar berikut ini.



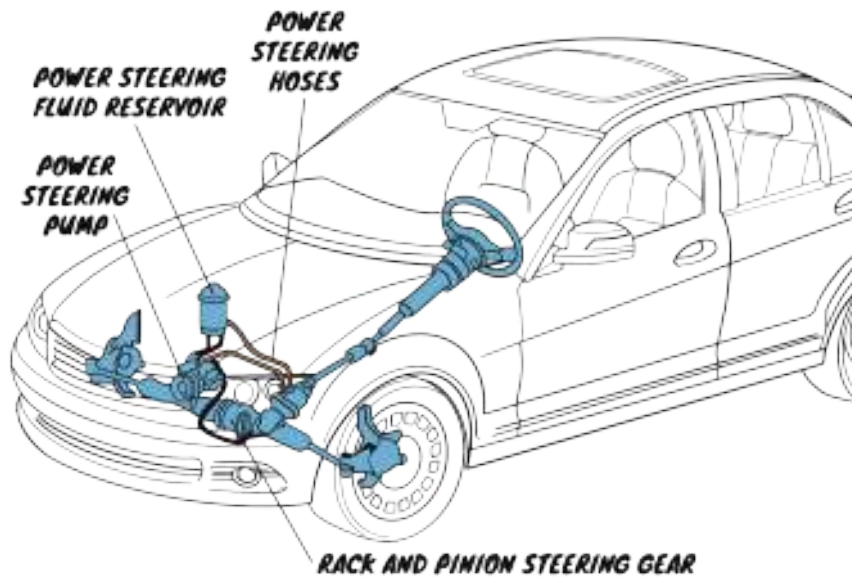
Gambar 3.31 Sistem Suspensi Manual



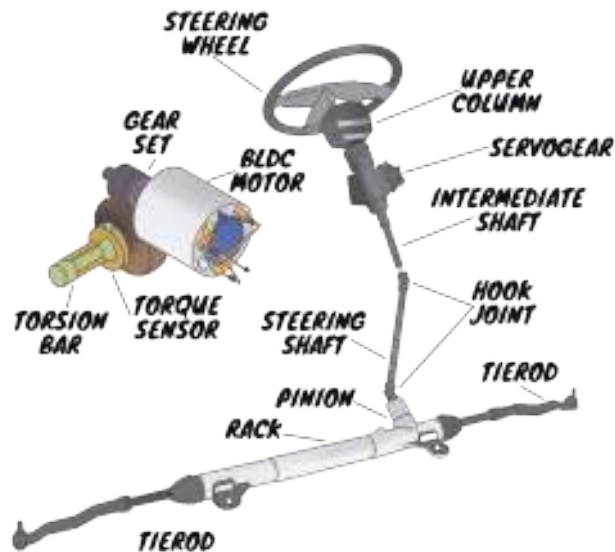
Gambar 3.32 Sistem Suspensi Elektronik

e. Komponen Sistem Kemudi (*Steering System*)

Sistem kemudi berfungsi untuk mengatur, mengarahkan, dan mengubah arah gerakan kendaraan dengan cara membelokkan roda. Komponen sistem kemudi dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 3.33 Kemudi Tenaga Hidrolik

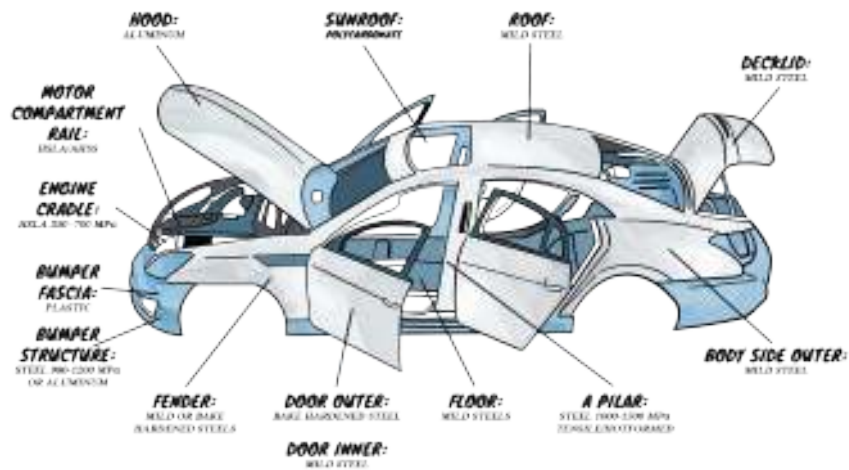


Gambar 3.34 Sistem Kemudi Elektrik

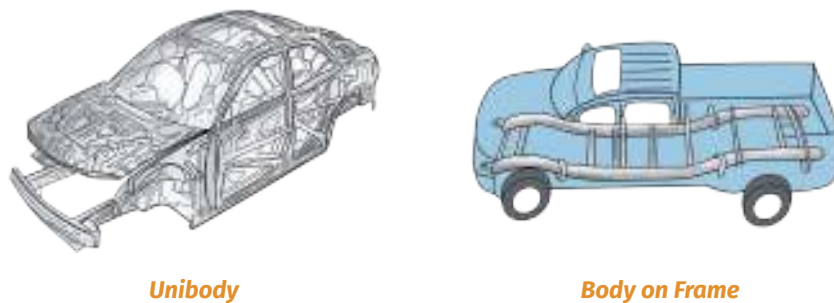


f. Rangka dan Bodi (*Frame and Body*)

Rangka berfungsi sebagai penopang dan tempat dudukan komponen mesin serta komponen pemindah tenaga. *Body* melindungi bagian dalam kendaraan dari panas dan hujan. Contoh bagian *body* pada mobil seperti pada gambar berikut ini.



Gambar 3.35 Rangka



Unibody

Body on Frame

Gambar 3.36 Bodi pada mobil

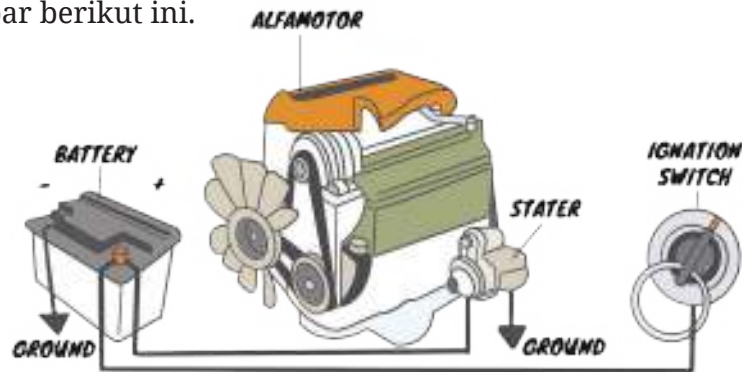
4. Komponen Perlengkapan Kelistrikan

Komponen kelistrikan berfungsi sebagai penyedia arus listrik untuk digunakan berbagai keperluan pada kendaraan. Komponen perlengkapan listrik antara lain sebagai berikut.

a. Komponen Sistem Starter (*Starter System*)

Komponen sistem starter digunakan untuk memudahkan dalam menggerakkan siklus motor bakar. Caranya adalah merubah

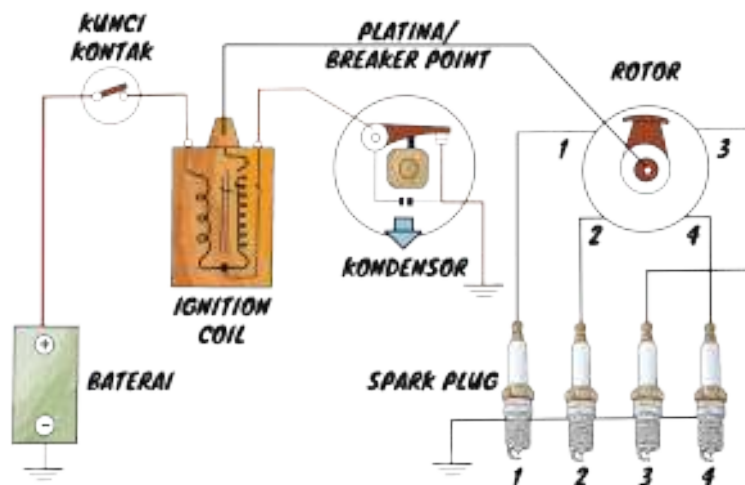
energi listrik baterai menjadi energi gerak agar dapat memutar poros engkol. Contoh komponen sistem starter seperti pada gambar berikut ini.



Gambar 3.37 Sistem Starter

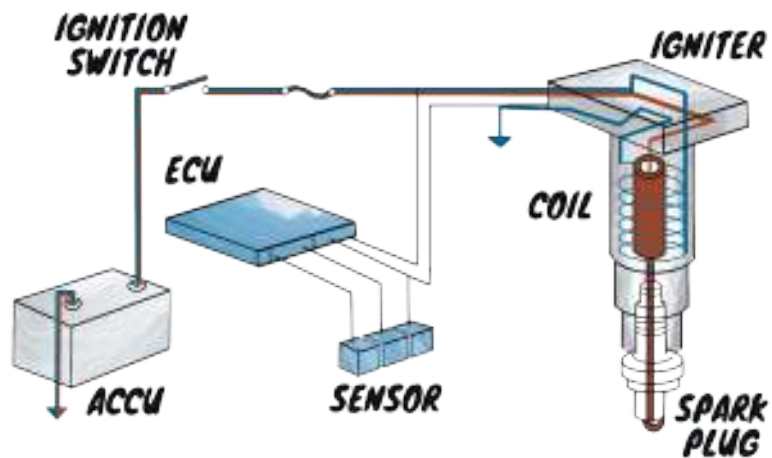
b. Komponen Sistem Pengapian (*Ignition System*)

Pada motor bakar bensin memerlukan percikan bunga api untuk proses pembakarannya. Komponen ini menaikan tegangan arus listrik dari baterai untuk menghasilkan percikan bunga api, sehingga bahan bakar bensin dapat terbakar sempurna dan menghasilkan tenaga. Sistem pengapian saat ini terdapat dua jenis, yaitu sistem pengapian mekanik atau konvensional dan sistem pengapian elektronik. Contoh komponen sistem pengapian dapat dilihat pada gambar berikut ini



Gambar 3.38 Sistem Pengapian Konvensional

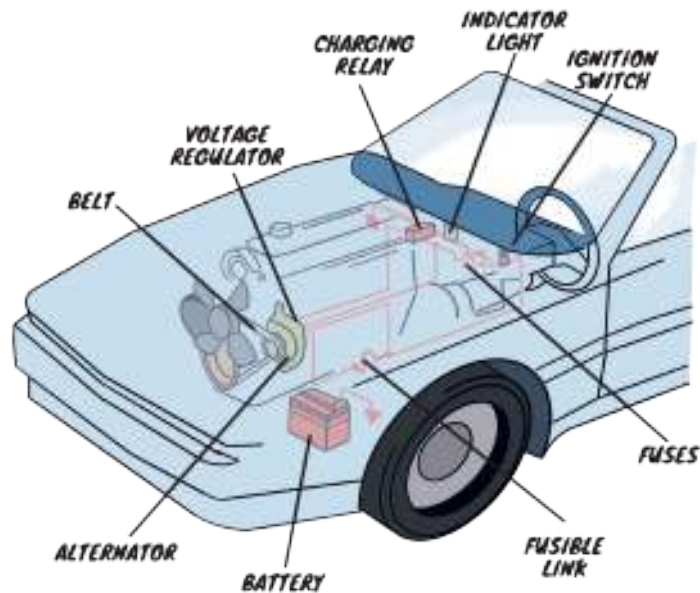




Gambar 3.39 Sistem Pengapian Elektronik

c. Komponen Sistem Pengisian (*Charging System*)

Komponen sistem pengisian merupakan komponen yang merubah energi mekanik dari mesin menjadi energi listrik. Tujuannya adalah untuk pengisian baterai dan keperluan komponen kelistrikan lain pada kendaraan. Contoh komponen sistem pengisian dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3.40 Sistem Pengisian

d. Komponen Sistem lampu dan Tanda (*Lighting & Signal System*)

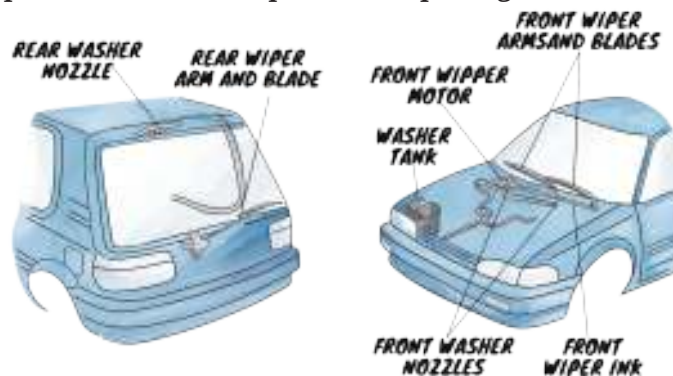
Komponen sistem lampu dan tanda merupakan komponen yang memberikan cahaya pada malam hari dan memberikan isyarat lebar kendaraan serta isyarat pada saat kendaraan akan berbelok. Contoh komponen sistem lampu dan tanda pada kendaraan seperti pada gambar berikut



Gambar 3.41 Sistem Lampu Penerangan

e. Komponen Sistem Pembersih Kaca (*Wiper and Washer*)

Komponen ini berfungsi untuk membersihkan kaca bagian depan dan belakang dari kotoran, debu, air hujan, dan benda lainnya yang menghalangi pandangan pengemudi. Contoh komponen sistem pembersih kaca dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 3.42 Sistem Pembersih Kaca





Aktivitas 3.2 Mandiri

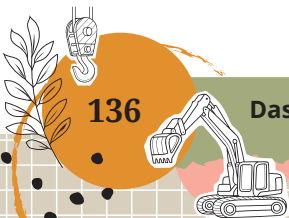
1. Lakukan pencarian pada berbagai sumber buku, manual *service*, atau pencarian melalui internet tentang hal-hal berikut.
 - a. Jelaskan bagian-bagian dari berbagai macam komponen perlengkapan otomotif?
 - b. Apa saja fungsi bagian-bagian dari berbagai macam komponen perlengkapan otomotif?
 - c. Bagaimana cara kerja dari berbagai macam komponen perlengkapan otomotif?
 - d. Bagaimana cara pembongkaran, pemeriksaan, dan pemasangan kembali pada berbagai macam komponen perlengkapan otomotif?
2. Apa saja potensi bahaya yang terjadi dalam proses pembongkaran, pemeriksaan, dan pemasangan kembali pada berbagai macam komponen perlengkapan otomotif?
3. Apa saja jenis Alat Perlindungan Diri (APD) yang digunakan dalam proses pembongkaran, pemeriksaan, dan pemasangan kembali pada berbagai macam komponen perlengkapan otomotif?

Kerjakan tugas aktivitas 3.2 ini pada buku tugas!

Berilah tanda silang (×) pada salah satu pilihan pernyataan di bawah sesuai dengan yang kalian lakukan!

Saya mengerjakan aktivitas ini dengan:

- Menyontek pekerjaan teman
- Mengerjakan dengan bantuan banyak teman
- Mengerjakan dengan sedikit bantuan dari teman
- Mengerjakan sendiri tanpa bantuan dari teman

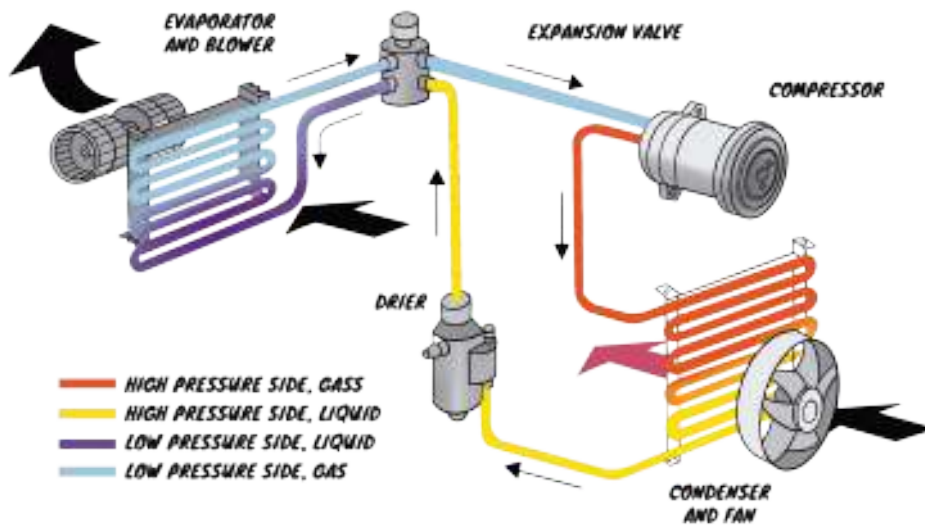




C. Komponen Tambahan Otomotif

1. Komponen Sistem Pengkondisian Udara (*Air Conditioner*)

Sistem pengkondisian udara atau *air conditioner* (AC) berfungsi untuk mengatur suhu udara pada kendaraan, sehingga udara di dalam kendaraan terasa nyaman. Beberapa contoh komponen sistem AC dapat dilihat pada gambar berikut ini.

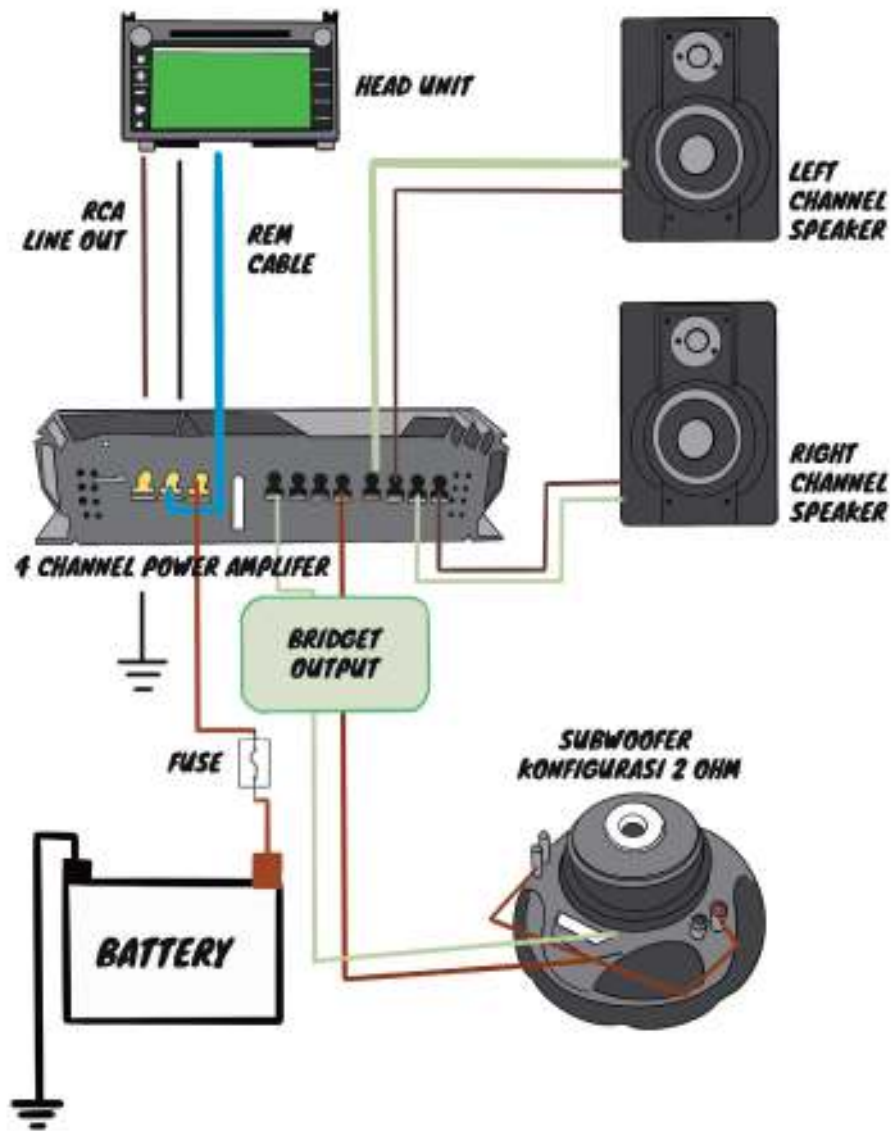


Gambar 3.43 Sistem Pengkondisian Udara

2. Komponen Sistem Audio-Video

Komponen sistem audio-video merupakan komponen hiburan untuk memenuhi kebutuhan dalam hal kenyamanan pengemudi dan penumpangnya, misalnya dapat mendengarkan musik, menonton film. Contoh beberapa komponen dari sistem audio-video pada kendaraan dapat dilihat pada gambar berikut ini.





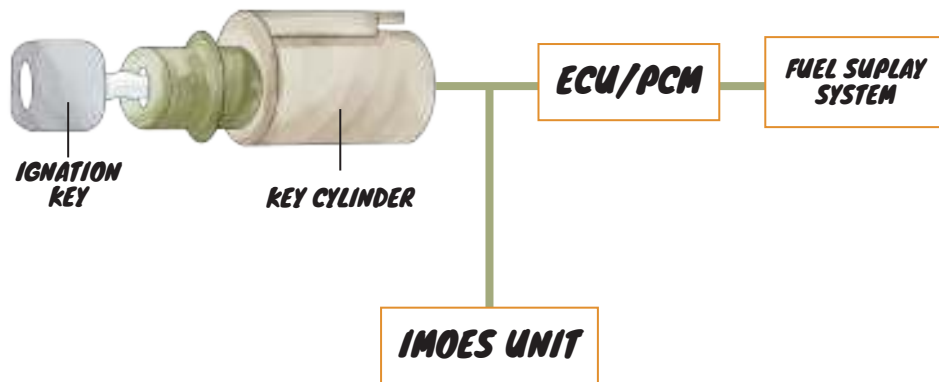
Gambar 3.44 Sistem Audio-Video

3. Komponen Sistem *Immobilizer* dan *Keyless*

Kendaraan biasanya menggunakan kunci kontak untuk melakukan pengamanan. Setiap kunci kontak kendaraan memiliki *pattern* berbeda-beda. Dalam perkembangannya, kunci kontak dapat diberi

sistem pengaman dengan menggunakan komponen elektronik sehingga anak kunci kontak hanya terdapat satu saja yang dapat digunakan. Komponen tersebut adalah sistem *immobilizer*, yaitu sistem yang dapat melumpuhkan kendaraan pada saat kunci kontak yang digunakan bukan kunci aslinya.

penggunaan *immobilizer* dan *key less* merupakan hal yang berbeda namun saling melengkapi untuk keamanan kendaraan. Kalian dapat mencari fungsi dan cara kerja *smart key* dan *immobilizer* sesuai dengan jenis dan merek kendaraan tersebut melalui internet. Contoh komponen *immobilizer* dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 3.45 Sistem Immobilizer

4. Sistem Internet Of Vehicle (IoV)

Internet of Vehicles atau IoV merupakan bentuk evolusi yang terjadi dari sebuah teknologi yang lama atau konvensional. Evolusi yang terjadi memungkinkan untuk penggunaan sistem *Global Positioning System* (GPS), rem, sensor, dan sistem *entertainment*.

Kebutuhan untuk melakukan komunikasi sangatlah penting diperhatikan dan akan membuat adanya interkoneksi antar kendaraan dengan adanya sistem IoV, memungkinkan kendaraan dapat berjalan tanpa adanya supir, karena sudah terhubung dengan koneksi internet GPS.

IoV menjadi sebuah platform dari sistem sensor dalam mobil yang tugasnya untuk menyerap berbagai informasi yang berasal



dari lingkungan, pengemudi, dan kendaraan yang lain. IoV akan membuat sistem navigasi berkendaraan menjadi lebih aman, sehingga sistem navigasi IoV akan menginformasikan dan mengarahkan jalur yang akan di tempuh sehingga perjalanan akan semakin lancar.

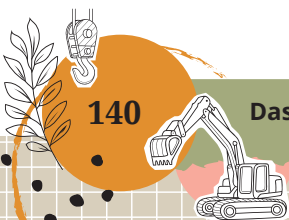
Secara umum, IoV menjadi jaringan yang ada di dalam mobil yang saling berhubungan atau berkomunikasi satu sama lain. Komunikasi akan terjalin antara kendaraan dengan semua hal yang ada di sekelilingnya menggunakan perangkat yang cerdas.

Mobil yang sudah modern biasanya sudah memiliki atau diisi dengan 100 juta kode *software*, hal ini membutuhkan teknik dan manajemen pengkodean tingkat lanjut. IoV telah memakai jenis interkoneksi yang dipadukan dengan perangkat cerdas, sehingga sangat canggih.



Gambar 3.46 *Internet of Vehicle*

IoV memiliki konektivitas yang memungkinkan produsen untuk melakukan identifikasi cacat pada sebuah produk dan bisa mengoptimalkan keandalan. Dengan melakukan pemeliharaan prediktif, teknologi ini akan meminimalkan risiko kerusakan atau kondisi yang darurat. Teknologi ini juga dapat membuat para produsen bisa menjual versi perangkat lunak yang telah ditingkatkan fitur terbarunya.





Aktivitas 3.3 Mandiri

Setelah mempelajari komponen perlengkapan pada kendaraan otomotif, lakukan kegiatan berikut ini!

1. Lakukan pencarian pada berbagai sumber buku, manual *service*, atau pencarian melalui internet tentang hal-hal berikut.
 - a. Jelaskan bagian-bagian dari berbagai macam komponen perlengkapan otomotif?
 - b. Apa saja fungsi bagian-bagian dari berbagai macam komponen perlengkapan otomotif?
 - c. Bagaimana cara kerja dari berbagai macam komponen perlengkapan otomotif?
 - d. Bagaimana cara pembongkaran, pemeriksaan dan pemasangan kembali pada berbagai macam komponen perlengkapan otomotif?
 - e. Apa saja potensi bahaya yang terjadi dalam proses pembongkaran, pemeriksaan, dan pemasangan kembali pada berbagai macam komponen perlengkapan otomotif!
2. Apa saja jenis Alat Perlindungan Diri (APD) yang digunakan dalam proses pembongkaran, pemeriksaan, dan pemasangan kembali pada berbagai macam komponen perlengkapan otomotif?

Kerjakan tugas aktivitas 3.2 ini pada buku tugas!

Berilah tanda silang (×) pada salah satu pilihan pernyataan di bawah sesuai dengan yang kalian lakukan!

Saya mengerjakan aktivitas ini dengan:

- Menyontek pekerjaan teman
- Mengerjakan dengan bantuan banyak teman
- Mengerjakan dengan sedikit bantuan dari teman
- Mengerjakan sendiri tanpa bantuan dari teman





Aktivitas 3.4 Kelompok

Setelah mempelajari berbagai macam komponen-komponen otomotif, lakukan kegiatan berikut ini bersama kelompokmu!

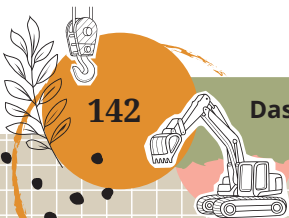
1. Sebelum melakukan kegiatan, perhatikan faktor keselamatan dan kesehatan kerja serta lingkungan, seperti kebersihan alat dan bahan, potensi bahaya serta jenis APD yang digunakan.
2. Lakukan literasi dari berbagai sumber buku atau internet tentang cara melakukan pembongkaran, pemeriksaan, dan pemasangan kembali pada komponen utama, komponen perlengkapan dan komponen tambahan pada bidang otomotif!
3. Diskusikanlah bersama teman kelompok bagaimana cara melakukan pembongkaran, pemeriksaan, dan pemasangan kembali pada komponen utama, komponen perlengkapan, dan komponen tambahan pada bidang otomotif!
4. Persiapkan alat dan bahan, seperti buku manual servis yang sesuai, unit bahan peraga praktik pada komponen utama, komponen perlengkapan dan komponen tambahan pada bidang otomotif! Lakukan pembongkaran dan pemasangan kembali pada berbagai macam komponen-komponen otomotif tersebut sesuai prosedur yang berlaku.

Buatlah laporan kegiatan pada buku tugas kalian!

Berilah tanda silang (×) pada salah satu pilihan pernyataan di bawah sesuai dengan yang kalian lakukan!

Saya mengerjakan aktivitas kelompok ini dengan:

- Sangat banyak berkontribusi dalam pengerjaan
- Banyak berkontribusi dalam pengerjaan
- Cukup berkontribusi dalam pengerjaan
- Kurang berkontribusi dalam pengerjaan
- Sangat kurang berkontribusi dalam pengerjaan





Rangkuman

Komponen otomotif mempunyai banyak jenis. Secara umum, komponen otomotif dapat digolongkan menjadi beberapa bagian di antaranya:

1. Komponen Utama Mesin Otomotif

Komponen otomotif secara garis besar dapat diklasifikasikan menjadi beberapa bagian besar, yaitu mesin otomotif, pemindah tenaga, *chasis* dan *body* otomotif, serta kelistrikan otomotif.

Komponen utama mesin otomotif sangat banyak tergantung dari model, jenis, dan sistem yang digunakan. Berikut ini beberapa komponen utama pada mesin otomotif pembakaran dalam empat tak pada mobil:

- a. kepala silinder (*cylinder head*);
- b. blok silinder (*cylinder block*);
- c. piston atau torak;
- d. batang torak (*connecting rod*);
- e. poros engkol *crankshaft*);
- f. bak engkol (*crankcase*);
- g. katup (*valve*);
- h. paking (*gasket*); dan
- i. roda gaya (*flywheel*).

2. Komponen Perlengkapan otomotif

Komponen perlengkapan otomotif terdiri dari beberapa bagian di antaranya berikut ini.

- a. Komponen perlengkapan mesin

Saat mesin bekerja maka harus ada komponen perlengkapan yang tergabung dalam beberapa sistem antara lain: komponen sistem bahan bakar (*fuel system*), komponen pelumasan (*lubricating system*), komponen pendinginan (*cooling system*), serta pemasukan dan pembuangan (*intake* dan *exhaust*).



b. **Komponen Perlengkapan Pemindah Tenaga**

Komponen pemindah tenaga tergantung pada sistem penggerak yang digunakan pada kendaraan tersebut, seperti: *front engine rear drive* (FR), *front engine front drive* (FF), *midship engine rear drive* (MR), dan *four wheel drive* (FWD). Komponen pemindah tenaga antara lain: Kopling (*Clutch*), transmisi (*transmisi*), poros kopel (*propeller shaft*), gardan (*differential*), dan poros penggerak roda (*axle shaft*).

c. **Komponen Chasis dan Body**

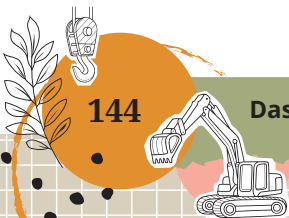
Komponen perlengkapan *chasis* dan *Body* merupakan komponen yang berhubungan dengan kenyamanan terhadap berbagai kondisi saat berjalan. Beberapa komponen perlengkapan *chasis* dan *body*, yaitu: Komponen roda dan ban (*wheel & tire*), komponen sistem rem (*brake system*), komponen sistem suspensi (*suspension system*), komponen sistem kemudi (*steering system*), rangka dan *body*.

d. **Komponen Perlengkapan Kelistrikan Otomotif**

Komponen perlengkapan kelistrikan terdiri dari: komponen sistem starter (*starter system*), komponen sistem pengapian, komponen sistem pengisian (*charging system*), komponen lampu dan penerangan (*lighting system*), serta komponen pembersih kaca (*wiper and washer*).

3. **Komponen Tambahan Otomotif**

Komponen tambahan otomotif meliputi, komponen sistem pengkondisian udara (*air conditioner*), komponen sistem audio-video, komponen sistem *immobilizer* dan *keyless*, system *internet of vehicle* (IoV).





Refleksi

Setelah mempelajari bab ini, kalian tentu lebih memahami tentang komponen utama mesin otomotif, komponen perlengkapan otomotif, dan komponen tambahan otomotif. Dari semua materi yang sudah dijelaskan pada bab ini tentukan hal berikut.

- Materi pembelajaran atau topik mana yang menurut kalian paling sulit dipahami? Jelaskan!
- Materi pembelajaran atau topik mana yang paling kalian sukai? Sebutkan alasannya!

Kemudian, diskusikan bersama teman maupun guru kalian!

Lembar Refleksi

Materi pembelajaran atau topik apakah yang menurut kalian sulit dipahami? Jelaskan!

- 1.....
- 2.....
- 3.....
- 4.....
- 5.....

Materi pembelajaran atau topik apakah yang menurut kalian mudah dipahami? Sebutkan alasannya!

- 1.....
- 2.....
- 3.....
- 4.....
- 5.....

Kerjakan di buku tugas kalian.





Asesmen

Jawablah pertanyaan berikut ini dengan baik dan benar!

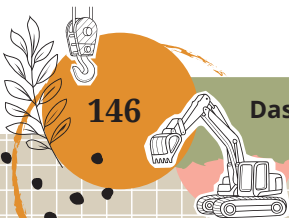
1. Apa pentingnya komponen perlengkapan pada kendaraan bermotor? Jelaskan!
2. Secara garis besar, komponen otomotif dapat diklasifikasikan menjadi beberapa bagian. Sebutkan?
3. Sebutkan fungsi komponen otomotif!
4. Sebutkan beberapa komponen perlengkapan mesin!
5. Sebutkan beberapa komponen perlengkapan otomotif ? Jelaskan!



Pengayaan

Lakukan kegiatan berikut.

1. Buatlah kelompok dengan jumlah 4-6 peserta!
2. Lakukan pembelajaran antar teman sebaya, siswa yang paham menjadi tutor kepada teman yang kurang paham. Kemudian lakukan pembahasan:
 - a. Memahami komponen utama mesin otomotif;
 - b. Memahami komponen perlengkapan otomotif; dan
 - c. Memahami komponen tambahan otomotif.
3. Dengan menggunakan akses internet, lakukan pencarian tentang komponen utama motor listrik lengkap dengan fungsi dan cara kerja komponen tersebut!



KEMENTERIAN PENDIDIKAN KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA, 2022

Dasar-Dasar Teknik Otomotif
untuk SMK/MAK Kelas X Semester 2

Penulis: Fahrul Anam Setiawan

ISBN: 978-602-244-979-9 (no.jil.lengkap)
978-602-244-980-5 (jil.2)
978-623-388-033-6 (PDF)



Bab 4

Elektronik Otomotif

Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini, kalian diharapkan mampu:
Mengidentifikasi komponen elektronik otomotif, merangkai komponen elektronik otomotif, dan memperbaiki kerusakan ringan pada rangkaian elektronik otomotif.



Apakah kalian mengetahui bagaimana caranya lampu dapat menyala?



PETA KONSEP

Identifikasi
Komponen
Elektronik
Otomotif

Rangkaian
Komponen
Elektronik
Otomotif

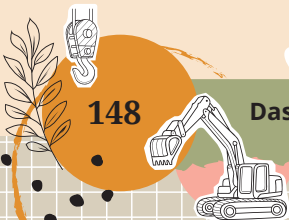
Sambungan
pada Rangkaian
Elektronik
Otomotif

Memperbaiki
Kerusakan Rangkaian
Elektronik otomotif



Kata Kunci

**Komponen, Elektronik, Rangkaian,
Kelistrikan, Otomotif**





A. Identifikasi Komponen Elektronik

Energi listrik sangat banyak kegunaannya. Setiap alat atau perangkat elektronik, misalnya alat rumah tangga dan alat komunikasi, menggunakan energi listrik untuk membantu kegiatan manusia. Begitu juga pada bidang otomotif, energi listrik digunakan untuk berbagai keperluan, misalnya mesin.

Sistem kelistrikan pada otomotif terdiri dari berbagai komponen elektronik. Contohnya, sistem pengapian digunakan untuk menghasilkan percikan bunga api pada mesin bensin. Contoh lainnya, pada sistem penerangan yang mengubah energi listrik menjadi cahaya lampu pada kendaraan. Berbagai pengontrolan kelistrikan tersebut dibutuhkan berbagai macam komponen yang sering disebut komponen elektronik. Sebagian besar komponen elektronik kendaraan menggunakan listrik *direct current* (DC). Kendaraan tertentu yang menggunakan listrik *alternating current* (AC) untuk kebutuhan perlengkapan kelistrikan kendaraan tersebut.

Pada kesempatan ini, kita akan mempelajari tentang komponen elektronik secara mendasar. Komponen elektronik sering dikenal dengan dua istilah, yaitu komponen elektronik pasif dan komponen elektronik aktif, sedangkan pada komponen elektronik otomotif terdapat banyak macam dan jenisnya.

1. Komponen Elektronik secara Umum

Komponen elektronik secara umum biasanya terbagi menjadi dua, yaitu komponen elektronik pasif dan komponen elektronik aktif. Berikut ini adalah penjelasan tentang komponen tersebut.

a. Komponen Elektronik Pasif

Komponen elektronik pasif terdiri dari resistor, kapasitor, atau kondensator, dan induktor.



1) Resistor

Resistor atau dikenal dengan nama hambatan atau tahanan. Resistor pada penggunaannya terdapat beberapa jenis, yaitu resistor tetap (*Fixed Resistor*), Resistor tidak tetap (*Variable Resistor*), Resistor Cahaya dan resistor suhu (*Thermistor*). Berikut ini adalah jenis resistor yang digunakan.

a) Resistor tetap

Resistor tetap mempunyai nilai hambatan atau tahanan tetap tidak dapat diubah-ubah.

b) Resistor variabel

Resistor tidak tetap mempunyai nilai tahanan atau hambatan dapat diubah-ubah yang dikenal dengan nama potensiometer.

c) Resistor cahaya


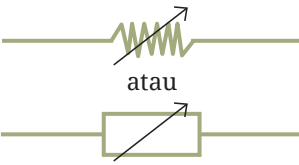
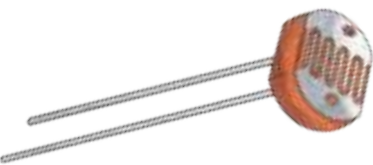
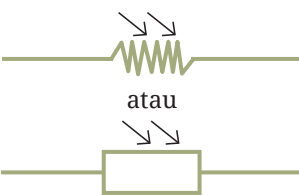

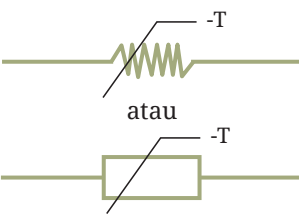
Resistor tetap mempunyai nilai hambatan atau tahanan berubah karena dipengaruhi oleh intensitas cahaya. Biasanya resistor ini disebut dengan *light dependent resistor* (LDR).

d) Resistor suhu

Resistor tetap mempunyai nilai hambatan atau tahanan berubah karena terjadi perubahan suhu. Biasanya resistor ini disebut dengan *positive temperature coefficient* (PTC) dan *negative temperature coefficient* (NTC). Berikut ini adalah tabel jenis-jenis resistor.

Tabel 4.1 Jenis-Jenis Resistor

No.	Nama Komponen	Gambar	Simbol
1.	Resistor (Nilai Tetap)		 atau





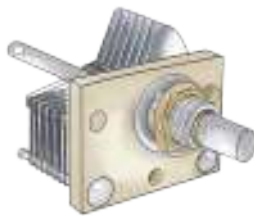

No.	Nama Komponen	Gambar	Simbol
2.	Variable Resistor		
3.	Light Depending Resistor (LDR)		
4.	Thermistor (NTC/PTC)		

2). Kapasitor atau Kondensator

Kapasitor sering dikenal dengan nama *elco*. *Elco* merupakan komponen elektronik yang dapat menyimpan dan melepaskan muatan listrik, baik listrik AC maupun listrik DC. Kapasitor ini pada umumnya terdapat dua jenis, yaitu: kapasitor tetap dan kapasitor tidak tetap. Berikut ini adalah tabel jenis-jenis kapasitor atau kondensator.



Tabel 4.2 Jenis-Jenis Kapasitor atau Kondensator



No.	Nama Komponen	Gambar	Simbol
1.	Kapasitor Tetap		
2.	Kapasitor Trimer (Tidak Tetap)		
	Kapasitor Variabel (Varco)		

3). Induktor

Induktor merupakan lilitan *wire* dalam bentuk kumparan (*coil*). Fungsinya adalah untuk mengatur frekuensi dan tegangan DC yang konstan terhadap fluktuasi beban arus. Berikut ini adalah tabel jenis-jenis induktor.

Tabel 4.3 Jenis-Jenis Induktor

No.	Nama Komponen	Gambar	Simbol
1.	Induktor (Nilai Tetap)		

No.	Nama Komponen	Gambar	Simbol
2.	Induktor Variabel (Variabel Coil)		

b. Komponen Elektronik Aktif

Komponen elektronik aktif terdiri dari dioda, transistor, *integrated circuit*. Berikut penjelasan komponen aktif elektronik.


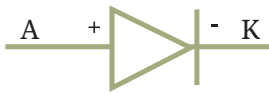
1) Dioda

Yang termasuk komponen aktif elektronik adalah dioda.






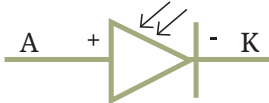

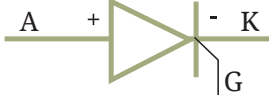

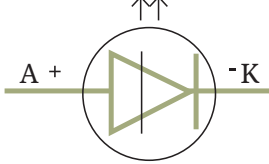
Dioda pada komponen elektronik antara lain berikut ini.

- Dioda penyearah berfungsi untuk mengubah arus bolak-balik (AC) menjadi arus searah (DC).
- Dioda zener berfungsi sebagai pengamanan rangkaian atau pembatas arus searah.
- Dioda pemancar *light emitting dioda* (LED) berfungsi untuk memancarkan cahaya.
- Dioda foto adalah dioda yang peka terhadap cahaya sehingga sering digunakan sebagai sensor.
- Dioda *silicon control rectifier* (SCR) berfungsi sebagai pengendali.
- Dioda laser berfungsi untuk memancarkan sinar laser.

Tabel 4.4 Jenis-Jenis Dioda

No.	Nama Komponen	Gambar	Simbol
1.	Dioda Penyearah		




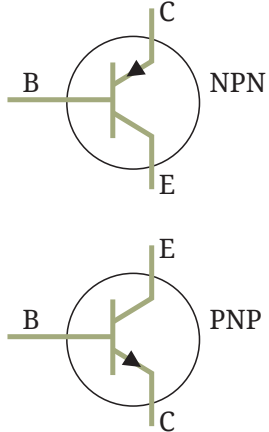
No.	Nama Komponen	Gambar	Simbol
2.	Dioda Zener		
3.	LED (Light Emitting Diode)		
4.	Dioda Foto (Photo Diode)		
5.	SCR (Silicon Control Rectifier)		
6.	Dioda Laser (Lazer Diode)		

2) Transistor

Transistor merupakan komponen elektronik yang mempunyai berbagai fungsi. Misalnya, *switch* berfungsi sebagai (1) kontak pemutus dan penghubung, (2) penguat dan penstabil arus, dan (3) penstabil tegangan serta penyearah arus. Transistor memiliki tiga terminal, yaitu basis (B), emitor (E), dan kolektor (C). Jenis-jenis transistor antara lain: (1) Transistor PNP dan NPN. (2) *uni junction transistor* (UJT), (3) *field effect transistor* (FET), dan (4) *metal oxide semiconductor FET* (MOSFET).

Berikut ini adalah tabel jenis-jenis transistor.

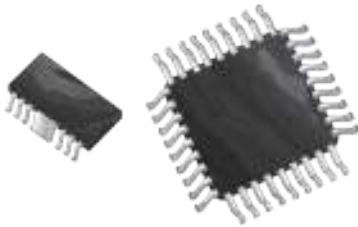
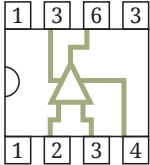
Tabel 4.5 Jenis-Jenis Transistor

No.	Nama Komponen	Gambar	Simbol
1.	Transistor		

3) *Integrated Circuit (IC)*

IC merupakan gabungan dari beberapa transistor dan komponen lainnya yang diintegrasikan menjadi sebuah komponen elektronik dalam kemasan yang kecil. Fungsi IC umumnya sebagai otak yang dapat menyimpan data, mengontrol, *switching*, dan penguat. Penggunaan IC pada komputer atau *central processing unit (CPU)* yang terdiri dari 16 juta transistor dan komponen elektronik lainnya. Berikut ini adalah tabel jenis-jenis IC.

Tabel 4.6 Jenis-Jenis IC

No.	Nama Komponen	Gambar	Simbol
1.	<i>Integrated Circuit (IC)</i>		



No.	Nama Komponen	Gambar	Simbol																				
2.	<i>Integrated Circuit (IC)</i>		<table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>VIN</td> <td>SS</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>FB</td> <td>RT</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Comp</td> <td>CS</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>VOC</td> <td>VYLO</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>OUT</td> <td>GND</td> <td>6</td> </tr> </table>	1	VIN	SS	10	2	FB	RT	9	3	Comp	CS	8	4	VOC	VYLO	7	5	OUT	GND	6
1	VIN	SS	10																				
2	FB	RT	9																				
3	Comp	CS	8																				
4	VOC	VYLO	7																				
5	OUT	GND	6																				

2. Komponen Elektronik pada Kendaraan Otomotif

Perkembangan dunia elektronika saat ini memengaruhi terhadap perkembangan teknologi pada bidang otomotif. Misalnya, teknologi *electronic fuel injection* (EFI) diganti dengan teknologi mekanik sebelumnya, yaitu sistem karburator. Sistem EFI ini menambah komponen elektronik pada kendaraan. Komponen elektronik tersebut di antaranya berikut.

a. *Electronic Control Unit (ECU)*

ECU merupakan komponen elektronik dengan sistem digital komputer. ECU mampu mengolah data dan mengontrol komponen-komponen sistem EFI sehingga bekerja lebih baik dan efisien. ECU ini dalam perkembangannya tidak hanya mengatur sistem EFI saja, tetapi juga dapat mengatur berbagai sistem dengan otomatis pada kendaraan. Dengan kata lain ECU ini bertindak sebagai otak pada kendaraan. Berikut ini adalah gambar ECU pada mobil.



Gambar 4.1 ECU Pada Mobil

b. Baterai

Baterai atau *Accumulator (accu)* pada kendaraan berfungsi sebagai sumber energi listrik, menyimpan energi listrik, dan menstabilkan tegangan listrik sehingga kebutuhan energi listrik pada sistem EFI dan komponen lainnya dapat terpenuhi dengan baik. Berikut ini adalah gambar baterai mobil.



Gambar 4.2 Baterai Mobil

c. Sensor

Sensor merupakan komponen elektronik yang mempunyai kemampuan tertentu untuk memberikan data kepada ECU dan menentukan perintah kepada aktuator pada kendaraan. Berikut ini adalah gambar sensor mobil.



Gambar 4.3 Sensor Mobil



1) **Sensor Intake Air Temperature (IAT)**

Sensor yang berfungsi mengukur suhu udara pada mesin. Berikut ini adalah gambar sensor IAT.



Gambar 4.4 Sensor IAT (Intake Air Temperature)

2) **Sensor Mass Air Flow (MAF)**

Sensor ini sering disebut juga *Air Flow Meter*. Fungsinya adalah menghitung aliran massa udara yang masuk ke dalam *intake manifold*. Berikut ini adalah gambar sensor MAF.



Gambar 4.5 Sensor Mass Air Flow (MAF)

3) **Throttle Position Sensor (TPS)**

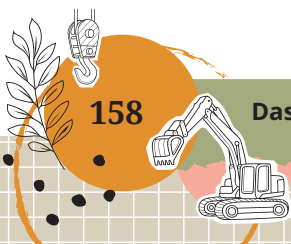
Sensor TPS berfungsi untuk mengukur sudut pembukaan katup *throttle* pada gambar 3.13 sehingga memberikan informasi kepada ECU untuk menentukan jumlah bahan bakar yang akan diinjeksikan.



Gambar 4.6 Sensor TPS (Throttle Position Sensor)

4) **Sensor Manifold Absolute Pressure (MAP)**

Sensor MAP berfungsi untuk: (a) memberikan informasi ke ECU ukuran tekanan kevakuman pada saluran *manifold*, dan (b) untuk menentukan waktu atau



timing pengapian. Berikut ini adalah gambar alat tersebut.

5) ***Crankshaft Position Sensor (CKPs)***

Sensor ini terletak pada *crankshaft* mesin. Fungsinya adalah untuk memberikan data kecepatan putaran mesin atau *Revolution Per Minute (RPM)* ke ECU untuk menentukan beberapa sistem seperti sistem pengapian dan sistem pengisian. Berikut ini adalah gambar alat tersebut.

6) ***Camshaft Position Sensor (CMPs)***

Sensor ini hampir sama fungsinya dengan sensor CKPs. Perbedaan letak dari sensor ini, yaitu pada kepala silinder (*Head Cylinder*) yang berfungsi untuk mengetahui posisi top. Posisi top adalah posisi piston berada di ujung silinder pada siklus akhir langkah kompresi dan akan melakukan langkah usaha. Berikut ini adalah gambar alat tersebut.



Gambar 4.7 Sensor MAP (*Manifold Absolute Pressure*)



Gambar 4.8 Sensor CKPs (*Crankshaft Position Sensor*)



Gambar 4.9 Sensor CMPs (*Camshaft Position Sensor*)



7) **Knock Sensor**

Sensor ini terletak di tengah blok silinder. Yang fungsinya mendeteksi adanya suara ketukan dinding silinder akibat pembakaran yang tidak sempurna (*knocking*). Berikut ini adalah gambar alat tersebut.



Gambar 4.10 Knock Sensor

8) **Oil Pressure Sensor**

Sensor ini berfungsi untuk mendeteksi tekanan oli di dalam mesin. Berikut ini adalah gambar alat tersebut.



Gambar 4.11 Oil Pressure Sensor

9) **Oxygen Sensor**

Oxygen sensor berfungsi untuk mendeteksi kadar *oxygen* di dalam gas buang. Berikut ini adalah gambar alat tersebut.



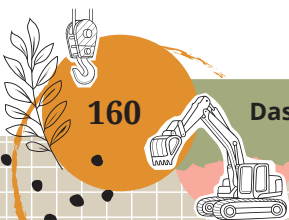
Gambar 4.12 Oxygen Sensor

10) **Sensor WTS (Water Temperature Sensor)**

Sensor WTS sering disebut dengan istilah *engine coolant temperature sensor* (ECT). Sensor ini berfungsi mendeteksi suhu air pendingin pada radiator. Berikut ini adalah gambar sensor tersebut.



Gambar 4.13 Sensor WTS (Water Temperature Sensor)



Dari macam-macam sensor yang telah dipaparkan, masih banyak jenis sensor yang ada pada kendaraan otomotif, misalnya sensor *Speed Control ABS*, *Fuel Level Sensor*, *Fuel Tank Pressure Sensor*, dan *Brake Pedal Sensor*. Apakah kalian tahu fungsi masing-masing sensor ini?

d. Injektor

Injektor merupakan komponen yang berfungsi untuk menyemprotkan bahan bakar sesuai dengan kondisi dan kebutuhan mesin yang dikontrol secara elektronik.



Gambar 4.14 Injektor

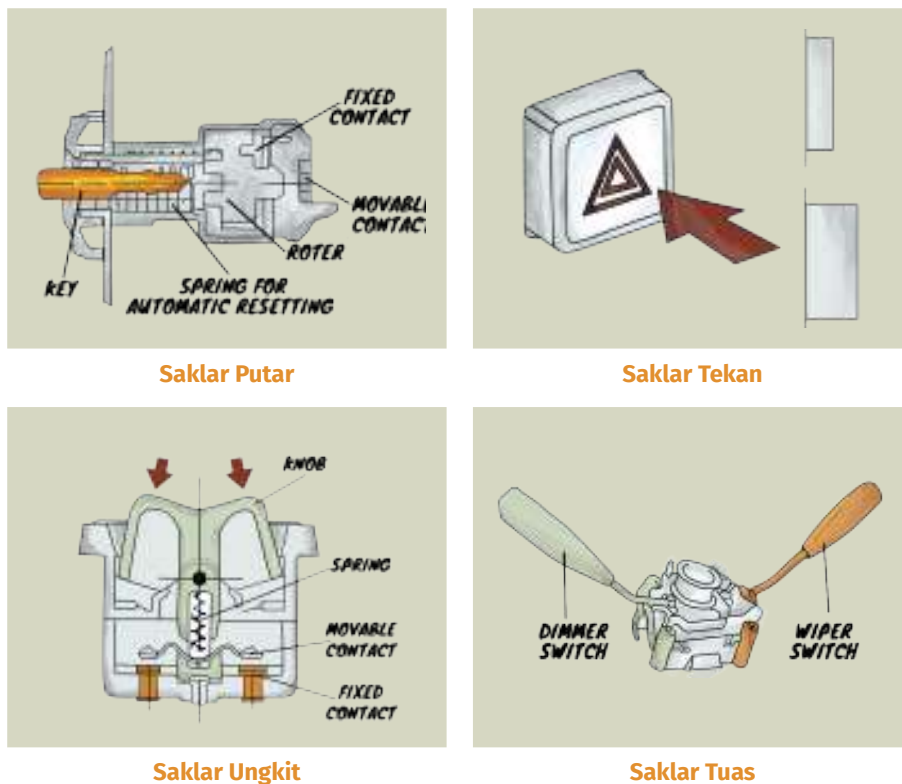
e. Saklar (*Switch*)

Saklar atau *switch* adalah alat yang berfungsi untuk menghubungkan dan memutuskan arus listrik atau sistem kelistrikan. Berbagai macam saklar dalam kendaraan otomotif antara lain:

- 1) Saklar putar (*ignition switch*) adalah saklar yang berfungsi untuk memutuskan dan menghubungkan sistem kelistrikan dengan cara diputar. Contohnya, pada kunci kontak dengan anak kunci untuk memutar saklarnya.
- 2) Saklar tekan (*push switch*) adalah saklar yang cara penggunaannya dengan menekan satu kali untuk mengaktifkan dan menekan lagi untuk menonaktifkan. Biasanya digunakan pada lampu darurat (*emergency lamp*).



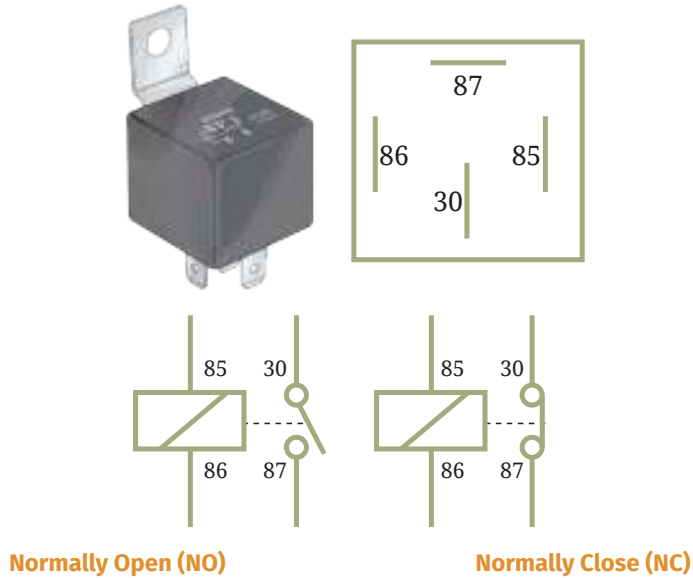
- 3) Saklar ungkit (*seesaw switch*), merupakan saklar yang cara penggunaannya dengan ditekan dan diungkit. Biasanya digunakan pada saklar *power window*.
- 4) Saklar tuas (*lever switch*) dioperasikan dengan cara pergerakan tuas ke depan, belakang, atas, bawah, memutar ke depan dan belakang. Contohnya, penggunaan saklar kombinasi pada saklar lampu penerangan dan tanda belok yang biasanya terletak di bawah setir kendaraan otomotif.
- 5) Saklar yang dioperasikan dengan berbagai kondisi. Contohnya, saklar pendeteksi suhu, saklar pendeteksi permukaan minyak rem, dan saklar dengan sistem kontrol pengendali jarak jauh. Berikut ini adalah gambar macam-macam saklar.



Gambar 4.15 Contoh Macam-macam Saklar

e. Relay

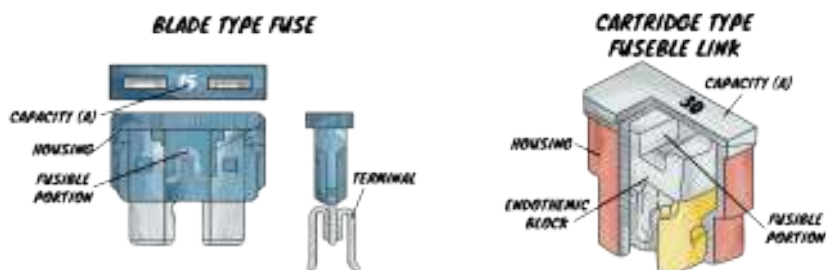
Relay merupakan komponen yang berfungsi menghubungkan atau memutuskan sirkuit rangkaian kelistrikan berdasarkan penerimaan sinyal tegangan. Relay ini hampir sama fungsinya seperti switch elektronik yang digolongkan menjadi dua, yaitu *relay elektromagnetis* dan *relay transistor*. Berikut ini adalah gambar relay.



Gambar 4.16 Relay

f. Fuse dan Fusible Link

Fuse atau sekering merupakan komponen pengaman yang bekerja untuk memutuskan rangkaian kelistrikan apabila arus yang mengalir melebihi spesifikasi. Berikut ini adalah gambar fuse dan fusible link.



Gambar 4.17 Fuse dan Fusible Link



Tabel 4.7 Kapasitas *Fuse* dan *Fusible Link*

Fuse Capacity (A)	Color	Capacity (A)	Color
5	Yellowish Brown	30	Pink
7.5	Brown	40	Green
10	Red	50	Red
15	Blue	60	Yellow
20	Yellow	80	Black
25	Clear	100	Blue
30	Green		

g. Flasher

Flasher merupakan komponen yang berfungsi untuk membuat lampu tanda belok berkedip. Berikut ini adalah gambar *flasher*, pengedip lampu.



Gambar 4.18 *Flasher* Pengedip Lampu



Aktivitas 4.1 Mandiri

1. Lakukan literasi dari berbagai sumber buku atau internet tentang cara memeriksa beberapa komponen elektronik otomotif!
2. Jelaskan cara memeriksa beberapa komponen elektronik otomotif!
3. Carilah potensi bahaya yang akan terjadi dalam melakukan pemeriksaan beberapa komponen elektronik otomotif!
4. Lakukan kegiatan praktik pemeriksaan beberapa komponen elektronik otomotif dengan memperhatikan keselamatan dan kesehatan kerja serta budaya 5R!
5. Buatlah laporan aktivitas 4.1 ini pada buku tugas kalian.

Berilah tanda silang (×) pada pilihan pernyataan di bawah sesuai dengan yang kalian lakukan!

Saya mengerjakan aktivitas ini dengan:

- Menyontek pekerjaan teman
- Mengerjakan dengan bantuan banyak teman
- Mengerjakan dengan sedikit bantuan dari teman
- Mengerjakan sendiri tanpa bantuan dari teman



B. Rangkaian Komponen Elektronik Otomotif

Rangkaian atau sirkuit kelistrikan adalah dua komponen elektronik atau lebih yang disusun untuk menghasilkan sesuatu. Hal tersebut menyebabkan arus listrik dapat mengalir pada sirkuit atau rangkaian.



Aliran arus listrik pada rangkaian atau sirkuit kelistrikan dapat dipengaruhi oleh tahanan/hambatan dan tegangan yang sudah kalian kenal dengan hukum Ohm yang ditujukan dengan rumus berikut.

$$I = \frac{V}{R} \text{ atau Arus Listrik} = \frac{\text{Tegangan}}{\text{Tahanan}}$$

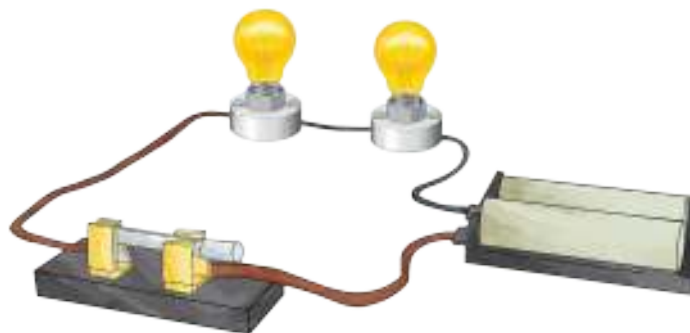
keterangan:

- I = arus listrik yang mengalir pada rangkaian atau sirkuit dalam *Ampere* (A)
- V = tegangan listrik yang diberikan pada rangkaian atau sirkuit dalam *Volt* (V)
- R = tahanan/hambatan pada sirkuit (R)

Rangkaian atau sirkuit kelistrikan biasanya disusun dengan beberapa metode penyusunan rangkaian, antara lain: rangkaian seri, rangkaian paralel, dan rangkaian campuran (seri-paralel). Berikut ini adalah penjelasan rangkaian tersebut.

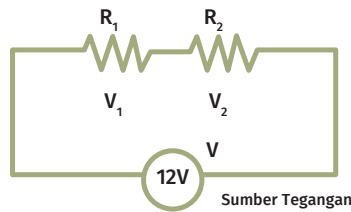
1. Rangkaian Seri

Rangkaian seri merupakan rangkaian yang disusun secara berurutan atau berderet. Input dari komponen merupakan *output* dari komponen yang lain. Berikut ini adalah gambar rangkaian seri.



Gambar 4.19 Rangkaian Seri

Rumus untuk menghitung tahanan, kuat arus, dan tegangan pada rangkaian seri adalah sebagai berikut.



$$I = I_1 = I_2$$

$$V = V_1 + V_2$$

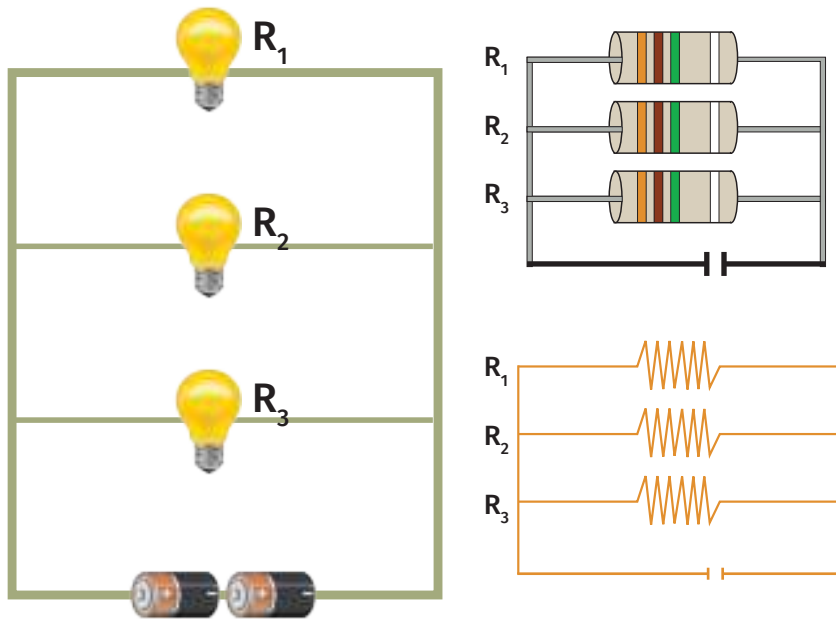
$$R_s = R_1 + R_2 + R_n$$

R_s = Hambatan pengganti seri
 R_t = Hambatan total

Gambar 4.20 Rumus menghitung rangkaian seri

2. Rangkaian Paralel

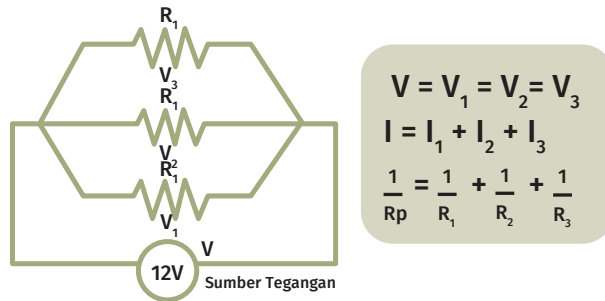
Rangkaian paralel merupakan rangkain listrik yang disusun secara berderet, atau semua input komponen yang disusun mempunyai sumber yang sama. Berikut ini adalah gambar rangkaian paralel.



Gambar 4.21 Rangkaian Paralel

Untuk menghitung rangkaian listrik paralel dapat menggunakan rumus berikut.

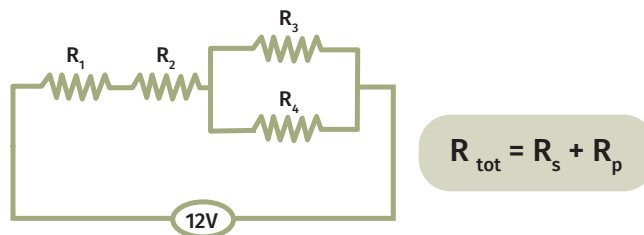




Gambar 4.22 Rumus Menghitung Rangkaian Listrik Paralel

3. Rangkaian Campuran

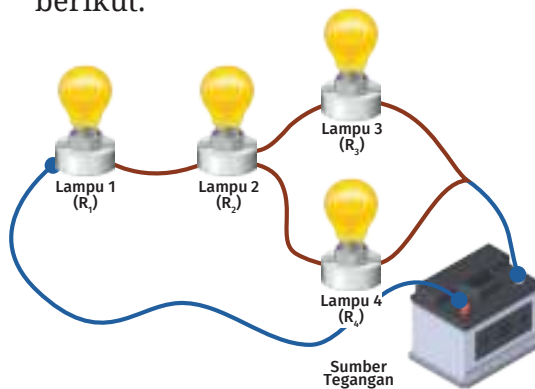
Rangkaian campuran merupakan rangkaian yang terdiri dari rangkaian seri dan rangkaian paralel. Untuk menghitung hambatan rangkaian listrik campuran dapat menggunakan rumus pembentuk rangkaian tersebut, yaitu rangkaian seri dan rangkaian paralel, perhatikan gambar berikut ini.



Dimana R_{total} = Hambatan Total Rangkaian campuran

R_s = Hambatan Rangkaian Seri

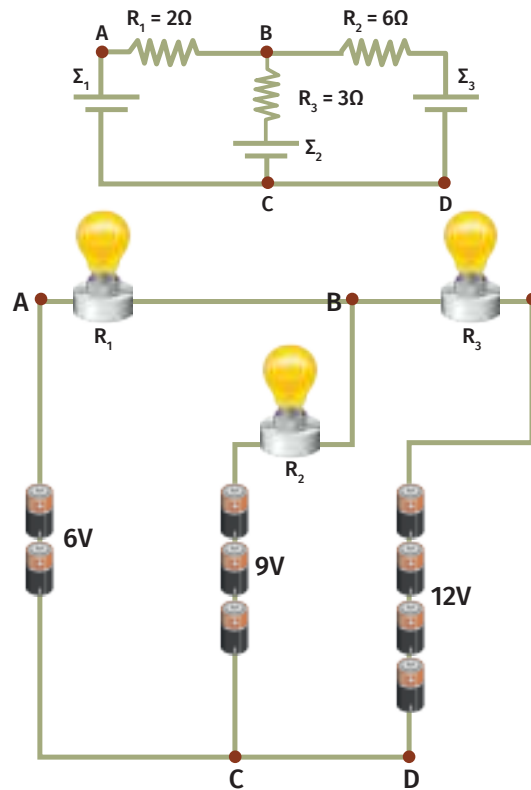
R_p = Hambatan Rangkaian Paralel seperti pada gambar berikut.



Gambar 4.23 Rangkaian Campuran

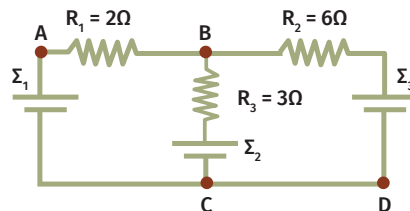
4. Rangkaian Majemuk

Rangkaian majemuk dapat dipahami dengan hukum *Kirchoff*. Rangkaian tersebut dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4.24 Rangkaian Majemuk

Dari gambar rangkaian yang sudah dipaparkan, terdapat dua rangkaian *loop* dengan persamaan hukum *Kirchoff*. Berikut ini adalah gambar *Loop* ganda.



Gambar 4.25 Loop Ganda



Contoh perhitungan rangkaian majemuk sebagai berikut.
 Apabila diketahui $E_1 = 6$ Volt, $E_2 = 9$ Volt dan $E_3 = 12$ Volt.

Tentukan hal-hal berikut!

- a. Kuat Arus yang mengalir pada R_1 , R_2 dan R_3 (I_1, I_2 dan I_3) ?
- b. Beda potensial antara titik B dan C (VBC)?
- c. Beda potensial antara titik B dan D (VBD)?
- a. Daya pada hambatan R_1 (P)?

Penyelesaian:

Sesuai Hukum *Kirchoff* I, jumlah kuat arus listrik yang masuk pada suatu percabangan sama dengan jumlah kuat arus listrik yang ke luar percabangan itu sehingga didapatkan persamaan berikut.

$$I_3 = I_1 + I_2$$

Hukum II *Kirchoff* adalah hukum kekekalan energi yang diterapkan dalam suatu rangkaian tertutup. Hukum ini menyatakan bahwa jumlah aljabar dari gaya gerak listrik (GGL) sumber beda potensial dalam sebuah rangkaian tertutup (*loop*) sama dengan nol. Jadi, persamaannya adalah berikut.

Loop 1

Jumlah GGL + Jumlah (Arus x Tahanan) = 0

$$\sum E + \sum I \cdot R = 0$$

$$-E_1 + E_2 + 2 I_1 + 3 I_3 = 0$$

$$-6 + 9 + 2 I_1 + 3 I_3 = 0 \text{ karena } I_3 = I_1 + I_2 \quad \text{dapat ditulis}$$

$$-6 + 9 + 2 I_1 + 3 I_1 + 3 I_2 = 0$$

$$3 + 5 I_1 + 3 I_2 = 0 \quad \text{dapat ditulis}$$

$$5 I_1 + 3 I_2 + 3 = 0 \dots\dots\dots \text{(persamaan I)}$$

Loop 2

$$\sum E + \sum I \cdot R = 0$$

$$-E_3 + E_2 + 6 I_2 + 3 I_3 = 0$$

$$-12 + 9 + 6 I_2 + 3 I_3 = 0 \text{ karena } I_3 = I_1 + I_2 \quad \text{dapat ditulis}$$

$$-12 + 9 + 6 I_2 + 3 I_1 + 3 I_2 = 0$$

$$-3 + 3 I_1 + 9 I_2 = 0 \quad \text{dapat ditulis}$$

$$3 I_1 + 9 I_2 - 3 = 0 \text{} \quad \text{(persamaan II)}$$

Gabungkan persamaan I dan II

$$5 I_1 + 3 I_2 + 3 = 0$$

$$3 I_1 + 9 I_2 - 3 = 0 -$$

Untuk mencari I1 maka nilai R I2 harus di samakan dengan cara dikalikan 3 pada persamaan I. Jadi, diperoleh:

$$5 I_1 + 3 I_2 + 3 = 0 \quad | \times 3 | = 15 I_1 + 9 I_2 + 9 = 0$$

$$\underline{3 I_1 + 9 I_2 - 3 = 0} \quad | \times 1 | = \underline{3 I_1 + 9 I_2 - 3 = 0 -}$$
$$12 I_1 + 12 \quad = 0$$

Sehingga :

$$I_1 = -\frac{12}{12} = -1A$$

Untuk mencari I2, masukan nilai I1 ke dalam persamaan seperti berikut.

$$3 I_1 + 9 I_2 - 3 = 0$$

$$3(-1) + 9 I_2 - 3 = 0$$

$$-3 + 9 I_2 - 3 = 0$$

$$-6 + 9 I_2 = 0$$

$$9 I_2 = 6$$

$$I_2 = \frac{6}{9} = \frac{2}{3} A$$



Jadi, nilai I_3 adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} I_3 &= I_1 + I_2 \\ &= -1 + 2 \\ &= -\frac{1}{3} \text{ A} \end{aligned}$$

- a. Kuat arus yang mengalir pada R_1 , R_2 , dan R_3 adalah sebagai berikut.

$$I_1 = -1 \text{ A}, I_2 = \frac{2}{3} \text{ A} \text{ dan } I_3 = -\frac{1}{3} \text{ A}$$

- b. Beda potensial antara titik B dan C

$$\begin{aligned} V_{BC} &= \sum E + \sum I \cdot R = E_2 + 3 I_3 \\ &= 9 + 3 \left(-\frac{1}{3}\right) = 9 - 1 \\ &= 8 \text{ Volt} \end{aligned}$$

- c. Beda potensial antara titik B dan D

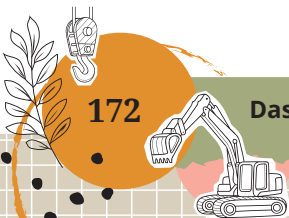
$$\begin{aligned} V_{BD} &= \sum E + \sum I \cdot R = E_3 + 6 (-I_2) \\ &= 12 + 6 \left(-\frac{2}{3}\right) = 12 - 4 \\ &= 8 \text{ Volt} \end{aligned}$$

- d. Daya pada hambatan R_1 , seperti yang kalian ketahui rumus menghitung daya adalah sebagai berikut.

$$P = I^2 \cdot R$$

Yang dihitung adalah daya pada R_1 , maka

$$\begin{aligned} P &= (I_1)^2 \cdot R_1 = (1)^2 \cdot 2 \\ P &= 2 \text{ Watt} \end{aligned}$$





C. Sambungan pada Komponen Elektronik Otomotif

Seperti yang kalian tahu bahwa komponen elektronik digunakan untuk menjadi sebuah rangkaian kelistrikan. Oleh karena itu, diperlukan penghubung antara tiap komponen. Biasanya letak komponen satu dengan komponen lainnya terkadang berjauhan. Komponen tersebut dihubungkan dengan *wire* atau kabel yang proses penyambungannya menggunakan beberapa jenis, di antaranya sebagai berikut.

1. Penyambungan dengan Panas

a. Penyolderan (*Soldering*)

Penyolderan adalah proses penyambungan dengan panas dan menambahkan logam timah sebagai lapisan luar penyambungan. Panas yang diperlukan untuk proses solder sekitar $60^{\circ}\text{C} - 440^{\circ}\text{C}$ / $140^{\circ}\text{F} - 825^{\circ}\text{F}$. Berikut ini adalah gambar proses *soldering*.



Gambar 4.26 Proses *Soldering*

b. Pematrian (*Brazing*)

Pematrian adalah penyambungan logam dengan panas dengan cara memanaskan benda yang akan disambung dengan bahan tambahan yang sesuai. Panas yang diperlukan untuk proses pematrian ini adalah sekitar $470^{\circ}\text{C} - 1190^{\circ}\text{C}$ / $880^{\circ}\text{F} - 2175^{\circ}\text{F}$. Berikut ini adalah proses pematrian atau *brazing*.





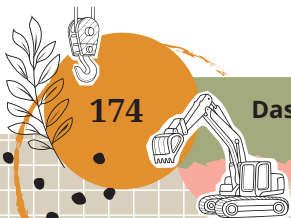
Gambar 4.27 Proses *Brazing*

c. Pengelasan (*Welding*)

Pengelasan merupakan proses penyambungan dengan cara memanaskan benda sampai titik leleh tertentu dan dengan menggunakan atau tanpa bahan tambah. Suhu yang digunakan dalam pengelasan ini biasanya sekitar $800^{\circ}\text{C} - 1635^{\circ}\text{C}$ / $1475^{\circ}\text{F} - 2975^{\circ}\text{F}$. Proses penyambungan komponen elektronik pada otomotif jarang sekali menggunakan pengelasan, biasanya pengelasan digunakan untuk proses penyambungan komponen elektronik adalah las titik atau *spot welding*. Berikut ini adalah gambar proses pengelasan.



Gambar 4.28 Proses *Welding*



2. Penyambungan Tanpa Panas

Penyambungan tanpa panas mempunyai banyak jenis. Pada komponen otomotif, penyambungan tersebut dilakukan dengan cara menambahkan komponen kabel lug (*schoen*) pada ujung kabel. Kabel lug digunakan untuk mempermudah dalam proses pemasangan dan pembongkaran komponen elektronik otomotif sehingga lebih efisien dalam penggantian komponen elektronik yang mengalami kerusakan. Macam-macam kabel lug dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Kabel lug garpu Y



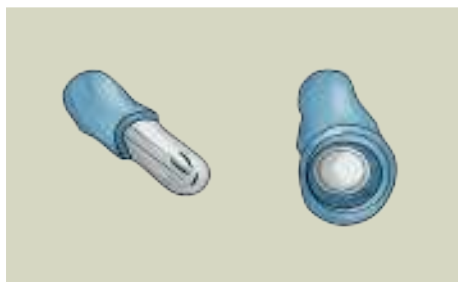
Kabel lug ring O



Kabel lug gepeng



Kabel lug ferrules



Kabel lug Peluru



Kabel lug pin/tusuk

Gambar 4.29 Contoh Macam-macam kabel lug





Aktivitas 4.2 Kelompok

Dengan pengetahuan yang kalian miliki tentang rangkaian listrik, lakukan kegiatan berikut dan buatlah laporan kegiatan pada buku tugas!

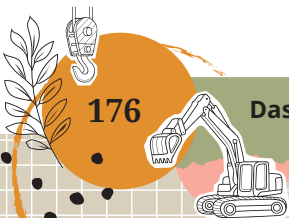
1. Lakukan literasi dari berbagai sumber buku atau internet tentang rangkaian kelistrikan pada kendaraan, baik sepeda motor, mobil, alat berat maupun alat pertanian!
2. Pilihlah salah satu rangkaian kelistrikan yang akan dirakit tersebut!
3. Buatlah gambar rangkaian tersebut!
4. Persiapkan alat dan bahan yang diperlukan untuk merakit komponen elektronik tersebut!
5. Lakukan kegiatan praktik untuk merakit komponen elektronik tersebut dengan memperhatikan keselamatan dan kesehatan kerja serta budaya 5R!
6. Pilihlah beberapa jenis penyambungan komponen elektronik otomotif untuk merakit rangkaian tersebut!

Buatlah laporan kegiatan pada buku tugas kalian!

Berilah tanda silang (×) pada salah satu pilihan pernyataan di bawah sesuai dengan yang kalian lakukan!

Saya mengerjakan aktivitas kelompok ini dengan:

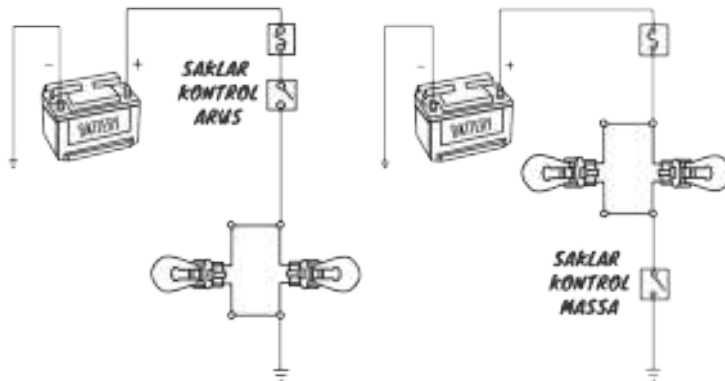
- Sangat banyak berkontribusi dalam pengerjaan
- Banyak berkontribusi dalam pengerjaan
- Cukup berkontribusi dalam pengerjaan
- Kurang berkontribusi dalam pengerjaan
- Sangat kurang berkontribusi dalam pengerjaan



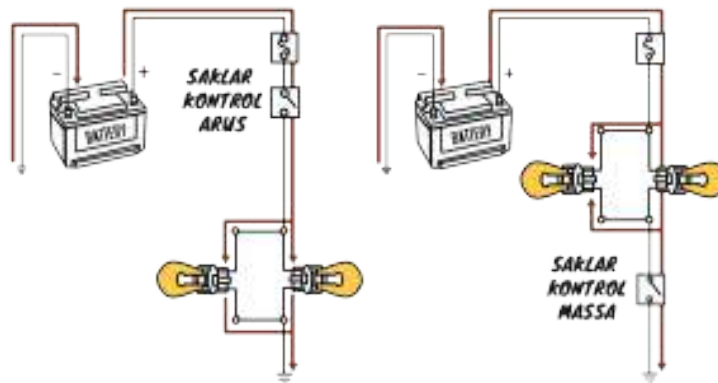


D. Memperbaiki Kerusakan Rangkaian Elektronik Otomotif

Seperti yang kalian ketahui bahwa rangkaian listrik dapat mengalirkan arus yang dapat dikontrol atau dikendalikan dengan beberapa komponen, di antaranya saklar *relay* dan *transistor*. Contoh rangkaian kelistrikan dengan kontrol saklar ditunjukkan seperti gambar berikut.



Gambar 4.30 Rangkaian Listrik dengan Saklar Posisi Mati



Gambar 4.31 Rangkaian Listrik dengan Posisi Saklar Terhubung

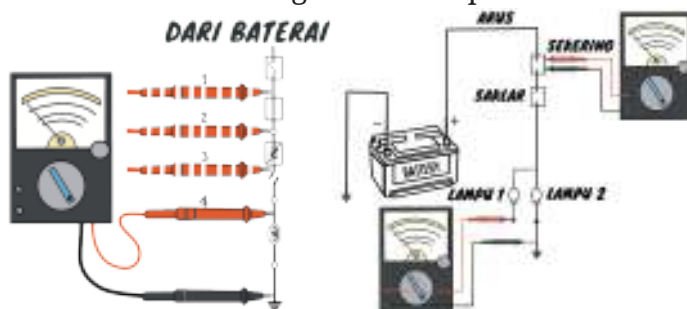
Dalam melakukan perbaikan kerusakan rangkaian elektronik otomotif, harus dilakukan diagnosis terlebih dahulu, apa penyebab kerusakan rangkaian elektronik otomotif.



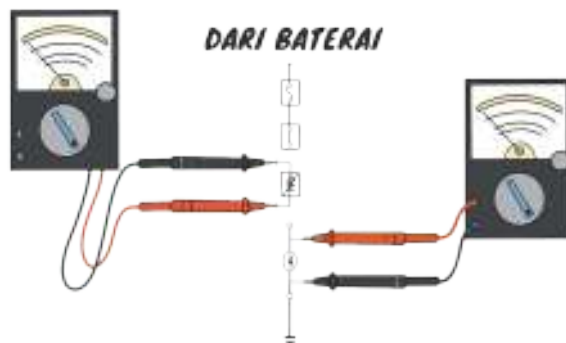
1. Diagnosis Kerusakan Rangkaian Elektronik Otomotif

Konsep diagnosis kerusakan dapat dilakukan dengan berbagai tahapan. Contoh tahapan diagnosis rangkaian elektronik otomotif antara lain berikut ini.

- Masalah, merupakan hal yang timbul dari suatu rangkaian yang tidak bekerja sebagaimana fungsinya.
- Praduga, merupakan kemungkinan awal penyebab terjadinya kerusakan pada rangkaian elektronik otomotif. Contohnya, pada rangkaian lampu yang tidak menyala saat saklar di posisi "ON". Penyebab hal tersebut bersumber dari tegangan, sekering, dan komponen lain seperti saklar, lampu, kabel-kabel, dan sambungan antar komponen.
- Pengambilan data, adalah langkah yang dilakukan dengan berbagai pemeriksaan. Misalnya, pemeriksaan visual terhadap perubahan bentuk komponen maupun dengan pemeriksaan menggunakan alat, seperti pemeriksaan tegangan, arus yang mengalir, dan juga hambatan pada setiap komponen rangkaian kelistrikan. Berikut adalah gambar alat pemeriksaan tersebut.



Gambar 4.32 Pemeriksaan Tegangan dan Arus yang Mengalir



Gambar 4.33 Pemeriksaan Hambatan setiap Komponen

Analisis data merupakan langkah untuk mendapatkan informasi baru atau informasi penyebab utama kerusakan pada rangkaian elektronik otomotif.

Penarikan kesimpulan adalah pengambilan keputusan atau langkah yang diambil dalam melakukan perbaikan kerusakan rangkaian elektronik otomotif sehingga tidak terjadi kerusakan yang sama setelah proses perbaikan.

2. Memperbaiki Kerusakan Komponen Elektronik Otomotif

Setelah proses diagnosis kerusakan, maka proses selanjutnya adalah memperbaiki kerusakan pada komponen elektronik otomotif yang meliputi: pembongkaran, penyetelan, penggantian, dan pemasangan kembali dengan memperhatikan keselamatan dan kesehatan kerja sesuai prosedur yang berlaku. Prosedur perbaikan komponen elektronik otomotif dapat dipelajari pada buku manual servis yang sesuai dengan jenis dan merek dari produk tersebut.

Contohnya, perbaikan kerusakan pada lampu kepala mobil. Pada mobil tersebut terdapat satu buah lampu utama yang menyala. Seharusnya, lampu yang menyala terletak di sebelah kiri dan kanan bagian depan mobil. Setelah melihat buku manual servis diperoleh data sebagai berikut.

Tabel. 4.7 Data Cara Mengatasi Kerusakan Lampu Kepala

Gangguan/Masalah	Kemungkinan Sebab	Cara mengatasi
Lampu kepala hanya salah satu yang menyala	<ul style="list-style-type: none">• Bola lampu putus• Socket, rangkaian kabel, dan massa rusak	<ul style="list-style-type: none">• Ganti bola lampu• Perbaiki seperlunya

Dari data di atas, artinya maka perlu penggantian bola lampu kepala. Setelah dilakukan penggantian bola lampu dan kemudian lampu sudah dapat menyala, perlu dianalisis penyebab bola lampu kepala rusak. Apakah karena usia komponen tersebut, soket bola lampu kepala yang kendor, atau sambungan kabel masa yang rusak. Dapat disimpulkan bahwa ternyata kerusakan lampu kepala hanya menyala pada salah satu sisi disebabkan karena usia bola lampu yang sudah tua.





Aktivitas 4.3 Kelompok

Dengan pengetahuan yang kalian miliki tentang cara memperbaiki kerusakan pada rangkaian elektronik otomotif, lakukan kegiatan berikut ini! Buatlah laporan kegiatan pada buku tugas.

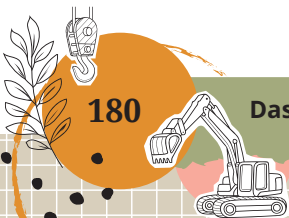
1. Pilihlah salah satu rangkaian elektronik pada sepeda motor, mobil, alat berat, atau alat pertanian!
2. Persiapkan alat dan bahan yang diperlukan untuk membuat rangkaian elektronik tersebut!
3. Dengan memperhatikan keselamatan dan kesehatan kerja serta budaya 5R, buatlah rangkaian tersebut bersama teman kelompok kalian!
4. Lakukan pengujian pada rangkaian elektronik yang telah dibuat!
5. Mintalah bantuan instruktur atau guru untuk membuat masalah pada rangkaian elektronik yang telah dibuat!
6. Lakukan diagnosis dan perbaikan pada rangkaian elektronik yang sudah dalam keadaan bermasalah (*Trouble*)!

Buatlah laporan kegiatan pada buku tugas kalian!

Berilah tanda silang (x) pada salah satu pilihan pernyataan di bawah sesuai dengan yang kalian lakukan!

Saya mengerjakan aktivitas kelompok ini dengan:

- Sangat banyak berkontribusi dalam pengerjaan
- Banyak berkontribusi dalam pengerjaan
- Cukup berkontribusi dalam pengerjaan
- Kurang berkontribusi dalam pengerjaan
- Sangat kurang berkontribusi dalam pengerjaan





Rangkuman

Berbagai pengontrolan kelistrikan tersebut dibutuhkan berbagai macam komponen yang sering disebut komponen elektronik. Sebagian besar komponen elektronik kendaraan menggunakan listrik *Direct Current* (DC) dan hanya pada kendaraan tertentu yang menggunakan listrik *Alternating Current* (AC) untuk kebutuhan perlengkapan kelistrikan kendaraan tersebut. Beberapa komponen elektronik antara lain berikut ini.

1. Komponen Elektronik secara Umum

Komponen elektronik secara umum biasanya terbagi menjadi dua, yaitu: komponen elektronik pasif dan komponen elektronik aktif

a. Komponen elektronik pasif, antara lain:

- 1) resistor,
- 2) kapasitor atau kondensator, dan
- 3) induktor.

b. Komponen elektronik aktif, antara lain:

- 1) dioda,
- 2) transistor,
- 3) *Integrated Circuit* (IC).

c. Komponen elektronik pada kendaraan otomotif

Komponen elektronik pada kendaraan otomotif antara lain:

- 1) *electronic control unit* (ecu),
- 2) *baterai*,
- 3) sensor-sensor,
- 4) *injektor*,
- 5) *switch*,
- 6) *relay*,
- 7) *fuse* dan *fusible link*, dan
- 8) *flasher*.



Rangkaian atau sirkuit kelistrikan biasanya disusun dengan beberapa metode penyusunan antara lain: rangkaian seri, rangkaian paralel, dan rangkaian campuran (seri-paralel).

Rangkaian seri merupakan rangkaian yang disusun secara berurutan atau berderet. Input dari komponen merupakan output dari komponen yang lain.

Rangkaian paralel merupakan rangkaian listrik yang disusun secara berderet, atau semua input komponen yang disusun mempunyai sumber yang sama.

Rangkaian campuran merupakan rangkaian yang terdiri dari rangkaian seri dan rangkaian paralel.

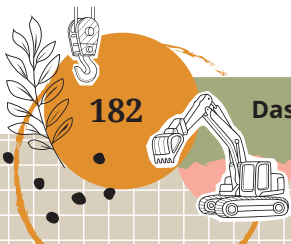
Rangkaian majemuk Merupakan rangkaian listrik dengan jumlah loop lebih dari satu.

Proses penyambungan komponen elektronik otomotif dapat dilakukan dengan beberapa cara di antaranya:

- *soldering* (solder),
- *brazing* (pematrian),
- *welding* (pengelasan), dan
- penyambungan dengan menggunakan kabel lug.

Konsep diagnosis kerusakan dapat dilakukan dengan berbagai tahapan. Contoh tahapan diagnosis rangkaian elektronik otomotif antara lain: adanya masalah, menentukan penyebab kerusakan, pengambilan data, analisis data, serta penarikan kesimpulan untuk menentukan langkah yang diambil dalam melakukan perbaikan kerusakan rangkaian elektronik otomotif, sehingga tidak terjadi kerusakan yang sama setelah proses perbaikan.

Prosedur perbaikan komponen elektronik otomotif dapat dipelajari pada buku manual dan servis yang sesuai dengan jenis dan merek dari produk tersebut yang meliputi: pembongkaran, penyetelan, penggantian, dan pemasangan kembali dengan memperhatikan keselamatan kerja sesuai prosedur yang berlaku.





Refleksi

Setelah mempelajari bab ini, kalian tentu memahami tentang komponen elektronik, perakitan komponen elektronik, diagnosis kerusakan rangkaian elektronik, dan penyambungan komponen elektronik. Dari semua materi yang sudah dijelaskan pada bab ini tentukan hal berikut ini.

- Materi pembelajaran atau topik mana yang menurut kalian paling sulit dipahami? Jelaskan!
- Materi pembelajaran atau topik mana yang paling kalian suka? Sebutkan alasannya!

Kemudian diskusikan dengan teman atau guru kalian!

Lembar Refleksi

Materi pembelajaran atau topik apakah yang menurut kalian sulit dipahami? Jelaskan!

- 1.....
- 2.....
- 3.....
- 4.....
- 5.....

Materi pembelajaran atau topik apakah yang menurut kalian mudah dipahami? Sebutkan alasannya!

- 1.....
- 2.....
- 3.....
- 4.....
- 5.....

Kerjakan di buku tugas kalian.





Asesmen

Jawablah pertanyaan berikut ini dengan baik dan benar!

1. Menurut kalian apakah perbedaan antara komponen elektronik pasif dengan komponen elektronik aktif?
2. Pada komponen elektronik kendaraan otomotif terdapat komponen ECU, bagaimanakah cara kerja dari ECU tersebut?
3. Sebutkan komponen elektronik aktuator yang terdapat pada kendaraan otomotif!
4. Dalam proses perakitan, hal apa saja yang harus diperhatikan dalam perakitan komponen elektronik otomotif?
5. Bagaimanakah langkah yang dilakukan dalam mendiagnosis kerusakan pada komponen elektronik otomotif?
6. Pada penyambungan komponen elektronik baterai, sebaiknya menggunakan proses penyambungan apa? Jelaskan!

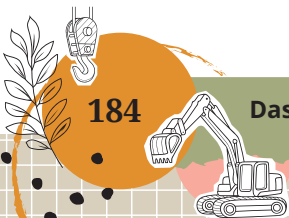


Pengayaan

Buatlah kelompok dengan jumlah 4-6 peserta!

Lakukan pembelajaran antar teman sebaya! siswa yang paham menjadi tutor kepada siswa yang kurang paham.

1. Bersama teman kelompok, bahaslah mengenai komponen elektronik:
 - a. perakitan komponen elektronik,
 - b. diagnosis kerusakan rangkaian elektronik, dan
 - c. penyambungan komponen elektronik.
2. Bersama teman kelompok lakukan kegiatan penyambungan komponen elektronik seperti :
 - a. Penyambungan komponen elektronik dengan cara penyolderan.
 - b. Penyambungan komponen elektronik dengan cara pematrian.
 - c. Penyambungan komponen elektronik dengan cara pengelasan.



KEMENTERIAN PENDIDIKAN KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA, 2022

Dasar-Dasar Teknik Otomotif
untuk SMK/MAK Kelas X Semester 2

Penulis: Fahrul Anam Setiawan

ISBN: 978-602-244-979-9 (no.jil.lengkap)
978-602-244-980-5 (jil.2)
978-623-388-033-6 (PDF)



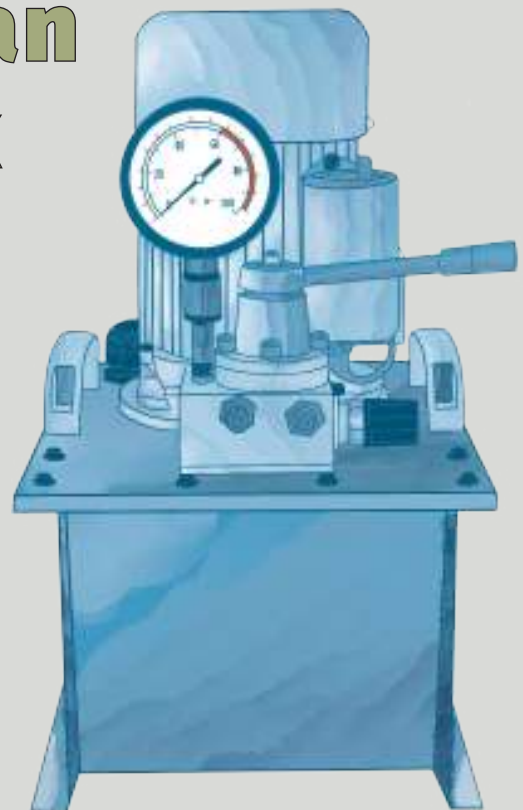
Bab 5

Dasar Sistem Hidrolik dan Pneumatik



Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini, kalian diharapkan mampu:
Memahami pengertian sistem hidrolik dan pneumatik, memahami prinsip dasar sistem hidrolik dan pneumatik, mengidentifikasi komponen sistem hidrolik dan *pneumatik*, serta merangkai sistem hidrolik dan *pneumatik*.



Masih ingatkah kalian, mengapa silet dapat terapung di air? Mengapa kendaraan yang berat dapat diangkat oleh dongkrak yang ukurannya kecil?



PETA KONSEP

Pengertian Sistem Hidrolik dan Pneumatik

Prinsip Dasar Sistem Hidrolik dan Pneumatik

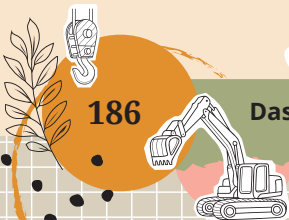
Komponen Sistem Hidrolik dan Pneumatik

Rangkaian Sistem Hidrolik dan Pneumatik



Kata Kunci

Tekanan, Gaya, Fluida, Oli, dan Udara



Beberapa peralatan yang diciptakan manusia memerlukan berbagai energi. Pada bab ini, kalian belajar tentang penggunaan energi cairan dan udara tekan pada bidang otomotif.



A. Pengertian Sistem Hidrolik dan Pneumatik

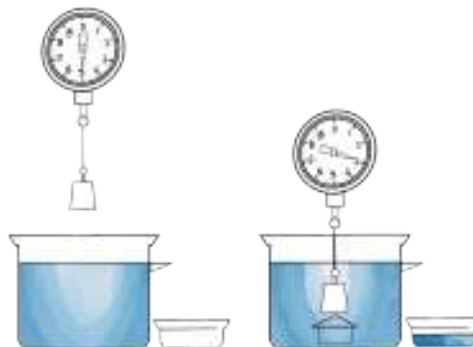
Sebelum kamu belajar prinsip kerja sistem hidrolik dan pneumatik, sebaiknya kalian memahami pengertian sistem tersebut. Berikut ini adalah penjelasan tentang pengertian sistem hidrolik dan pneumatik.

1. Pengertian Sistem Hidrolik

Kata hidrolik berasal dari bahasa *Greek* atau Yunani. Kata hidrolik menurut bahasa tersebut adalah *hydro* dan *aulos* yang berarti cairan dan pipa. Sistem hidrolik merupakan serangkaian komponen yang berfungsi untuk mengolah energi gerak dengan memanfaatkan cairan, dalam meneruskan dan meningkatkan energi yang digunakan sesuai kebutuhan. Hukum yang berhubungan dengan cairan, yaitu:

a. Hukum *Archimedes*

Setiap benda yang dicelupkan ke dalam cairan, baik sebagian maupun keseluruhan akan mengalami gaya dorong ke atas (gaya apung), seperti pada gambar berikut.



Gambar 5.1 Penerapan Konsep Hukum Archimedes



b. Hukum Pascal

Hukum *pascal* menyatakan bahwa tekanan yang diberikan pada fluida dalam sebuah wadah tertutup, tekanannya akan diteruskan sama besar dan merata ke semua arah. Berikut ini adalah rumus hukum *pascal* dan gambar penerapan konsep hukum tersebut.

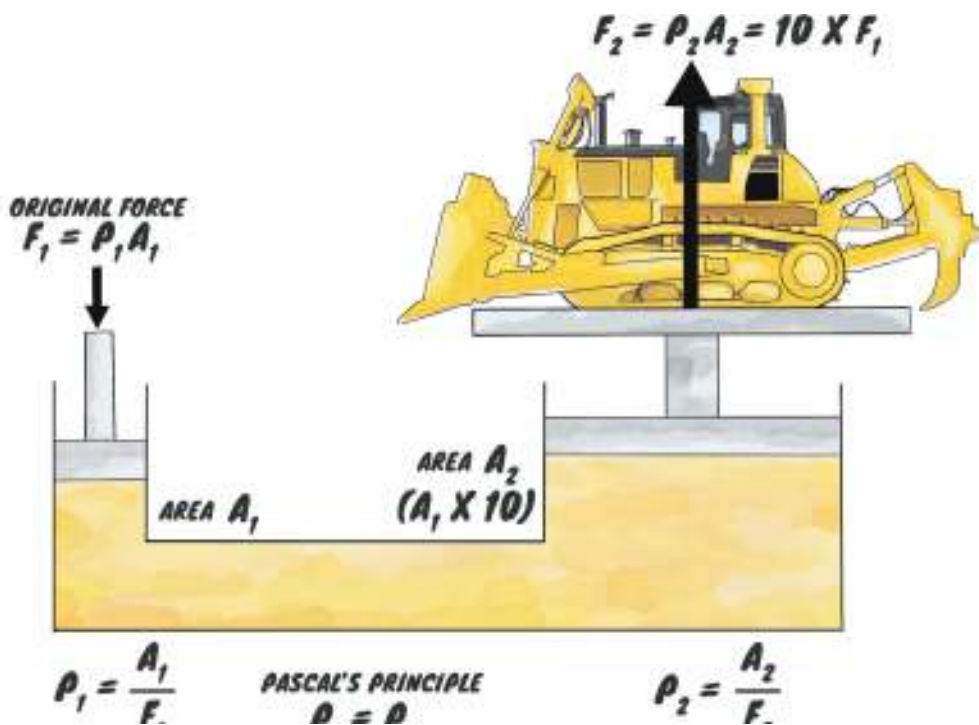
$$F = P \times A$$

Keterangan:

F = Gaya/force (Kg)

P = Tekanan/pressure (Kg/Cm²)

A = Luas penampang/area (Cm²)



Gambar 5.2 Penerapan Konsep Hukum Pascal

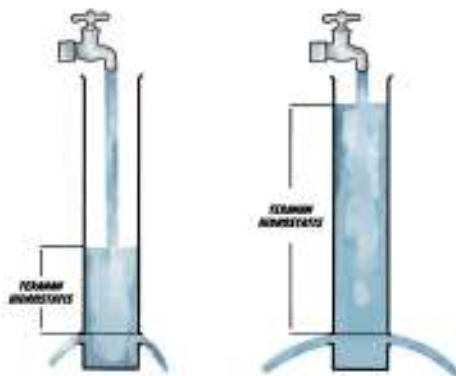
Berikut tabel satuan tekanan yang umum digunakan pada sistem hidrolik.

Tabel 5.1 Satuan Tekanan

Atmosfer	Milibar	Bar	Torr (mm of Hg)	Micron (miliTorr)	PSI	Pascal
1	1013	1,013	760	760.000	14.689	101.300
0.98716683	1000	1	750	750.000	14.5	100.000
0.78973345	800	0,8	600	600.000	11.6	80.000
0.52615992	533	0,533	399,75	399.750	7,729	53.000
0.26357354	267	0,267	200,25	200.250	3.872	26.700
0.13129319	133	0,133	99,75	99.750	1,929	13.300
0.05923001	60	0,06	45	45.000	0,870	6.000
0.0266535	27	0,027	20.25	20.250	0,392	2.700
0.00131293	1,33	0,00133	0,9975	997,5	0,019	133
0.00091807	0,93	0,00093	0,6975	697,5	0,013	93

c. Hukum Hidrostatik

Hukum hidrostatik menyatakan bahwa tekanan hidrostatik pada sembarang titik yang terletak pada bidang mendatar di dalam wadah suatu jenis zat cair sejenis dalam keadaan seimbang adalah sama. Berikut ini adalah gambar hukum hidrostatik.



Gambar 5.3 Hukum Hidrostatik



Dari penjelasan tersebut dapat disimpulkan bahwa sistem hidrolik adalah suatu bentuk perubahan atau pemindahan daya dengan menggunakan media penghantar berupa fluida cair untuk memperoleh daya yang lebih besar dari daya awal yang dikeluarkan. Fluida diubah tekanannya oleh pompa hidrolik yang kemudian diteruskan ke komponen silinder kerja melalui pipa-pipa saluran dan katup-katup. Oleh karena itu, tercipta gerakan translasi batang piston dari silinder kerja yang diakibatkan oleh tekanan fluida pada ruang silinder yang dimanfaatkan untuk gerak maju dan mundur.

Penggunaan sistem hidrolik antara lain:

- alat angkat (*dongkrak, carlift, engine crane*);
- alat berat (*excavator, dump truck, dan lain sebagainya*); dan
- sistem rem dan sistem kemudi pada kendaraan.

2. Pengertian Sistem Pneumatik

Kata pneumatik berasal dari bahasa Yunani “*pneuma*” yang berarti napas atau udara. Dengan kata lain, sistem pneumatik merupakan pemanfaatan udara bertekanan sebagai penggerak. Berikut ini adalah gambar sistem pneumatik.



Gambar 5.4 Sistem Pneumatik

Penggunaan sistem pneumatik banyak digunakan pada industri medis, yaitu pada alat pengemasan dan robotika. Peralatan pneumatik pada otomotif digunakan pada *tire changer* dan alat lainnya. Berikut ini adalah gambar *tire changer pneumatic*.



Gambar 5.5 *Tire Changer Pneumatic*



B. Prinsip Kerja Sistem Hidrolik dan Pneumatik

Setelah kamu mengetahui pengertian sistem hidrolik dan pneumatik, sekarang kamu belajar tentang prinsip kerja sistem tersebut. Prinsip kerja sistem hidrolik dan pneumatik dipaparkan berikut.

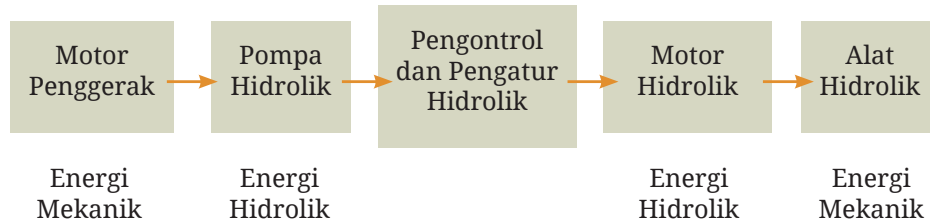
1. Prinsip Kerja Sistem Hidrolik

Sistem hidrolik bekerja berdasarkan hukum pascal yang menyatakan bahwa tekanan dalam fluida statis memiliki sifat-sifat sebagai berikut.



- Tekanan bekerja tegak lurus pada permukaan bidang.
- Tekanan di semua titik ke segala arah besarnya sama.
- Tekanan yang dikenakan ke sebagian zat cair dalam tempat tertutup, akan segera merambat secara beragam ke bagian lainnya pada zat cair.

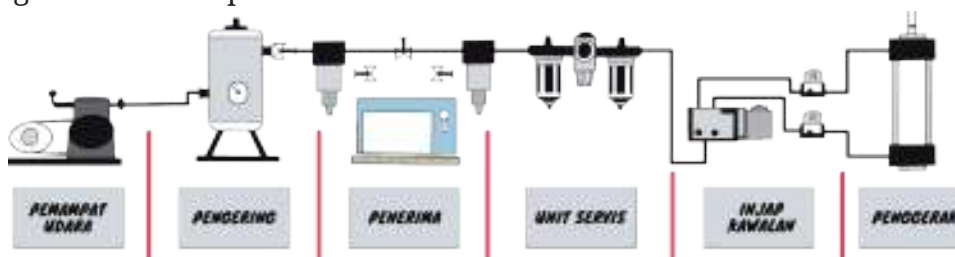
Berikut ini adalah gambar prinsip kerja sistem hidrolik.



Gambar 5.6 Prinsip Kerja Sistem Hidrolik

2. Prinsip Kerja Sistem Pneumatik

Pada dasarnya, prinsip kerja dari sistem pneumatik adalah pemanfaatan udara terkompresi menjadi suatu gerakan translasi pada *plunger* atau piston untuk pengaplikasian yang lebih banyak. Hal tersebut dinilai jauh lebih efisien dan praktis. Berikut ini adalah gambar sistem pneumatik.



Gambar 5.7 Sistem Pneumatik

3. Kelebihan dan Kekurangan Sistem Hidrolik dan Pneumatik

Ada kelebihan dan kekurangan antara penggunaan sistem hidrolik dengan sistem pneumatik. Kelebihan dan kekurangan tersebut adalah berikut.

a. Kelebihan dan Kekurangan Sistem Hidrolik

Kelebihan sistem hidrolik antara lain:

- 1) menghasilkan tenaga yang besar dengan ukuran alat yang kecil,
- 2) usia peralatan yang lebih awet karena dapat melumasi sendiri pada bagian tertentu,
- 3) suara yang ditimbulkan rendah, dan
- 4) pengaturan gerakan lebih mudah.

Kekurangan sistem hidrolik antara lain:

- 1) komponen yang cenderung mahal termasuk cairan oli,
- 2) komponen sistem hidrolik sangat peka terhadap cuaca yang mengakibatkan korosi, dan
- 3) memerlukan perawatan yang intensif terhadap kotoran yang dapat mengakibatkan kebocoran sistem.

b. Kelebihan dan Kekurangan Sistem Pneumatik

Kelebihan sistem pneumatik antara lain:

- 1) ketersediaan udara yang tidak terbatas,
- 2) dapat digunakan semua temperatur dan berbagai kondisi,
- 3) tidak mudah terbakar sehingga aman,
- 4) bersih dan kering, dan
- 5) tenaga tekan dapat disimpan pada tabung.

Kekurangan sistem pneumatik antara lain:

- 1) mudah terjadi kebocoran,
- 2) mudah mengembun,
- 3) menimbulkan suara bising,
- 4) memerlukan instalasi penghasil udara bertekanan, dan
- 5) memiliki tenaga dan gaya terbatas.



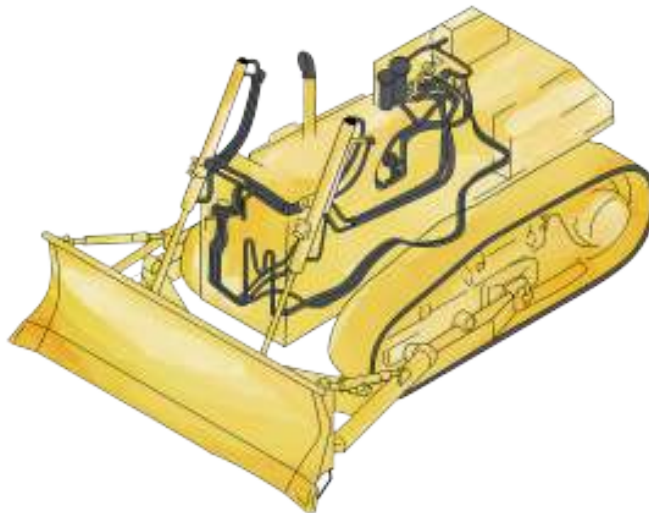


C. Komponen Sistem Hidrolik dan Pneumatik

Setelah kamu belajar tentang prinsip kerja sistem hidrolik dan pneumatik, sekarang kamu belajar komponen sistem hidrolik dan pneumatik. Komponen sistem tersebut dipaparkan berikut.

1. Komponen Sistem Hidrolik

Komponen sistem hidrolik tergantung dari jenis alat yang digunakan sehingga akan berbeda antara satu sistem dengan sistem yang lain sesuai dengan penggunaan alat hidrolik tersebut. Berikut ini adalah gambar komponen sistem hidrolik.



Gambar 5.8 Komponen Sistem Hidrolik pada Bulldozer
Sumber: Hydraulic System UTS SOBAT/United Tractors

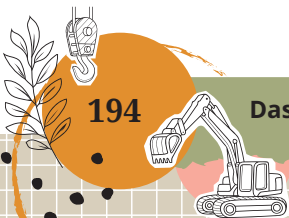
Komponen utama dari sistem hidrolik antara lain berikut.

a. Oli Hidrolik

Oli hidrolik merupakan komponen utama sistem hidrolik yang mempunyai fungsi sebagai berikut.

1) Meneruskan Tenaga (*Transmitting Power*)

Oli hidrolik sangat baik dan efisien dalam meneruskan tenaga karena sifatnya tidak dapat dimampatkan.



2) Penyekat (*Sealing*)

Adanya tingkat kekentalan oli hidrolis sehingga mampu melapisi dan menutupi bagian komponen yang bergerak.

3) Mendinginkan (*Cooling*)

Oli hidrolis yang bersirkulasi dapat mendinginkan sistem hidrolis sehingga temperatur suhu tetap terjaga.

Beberapa contoh oli hidrolis yang digunakan dalam sistem dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel. 5.2 Oli Hidrolis

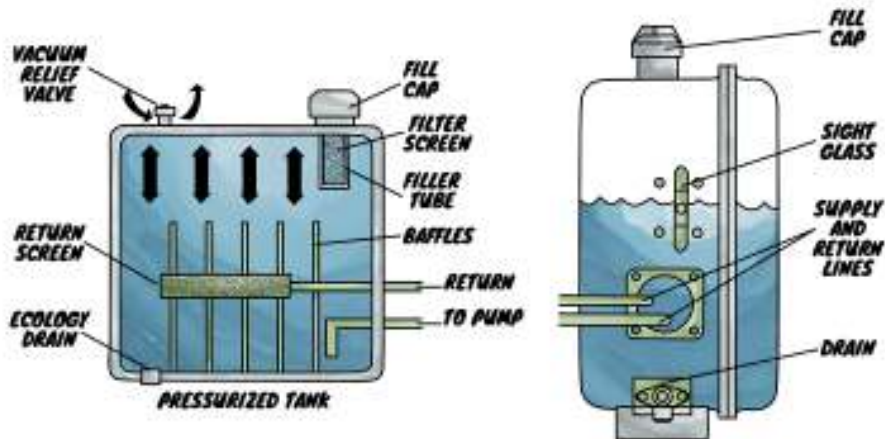
RESERVOIR	KIND OF FLUID	AMBIENT TEMPERATURE								CAPACITY (ℓ)	
		-22 -30	-4 -20	14 -10	32 0	50 10	68 20	86 30	104°F 40°C	Specified	Refill
Engine oil pan	Engine oil	SAE 30								26.3	24
		SAE 10W									
		SAE 10W-30									
		SAE 15W-40									
Damper case	Engine oil									0.75	—
Swing machinery case										6.6	6.6
Final drive case (each side)		SAE 30								4.7	4.5
Idler (1 each)										0.07-0.08	0.07-0.08
Track roller (1 each)										0.19-0.20	0.19-0.20
Carrier roller (1 each)										0.075-0.085	0.075-0.085
Hydraulic system		Hydraulic oil	SAE 10W								240
	SAE 10W-30										
	SAE 15W-40										
Fuel tank	Diesel fuel	H046-HM (★)								400	—
		ASTM D975 No. 2									
Cooling system	Coolant	Add antifreeze								PC200, PC200LC-7	PC200, PC200LC-7
										22.4	22.4
										PC220, PC220LC-7	PC220, PC220LC-7
										30.9	30.9

★ For the H-046-HM, use the oil recommended by Komatsu.



b. Tangki Hidrolik

Tangki hidrolik mempunyai dua bentuk yang umumnya digunakan, yaitu: tangki bertekanan dan tangki tidak bertekanan. Tangki bertekanan mempunyai tingkat tekanan yang dibatasi dan tekanan yang tidak dibatasi. Tangki tidak bertekanan berhubungan dengan udara di luar tangki sehingga tekanannya sama. Berikut ini adalah gambar tangki hidrolik bertekanan.



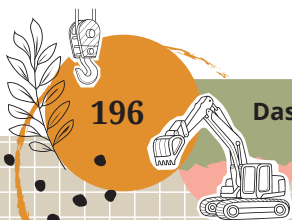
Gambar 5.9 Tangki Hidrolik Bertekanan

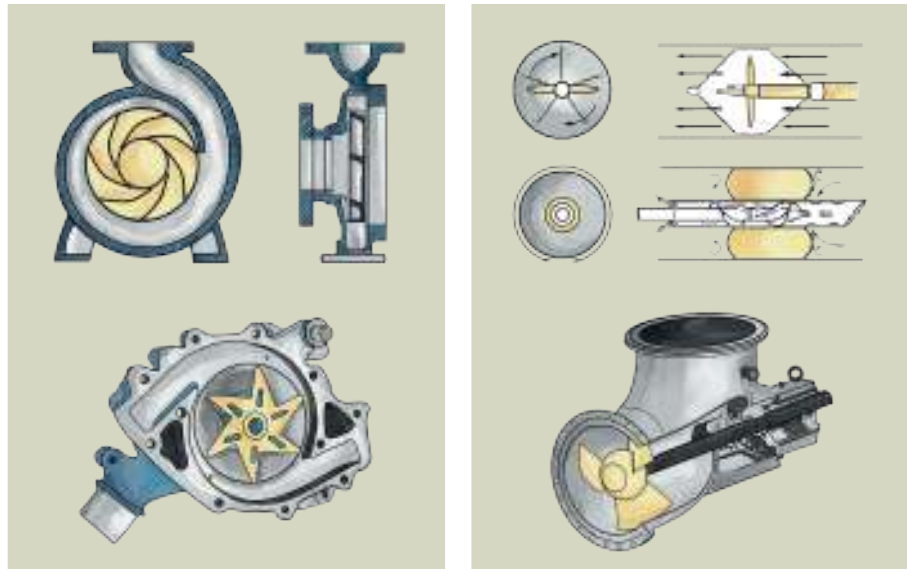
Tangki hidrolik sendiri dalam sistem mempunyai beberapa fungsi antara lain:

- 1) sebagai tempat penampung/penyediaan oli,
- 2) sebagai pendingin oli yang kembali dari sistem, dan
- 3) pada jenis tertentu sebagai tempat kedudukan *control valve*.

c. Pompa Hidrolik

Fungsi dari pompa hidrolik pada dasarnya adalah untuk memindahkan cairan oli hidrolik. Pada kondisi tertentu pompa hidrolik tidak hanya memindahkan oli hidrolik, tetapi juga harus memenuhi tekanan tertentu pada oli hidrolik yang dipindahkan. Oleh karena itu, jenis pompa hidrolik dapat dibedakan menjadi dua, yaitu: *positive displacement* dan *nonpositive displacement*. Berikut ini adalah gambar kedua pompa tersebut.

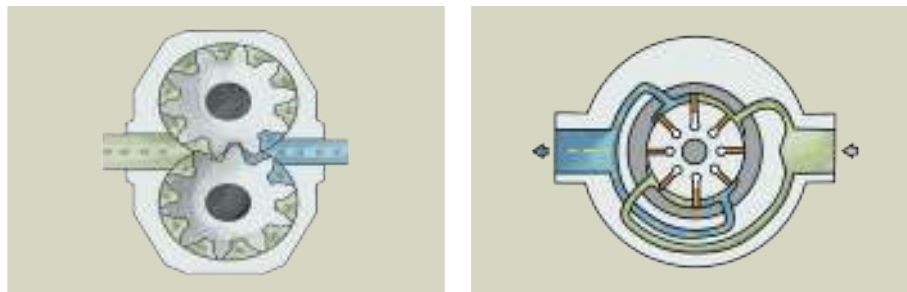




Centrifugal Pump

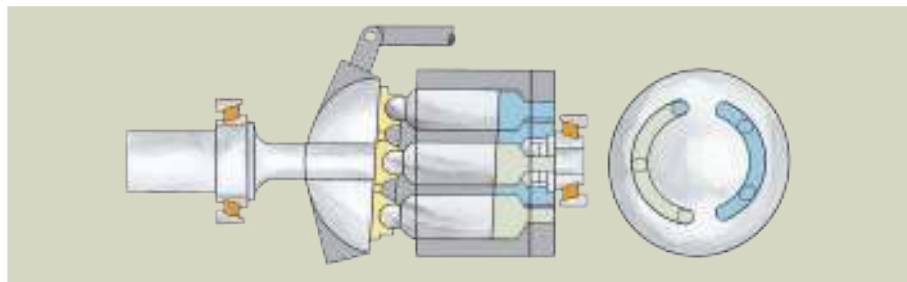
Propeller Pump

Gambar 5.10 Pompa Hidrolik *Non Positive Displacement*



Gear Pump

Vane Pump



Piston Pump

Gambar 5.11 Pompa Hidrolik *Positive Displacement*

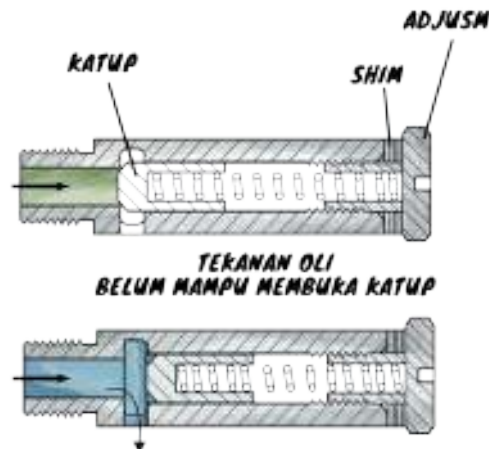


d. Katup Pengontrol

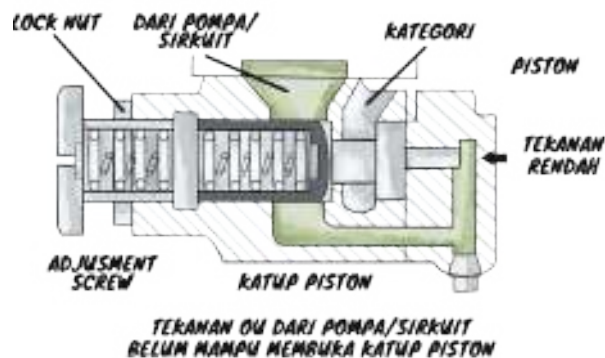
Katup pengontrol adalah komponen yang berfungsi mengatur aliran oli hidrolik. Pada umumnya, katup pengontrol dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu sebagai berikut.

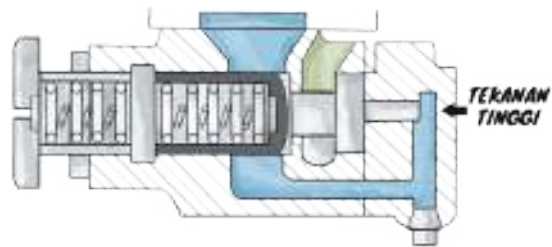
1) *Pressure Control Valve*

Pressure control valve merupakan katup pengontrol yang bekerja berdasarkan tekanan oli hidrolik. Katup ini akan membuka dan mengalirkan kembali oli hidrolik ke tangki pada tekanan yang telah ditentukan. Katup pengontrol tekanan mempunyai beberapa tipe di antaranya: tipe poppet, piston, dan pilot. Berikut ini adalah gambar tipe-tipe tersebut.



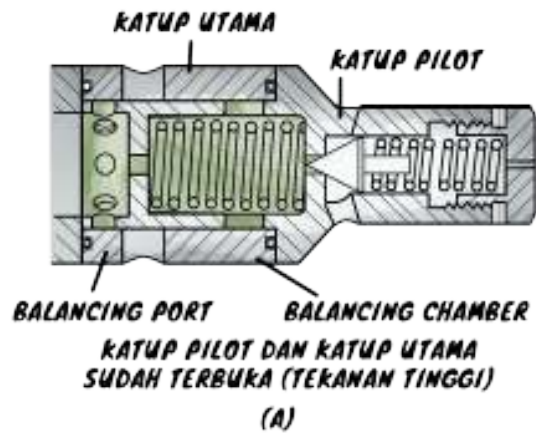
Gambar 5.12 Katup Pengontrol Tipe Poppet





TEKANAN DI DARI POMPA/SIRKUIT
SUDAH MAMPU MEMBUKA KATUP PISTON

Gambar 5.13 Katup Pengontrol Tipe Piston



Gambar 5.14 Katup Pengontrol Tipe Pilot

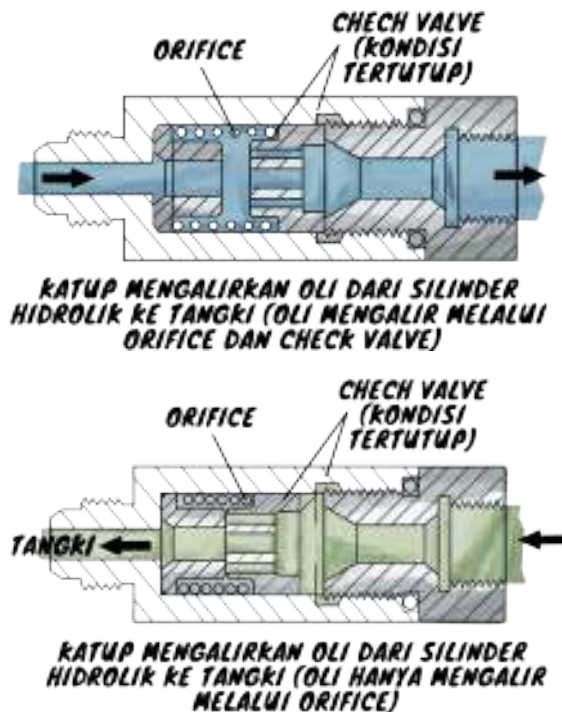


2) Flow Control Valve

Flow control valve merupakan katup pengontrol aliran oli hidrolik sesuai dengan jumlah aliran oli. Jenis katup pengontrol ini antara lain sebagai berikut.

a) Throttle Valve

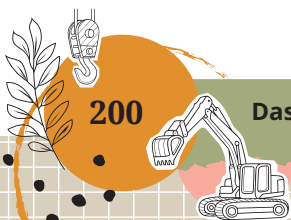
Throttle valve merupakan katup yang memungkinkan mengalirkan oli hidrolik secara bolak-balik, tetapi saluran balik akan diperlambat dengan cara mempersempit saluran. Berikut ini adalah gambar *throttle valve*.

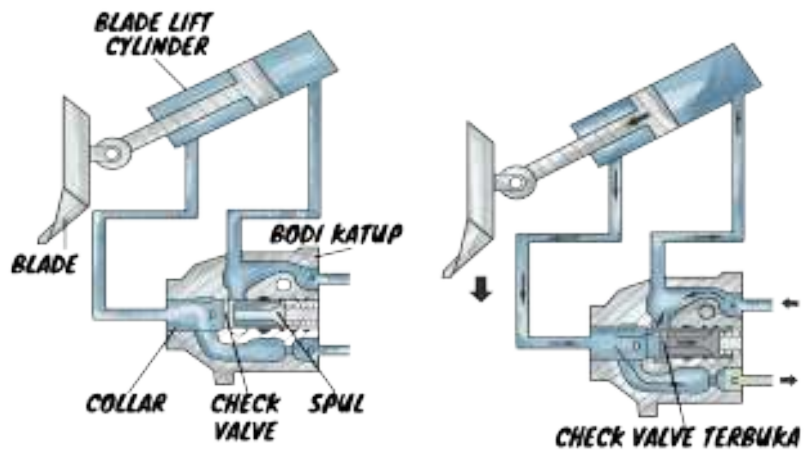


Gambar 5.15 Throttle Valve

b) Quick Drop Valve

Quick drop valve merupakan katup yang bekerja pada alat berat, seperti *buldoser* sehingga memungkinkan *blade* dapat bergerak turun dengan cepat tanpa menaikkan putaran pompa hidrolik. Berikut ini adalah gambar alat tersebut.

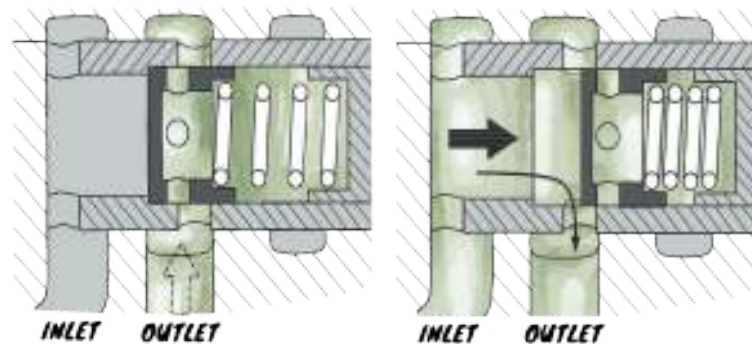




Gambar 5.16 Quick Drop Valve

c) *Check Valve*

Check valve merupakan komponen katup yang mengatur aliran oli hanya dapat mengalir satu arah. Berikut ini adalah gambar alat tersebut.

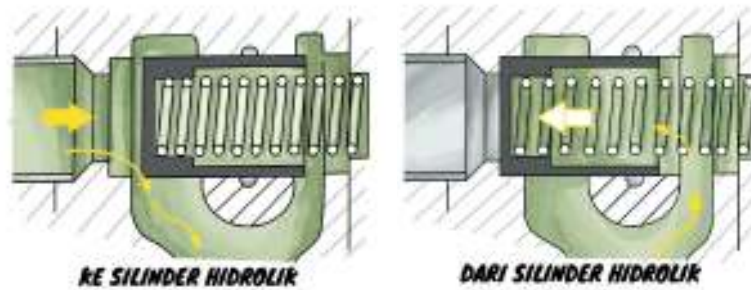


Gambar 5.17 Check Valve

d) *Suction Valve*

Katup ini bekerja hanya satu arah. Biasanya, katup ini bekerja pada saat kevakuman pada silinder hidrolik yang mengakibatkan oli akan terhisap dari tangki menuju silinder dan tidak berlaku sebaliknya. Berikut ini adalah gambar alat tersebut.





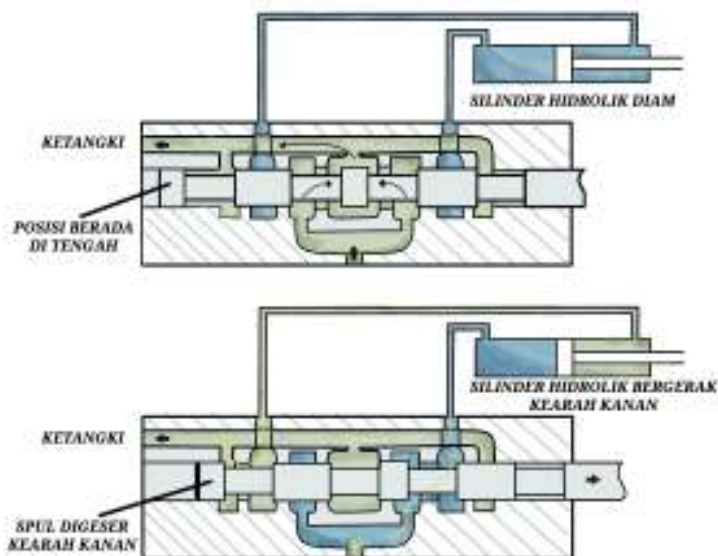
Gambar 5.18 Suction Valve

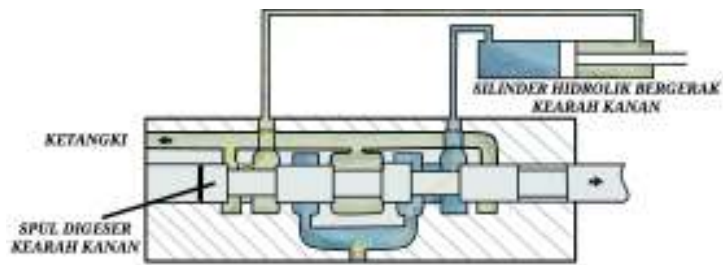
3) Directional Control Valve

Directional control valve merupakan komponen katup pengarah aliran oli hidrolik menuju aktuator dengan dua atau lebih saluran *output* dan satu atau lebih saluran *input*. Dengan kata lain, katup ini digunakan oleh operator untuk mengontrol pergerakan alat hidrolik. Berikut ini adalah pengontrolan alat tersebut.

a) Pengontrolan Katup dengan *Spul Geser*

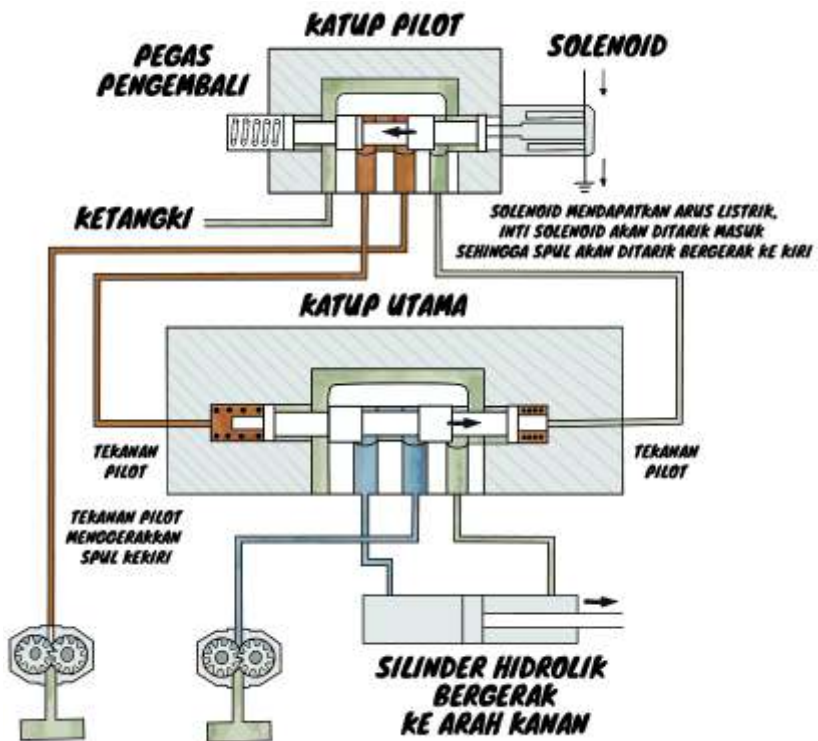
Pengontrolan ini adalah pengontrolan aliran oli hidrolik yang menggunakan cara menggeser *spul* sehingga dapat menggerakkan aktuator seperti pada gambar berikut.





Gambar 5.19 Spool Valve

- b) Pengontrolan dengan Spul Elektronik
 Pengontrolan spul dengan menggunakan elektronik sering disebut dengan istilah solenoid sehingga memungkinkan sistem hidrolis dapat dikontrol secara otomatis. Berikut ini adalah gambar pengontrolan tersebut.



Gambar 5.20 Electro Hydraulic Control



e. Aktuator Hidrolik

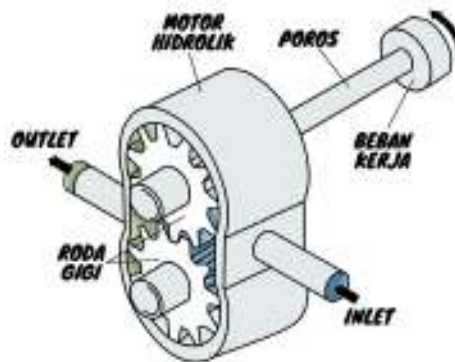
Aktuator hidrolik merupakan alat yang berfungsi untuk mengubah tenaga tekan hidrolik menjadi tenaga mekanik. Secara umum, aktuator terdapat dua macam, yaitu: motor hidrolik dan silinder hidrolik.

1) Motor Hidrolik

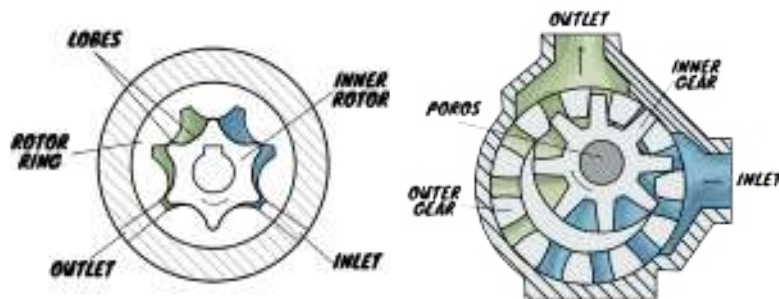
Motor hidrolik adalah alat yang mengubah tekanan hidrolik menjadi gerak putar. Cara kerjanya adalah kebalikan dari pompa hidrolik. Berikut ini beberapa jenis motor hidrolik yang umum digunakan.

a) *Type Gear Motor*

Tipe tersebut merupakan motor hidrolik dengan kecepatan sesuai dengan kecepatan aliran oli. Ada jenis *gear motor*, seperti pada gambar berikut.



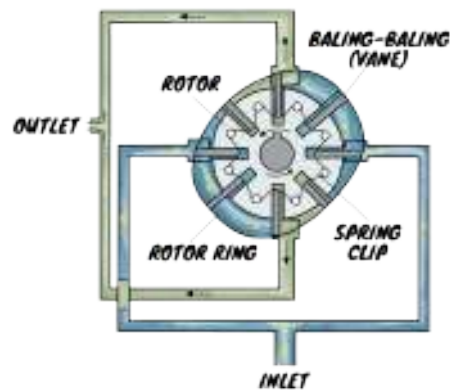
Gambar 5.21 External Gear Motor



Gambar 5.22 Internal Gear Motor

b) *Typet Balance Vane Motor*

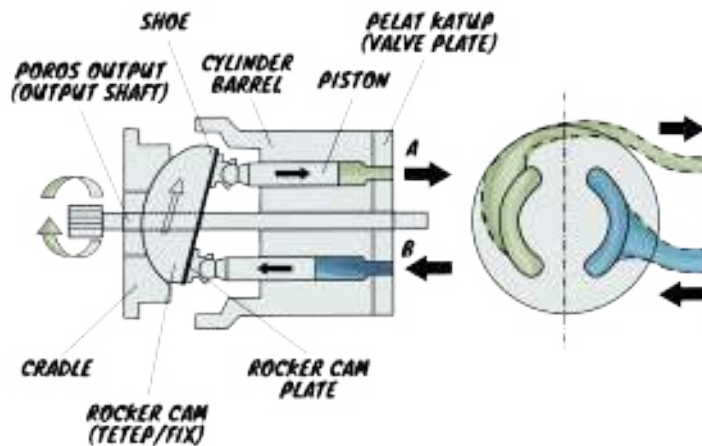
Typet balance vane motor merupakan tipe motor hidrolik yang efisien pada tekanan oli hidrolik rendah serta baling-baling yang dilindungi dari abrasif. Berikut ini adalah gambar tipe tersebut.



Gambar 5.23 *Typet Balance Vane Motor*

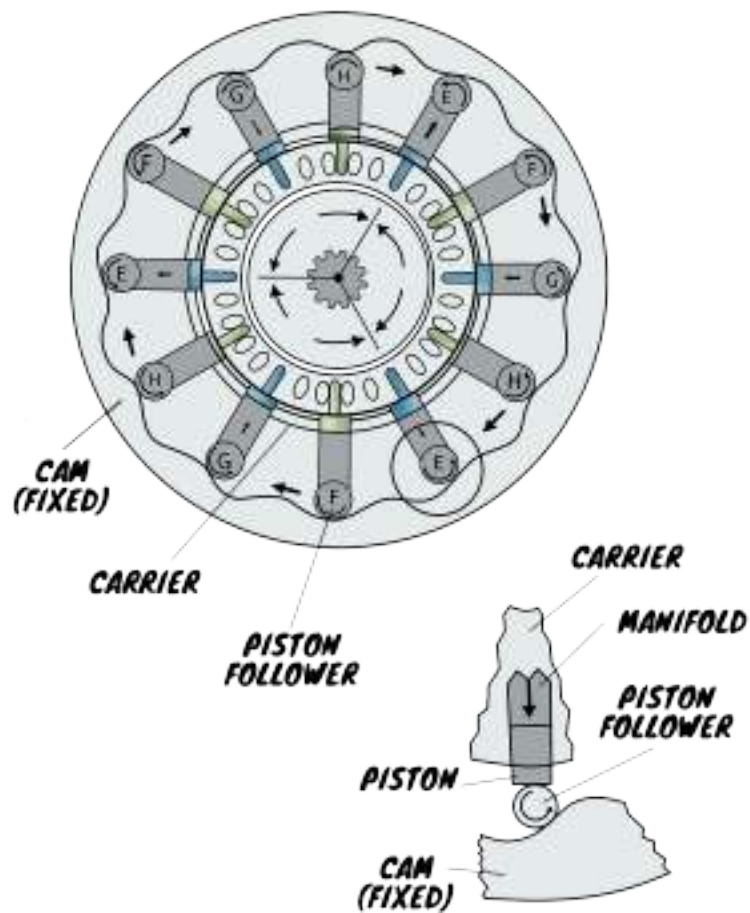
c) Tipe Piston Motor

Tipe piston motor merupakan jenis motor hidrolik yang mempunyai beberapa piston yang mampu memutar poros dalam kerjanya. Berikut ini adalah gambar tipe tersebut.



Gambar 5.24 *Type Axial Variable Piston Motor*





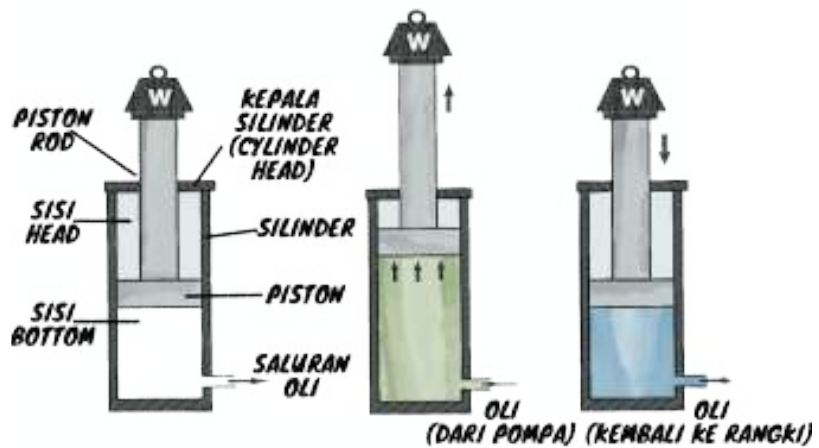
Gambar 5.25 Type Radial Piston Motor

2) Silinder Hidrolik

Silinder hidrolik merupakan alat yang mengubah tekanan hidrolik menjadi gerak liner (gerakan maju-mundur atau naik-turun). Ada beberapa tipe silinder hidrolik yang umum digunakan antara lain sebagai berikut.

a) Type Single Acting

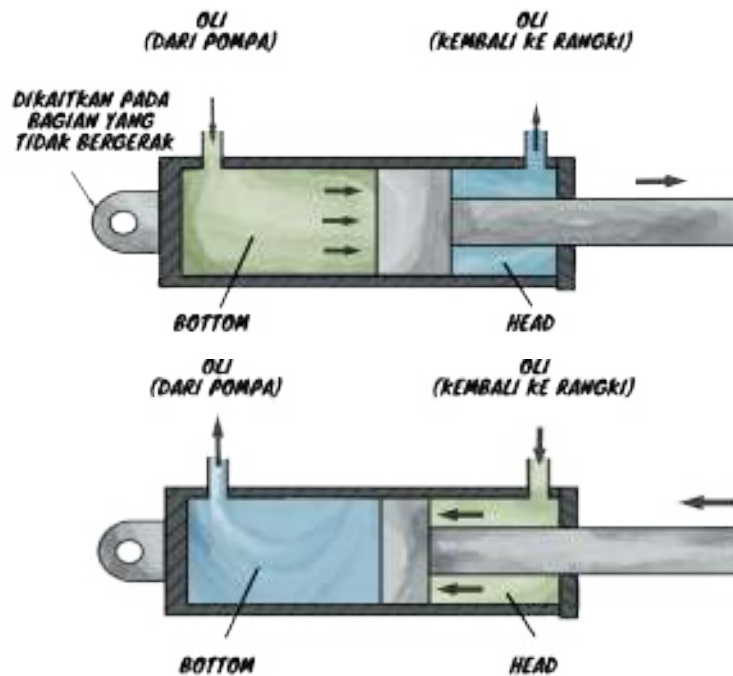
Tipe ini merupakan silinder yang mempunyai gaya dorong satu sisi saja sehingga dapat bergerak memanjang (*extend*) dan akan bergerak kembali (*retract*) karena beratnya beban komponen tersebut. Berikut ini adalah gambar tipe tersebut.



Gambar 5.26 Type Single Acting Cylinder

b) Type Double Acting

Type ini merupakan silinder dengan gaya dorong dua arah sehingga mampu menahan beban pada kedua arah tersebut. Silinder ini sering diaplikasikan pada ekskavator dan bulldozer. Berikut ini adalah gambar tipe tersebut.

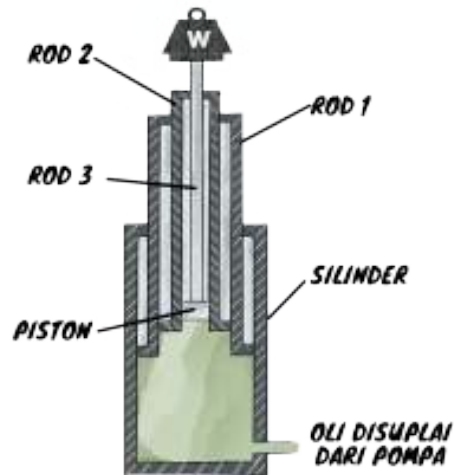


Gambar 5.27 Type Double Acting Cylinder



c) *Telescopic Cylinder Type*

Tipe silinder ini hampir sama dengan *Type single acting cylinder*. Pada tipe ini terdapat beberapa rod sehingga memungkinkan dapat mendorong dengan jarak lebih jauh atau panjang. Berikut ini adalah gambar tipe tersebut.



Gambar 5.28 *Telescopic Cylinder Type*

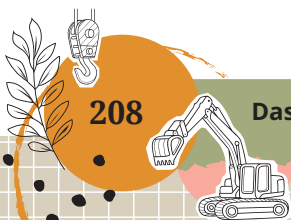
2. Komponen Sistem Pneumatik

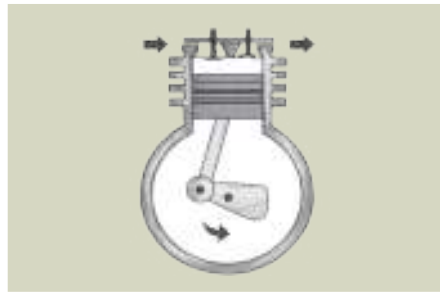
Komponen sistem pneumatik hampir sama cara kerjanya dengan komponen hidrolik. Namun, sistem pneumatik menggunakan udara bertekanan, sedangkan sistem hidrolik menggunakan cairan. Beberapa komponen sistem pneumatik antara lain berikut.

a. Kompresor

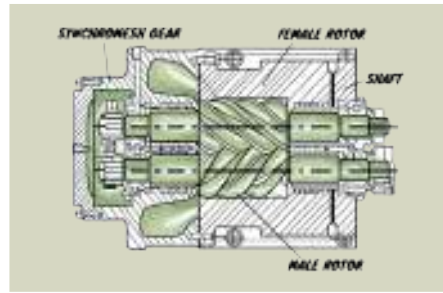
Kompresor merupakan alat yang digunakan untuk menghasilkan fluida bertekanan atau memanfaatkan fluida. Pada sistem pneumatik, kompresor menghisap udara dari luar atau tekanan atmosfer dan memberikan tekanan lebih tinggi. Kompresor biasanya dilengkapi dengan tangki penampung udara bertekanan.

Beberapa tipe kompresor yang sering digunakan dapat dilihat pada gambar berikut.

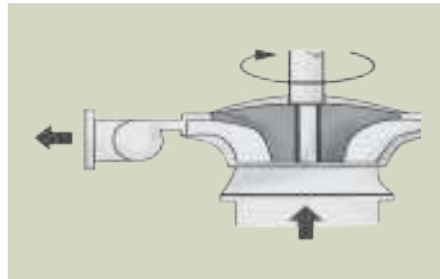




Kompresor Piston



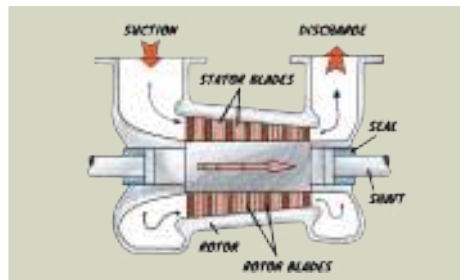
Kompresor Sekrup



Kompresor Radial



Kompresor Sudu Geser



Kompresor Aksial

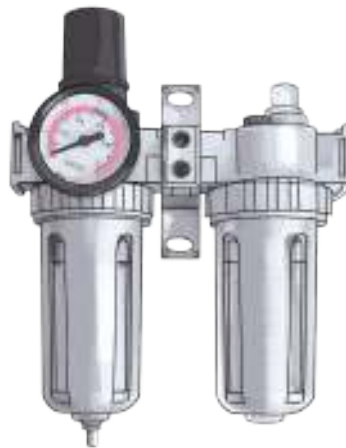
Gambar 5.29 Tipe Kompresor

b. Saringan/Filter

1) Oil and Water Trap

Fungsi *oil and water trap* adalah sebagai pemisah oli dan air dari udara yang masuk melalui kompresor. Jumlah air persentasenya sangat kecil dalam udara yang masuk ke dalam sistem pneumatik, tetapi dapat menjadi penyebab serius, seperti sistem yang tidak berfungsi lagi. Berikut ini adalah gambar *oil and water trap*.





Gambar 5.30 Oil dan Water Trap

2) *Dehydrator*

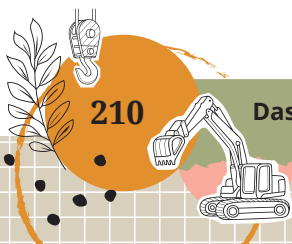
Fungsi unit ini adalah sebagai pemisah kimia untuk memisahkan sisa uap lembab yang tertinggal saat udara melewati unit *oil* dan *water trap*. Berikut ini adalah gambar alat tersebut.



Gambar 5.31 Filter Dehydrator

3) Air Filter

Setelah udara yang dikompresi melewati unit *oil* dan *water trap* serta unit *dehydrator*, udara yang dikompresi akan melewati *Filter* untuk memisahkan udara dari kemungkinan adanya debu dan kotoran yang terdapat dalam udara. Berikut ini adalah gambar alat tersebut.

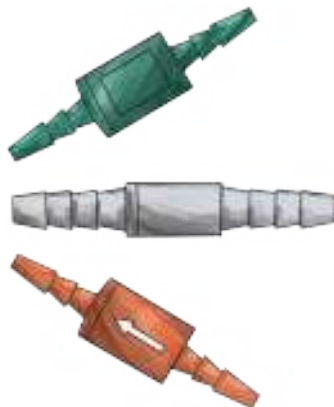




Gambar 5.32 Air Filter

c. Restrictor

Restrictor adalah tipe dari pengontrol *klep* yang digunakan dalam sistem pneumatik. *Restrictor* yang biasa digunakan ada dua tipe, yaitu: tipe *orifice* dan *variable restrictor*. Berikut ini adalah gambar kedua tipe tersebut.



Gambar 5.33
Restrictor Tipe Orifice



Gambar 5.34 *Restrictor Tipe Variable Restrictor*

d. Katup Pengontrol

Katup pada sistem pneumatik dapat mengontrol dengan cara mekanik dan elektrik seperti berikut.



1) Katup Mekanik

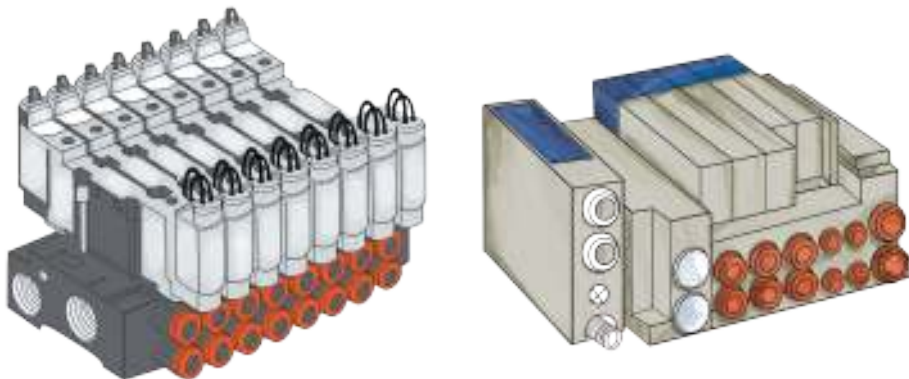
Katup mekanik merupakan katup yang pengontrolnya dilakukan secara mekanik. Katup ini terdapat jenis dan bentuknya disesuaikan kebutuhan. Berikut ini adalah gambar katup mekanik.



Gambar 5.35 Katup Mekanik

2) Katup Elektrikal

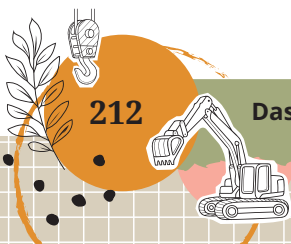
Katup elektrikal merupakan katup yang pengontrolnya menggunakan elektrikal sehingga memungkinkan untuk dapat dikontrol secara otomatis.



Gambar 5.36 Katup Solenoid

e. Aktuator

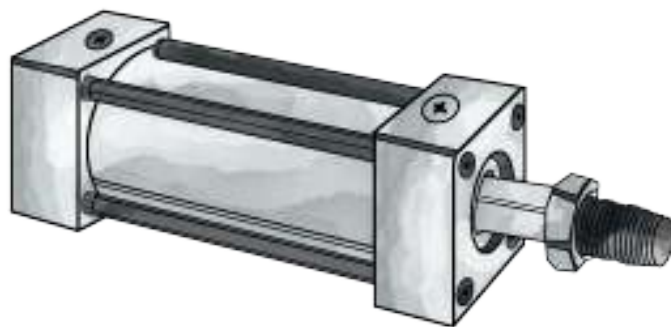
Seperti halnya pada sistem hidrolik, sistem pneumatik juga mempunyai beberapa jenis aktuator yang sangat bermacam-



macam fungsinya. Contoh aktuator pneumatik antara lain: *air cylinder*, *rotary air actuator*, dan *air slide*. Berikut ini adalah gambar aktuator tersebut.

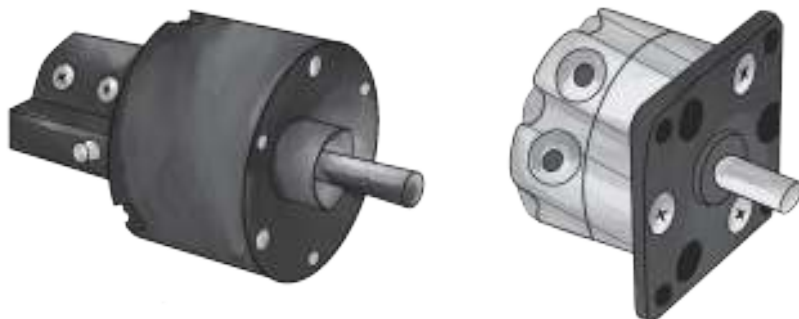


Double Acting Cylinder



Tie Rod Air Cylinder

Gambar 5.37 Silinder Pneumatik





Gambar 5.38 Rotary Pneumatik



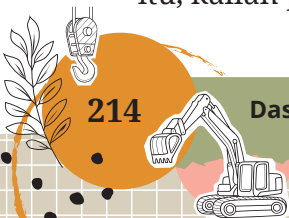
Tie Rod Air Cylinder

Gambar 5.39 Air Slide Pneumatik



D. Rangkaian Sistem Hidrolik dan Pneumatik

Pada sebuah rangkaian diperlukan adanya gambar sehingga mempermudah dalam proses perawatan dan perbaikan, begitu juga pada sebuah rangkaian sistem hidrolik dan pneumatik. Oleh karena itu, kalian perlu mempelajari berbagai simbol setiap komponen.



Beberapa simbol komponen yang dihubungkan akan membentuk suatu diagram rangkaian (*circuit diagram*). Dengan adanya diagram rangkaian tersebut, kamu dapat menentukan desain rancangan suatu rangkaian sistem hidrolik atau pneumatik sesuai kebutuhan. Hal yang penting untuk diperhatikan dalam menentukan rangkaian antara lain:

- tujuan penggunaan rangkaian;
- ketersediaan komponen;
- sambungan antarkomponen, baik elektrikal, pneumatik, maupun hidroliknya; dan
- tekanan kerja yang dibutuhkan.






1. Simbol Rangkaian Sistem Hidrolik

Simbol rangkaian sistem hidrolik digunakan untuk merancang sistem sebelum komponen tersebut digunakan. Simbol dari sistem hidrolik antara lain berikut.






a. Simbol Penghubung

Simbol penghubung dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 5.3 Simbol Penghubung

Simbol	Nama	Keterangan
	Jalur utama (<i>Working/main line</i>)	Jalur utama fluida hidrolik
	Jalur pilot control (<i>Pilot control line</i>)	Jalur pilot control (control line)
	Sambungan mekanikal (<i>Mechanical Connection</i>)	Digunakan untuk menggambarkan sambungan mekanika seperti <i>lever</i> , <i>shaft</i> , <i>rod</i> dll.
 	Arah aliran fluida (<i>Flow Direction</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Simbol anak panah yang berwarna hitam menggambarkan arah aliran oli • Simbol anak panah yang berwarna putih menggambarkan arah aliran udara





Simbol	Nama	Keterangan
	Jalur fluida tidak berhubungan (<i>Crossing Line</i>)	Menggambar dua jalur yang tidak saling berhubungan
	Jalur fluida berhubungan (<i>Joining Line</i>)	Menggambarkan dua jalur yang saling berhubungan
	Hose yang fleksibel (<i>Flexibel Line</i>)	Menggambarkan saluran fluida hidrolik yang fleksibel
	Saluran tertutup atau <i>Port</i>	
	<i>Take Off part</i> (<i>Plugged Connection</i>)	Part ini normalnya dalam kondisi tertutup. Jika di dalam simbol disertakan simbol <i>pressure gauge</i> , maka hal ini menggambarkan adanya <i>pressure gauge</i> yang terpasang pada <i>take off part</i> .

b. Simbol Pompa Hidrolik

Simbol pompa hidrolik dapat dilihat pada tabel berikut.



Tabel 5.4 Simbol Pompa Hidrolik

Simbol	Nama	Keterangan
	<i>Fixed Displacement Pump</i>	Merupakan jenis pompa yang memindahkan cairan secara tetap atau volume cairan tidak dapat dirubah.
	<i>Variable Displacement Pump</i>	Tanda anak panah yang terdapat pada simbol pompa, menunjukkan bahwa pompa tersebut jenis <i>variable displacement</i> .

c. Simbol Motor Hidrolik

Simbol motor hidrolik dapat dilihat pada tabel berikut.




Tabel 5.5 Simbol Motor Hidrolik

Simbol	Nama	Keterangan
	<i>Fixed Displacement Motor Bidirectional</i>	Motor yang memindahkan cairan secara dua arah.
	<i>Variable Displacement Motor Bidirectional</i>	Tanda anak panah yang terdapat pada simbol motor, menunjukkan bahwa motor tersebut jenis <i>variable bidirectional</i>

d. Simbol Silinder

Simbol silinder dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 5.6 Simbol Silinder





Simbol	Nama	Keterangan
	<i>Double Acting Cylinder</i>	Silinder hidrolik dengan <i>double acting</i>
	<i>Single Acting Cylinder</i>	Silinder hidrolik dengan <i>single acting</i>
	<i>Diaphragm Cylinder</i>	Silinder tipe diaphragma



e. Simbol Tangki Hidrolik

Simbol tangki hidrolik dapat dilihat pada tabel berikut.




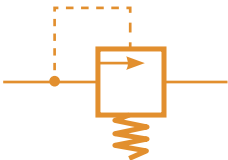
Tabel 5.7 Simbol Tangki Hidrolik

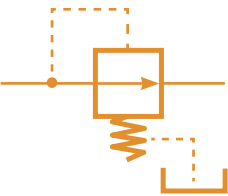
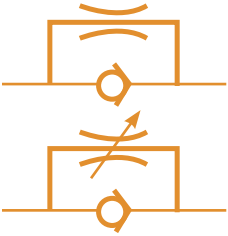
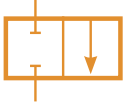
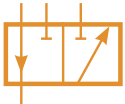




Simbol	Nama	Keterangan
	<i>Vented Reservoir</i>	Tangki hidrolik yang memiliki lubang ventilasi
	<i>Pressurized Reservoir</i>	Tangki hidrolik bertekanan
 	<i>Reservoir Return</i>	<ul style="list-style-type: none"> Pipa saluran pengembali berada di atas level fluida di dalam tangki Pipa saluran pengembali berada di bawah level fluida di dalam tangki

f. Simbol Katup

Simbol katup dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 5.8 Simbol Katup

Simbol	Nama	Keterangan
	<i>Check Valve</i>	Unloaded <i>Check Valve</i> akan terbuka apabila tekanan <i>inlet</i> lebih besar daripada tekanan <i>outlet</i>
		Spring Loaded <i>Check Valve</i> akan terbuka apabila tekanan <i>inlet</i> lebih besar daripada tekanan <i>outlet</i>
	<i>Manual Shut-off</i>	Kran manual
	Katup kontrol tekanan (<i>Pressure Relief Valve</i>)	Merupakan katup yang berfungsi sebagai sistem pengaman dan mengontrol atau membatasi tekanan hidrolik

Simbol	Nama	Keterangan
	Katup kontrol tekanan (<i>Pressure Reducing Valve</i>)	Katup yang berfungsi mengurangi tekanan sistem hidrolik
	Katup kontrol jumlah aliran (<i>Flow Control Valve</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Fix FLOW Control Valve</i> • <i>Variable Fix Flow Control Valve</i>
	<i>2/2 Way Valve</i>	Katup kontrol arah aliran 2 posisi, 2 saluran
	<i>3/2 Way Valve</i>	Katup kontrol arah alisan 2 posisi, 3 saluran
	<i>4/2 Way Valve</i>	Katup kontrol arah alisan 2 posisi, 4 saluran
	<i>4/3 Way Valve</i>	Katup kontrol arah alisan 3 posisi, 4 saluran
	<i>4/4 Way Valve</i>	Katup kontrol arah alisan 4 posisi, 4 saluran
	<i>Shuttle Valve</i>	Katup antar-jemput dengan spool


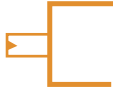


g. Katup Aktuator

Simbol katup aktuator dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 5.9 Simbol Aktuator







Simbol	Nama	Keterangan
	Pegas	Katup digerakkan secara manual oleh pegas
	Manual/ General	Umum (tanpa pengontrolan yang spesifik)
	<i>Push Button</i>	Katup dioperasikan secara manual dengan cara ditekan
	Tuas (<i>Lever</i>)	Katup dioperasikan secara manual dengan menggunakan tuas (<i>lever</i>)
	Pedal (Satu arah)	Katup dioperasikan secara manual dengan menggunakan pedal secara bolak-balik (satu arah)
	Pedal (Dua arah)	Katup dioperasikan secara manual dengan menggunakan pedal secara bolak-balik (dua arah)
	<i>Roller</i>	Katup digerakkan secara elektrik dengan menggunakan <i>roller</i>
	<i>Solenoid</i>	Katup digerakkan secara elektrik dengan menggunakan <i>solenoid</i>

Simbol	Nama	Keterangan
	<i>Detent</i>	<i>Detent</i> digunakan untuk menjaga posisi katup
	<i>Pilot Pressure</i>	Digunakan untuk mengatur aliran cairan hidrolik berdasarkan tekanan




h. Simbol lainnya

Simbol lainnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 5.10 Simbol Lainnya

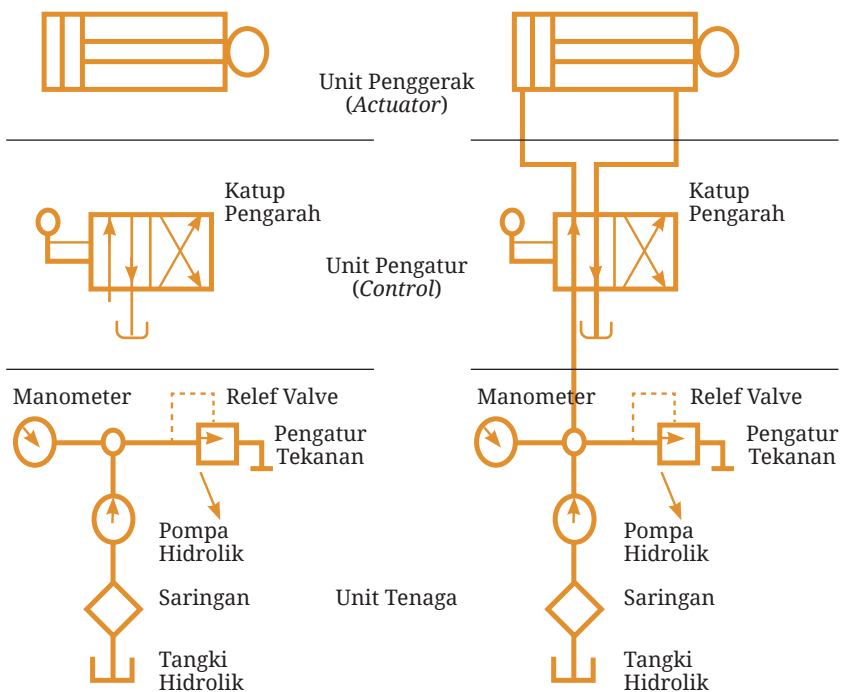
Simbol	Nama	Keterangan
	Pendingin Oli (<i>Oil Cooler</i>)	Komponen yang berfungsi mendinginkan oli hidrolik
	<i>Filter / Strainer</i>	Digunakan untuk menyaring oli hidrolik
	<i>Pressure indicator, Pressure Gauge</i>	Alat ukur tekanan untuk mengetahui tekanan oli hidrolik
	<i>Temperature Indicator</i>	Alat untuk mengetahui suhu oli hidrolik
	<i>Electric Motor</i>	Komponen yang merubah energi listrik menjadi energi mekanik
	<i>Accumulator</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Spring Loaded Accumulator</i> • <i>Gas Charged Accumulator</i>



Simbol	Nama	Keterangan
	<i>Component Outline, Enclosure Assembly Unit</i>	Garis batas komponen
 	<i>Orrifice</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Fixed Orrifice</i> • <i>Variable Orrifice</i>

2. Rangkaian Sistem Hidrolik

Dalam rangkaian hidrolik, terdapat beberapa unit komponen inti, yaitu: unit tenaga, pengatur, dan penggerak. Rangkaian sistem hidrolik dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 5.40 Rangkaian Sistem Hidrolik

Pada gambar rangkaian sistem hidrolik terdapat unit tenaga, pengatur, dan penggerak. Berikut ini adalah penjelasan unit-unit tersebut.

a. Unit Tenaga

Unit tenaga biasanya terdapat tangki hidrolik, saringan minyak hidrolik, pompa hidrolik pengatur, pengukur tekanan, dan saluran pengembali minyak hidrolik. Tugas dari unit tenaga adalah menyediakan tekanan hidrolik yang dibutuhkan.

b. Unit Pengatur

Unit pengatur atau unit pengontrol berfungsi untuk mengendalikan aliran minyak hidrolik dalam menggerakkan aktuator sistem hidrolik dengan berbagai posisi. Posisi tersebut antara lain berikut.

1) Posisi Netral

Pada posisi netral aliran minyak hidrolik tidak dialirkan ke unit penggerak sehingga aktuator tidak ada pergerakan. Tekanan minyak hidrolik langsung dikembalikan ke tangki hidrolik.

2) Posisi Penggerak

Posisi pergerakan adalah unit pengarah yang mengalirkan minyak hidrolik menuju aktuator sesuai kebutuhan dalam pengontrolan sistem hidrolik.

3) Posisi Menahan

Pada posisi ini, unit pengarah akan mempertahankan jumlah dan tekanan minyak hidrolik pada unit penggerak aktuator sehingga posisi dari unit penggerak dapat dipertahankan sesuai kebutuhan.

4) Posisi Release

Posisi ini merupakan posisi minyak hidrolik yang dialirkan menuju tangki sehingga tekanan dan jumlah minyak menurun dan aktuator akan bergerak ke posisi semula.

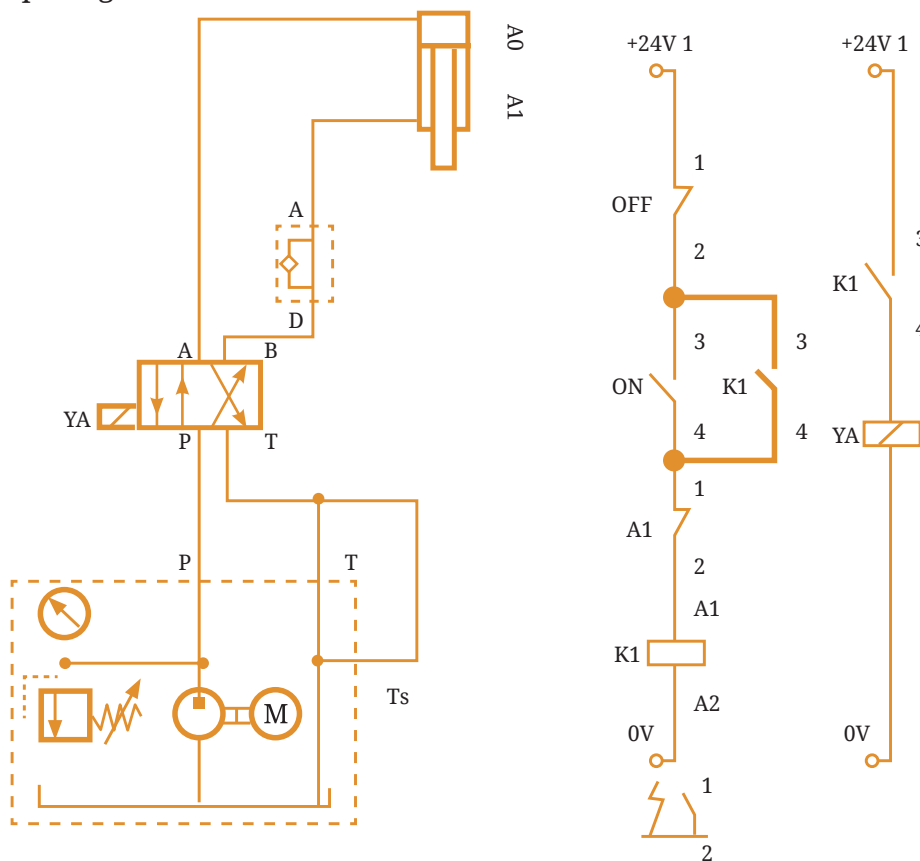


c. Unit Penggerak

Unit ini merupakan unit yang mengubah tekanan hidrolik menjadi tenaga mekanik, baik gerakan bolak-balik maupun berputar sesuai kebutuhan.

3. Rangkaian Elektronik Sederhana pada Sistem Hidrolik

Rangkaian elektronik pada sistem hidrolik pada dasarnya digunakan untuk mengontrol aliran oli hidrolik dengan memanfaatkan katup solenoid. Prinsip kerja katup solenoid adalah katup listrik yang mempunyai koil apabila mendapat tegangan, koil tersebut akan berubah menjadi medan magnet sehingga menggerakkan *plunger* dan membuka lubang keluaran dari katup *solenoid*. Contohnya, rangkaian elektronik sederhana pada sistem hidrolik dapat dilihat pada gambar berikut ini.



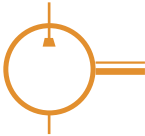



Gambar 5.41 Rangkaian Elektronik Hidrolik Sederhana

Pada gambar rangkaian elektronik hidrolis sederhana terdapat *push button* KI ditekan, Kemudian akan menghubungkan aliran arus 24V menuju katup solenoid dengan kode YA dan membuka katup. Aliran arus ini juga akan mengaktifkan *relay* pada rangkaian power hidrolis sehingga motor pompa berputar menghasilkan oli hidrolis bertekanan untuk diteruskan dari saluran P menuju saluran A solenoid. Kemudian, oli hidrolis bertekanan menuju aktuatur sehingga aktuatur bergerak dari A0 menuju A1. Apabila *Push button* tidak di tekan, katup solenoid dan pompa tidak aktif sehingga membuka saluran A pada solenoid menuju ke pipa pengembali atau saluran T pada solenoid sehingga aktuatur bergerak dari A1 kembali menuju A0.


4. Simbol Rangkaian Sistem Pneumatik

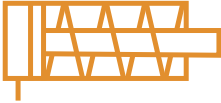
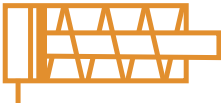

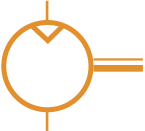


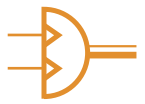
Simbol rangkaian sistem pneumatik digunakan untuk memudahkan dalam merancang atau mendesain rangkaian sistem pneumatik. Beberapa simbol sistem pneumatik dapat dilihat pada tabel berikut.

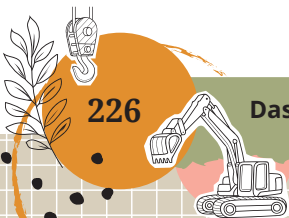
Tabel 5.11 Simbol Rangkaian Sistem Pneumatik

Simbol	Nama	Keterangan
	Kompresor	Kapasitas tetap
	Tangki Udara	Alat untuk menyimpan udara bertekanan (tandon udara bertekanan)
	Filter	Alat untuk menyaring kotoran-kotoran yang terbawa oleh udara
	Pemisah Air	Kerja Manual



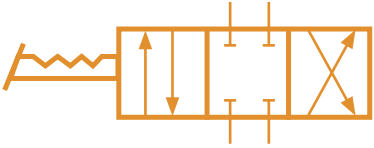
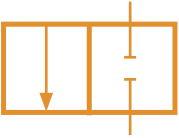
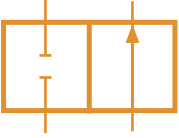
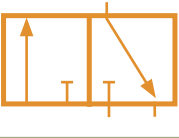
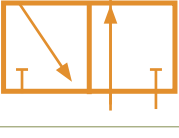


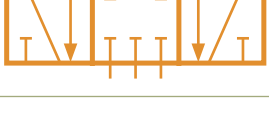
Simbol	Nama	Keterangan
	<i>Pemisah air</i>	Pembuangan otomatis

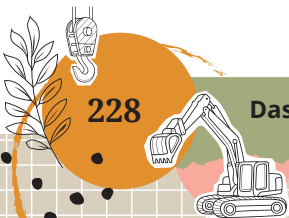
Simbol	Nama Komponen
	Silinder kerja tunggal
	Silinder kerja tunggal, piston dengan magnet tetap
	Silinder kerja ganda
	Motor udara, putaran satu arah, kapasitas tetap
	Motor udara, putaran satu arah, kapasitas bervariasi
	Motor udara, putaran dua arah, kapasitas bervariasi
	Akurator putar lintasan terbatas. Putaran dua arah

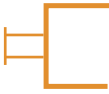
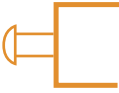



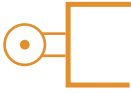



Simbol	Arti Simbol
	Katup 3/2 N/C dioperasikan dengan tombol dan kembali dengan pegas
	Katup 3/2 N/C dioperasikan secara manual dan kembali dengan cara manual (dengan cara menggeser)
	Katup 3/2 N/O dioperasikan dengan rol dan kembali dengan pegas (<i>limit switch</i>)
	Katup 3/2 N/C dioperasikan dengan rol dan kembali dengan pegas
	Katup 3/2 N/C dioperasikan secara manual dengan pengunci dan kembali dengan pegas (<i>selector switch</i>)
	Katup 5/2/C dioperasikan dengan udara (pneumatik) dan kembali dengan pegas
	Katup 4/2 dioperasikan dan kembali dengan udara (pneumatik)
	Katup 5/2 dioperasikan dengan solenoid atau manual dengan pilot udara dan kembali dengan pegas atau secara manual
	Katup 5/2 dioperasikan dan dikembalikan dengan <i>solenoid</i> atau manual dengan pilot udara



Simbol	Arti Simbol
	Katup 4/3 dengan posisi tengah terblokir, dioperasikan dengan tuas.
Simbol	Nama Katup
	KKA 2/2, N/C
	KKA 2/2, N/O
	KKA 3/2, N/C
	KKA 3/2, N/O
	KKA 4/2
	KKA 5/2
	KKA 5/3, posisi tengah tertutup

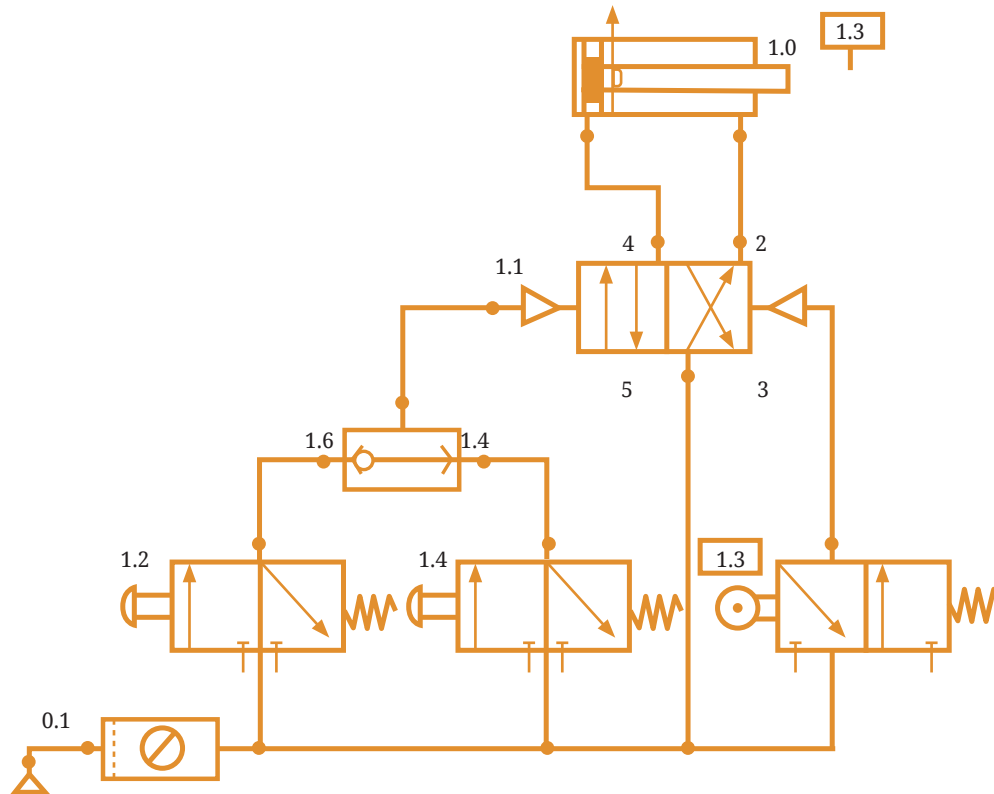


Simbol	Nama Katup
Mekanik	
	Operasi tombol
	Tombol
	Operasi tuas
	Pedal kaki
	Pegas kembali
	Operasi rol
	Operasi rol, satu arah



3. Rangkaian Komponen Sistem Pneumatik

Perhatikan gambar diagram pneumatik berikut!



Gambar 5.42 Diagram Pneumatik

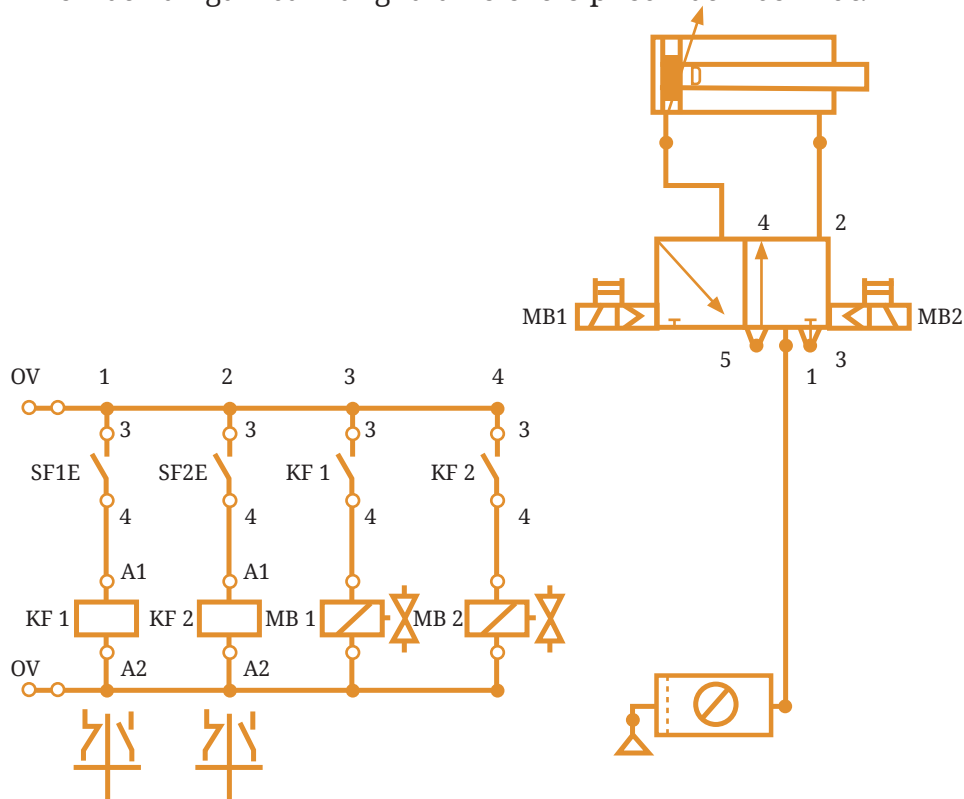
Pada gambar diagram pneumatik dapat diuraikan prinsip kerjanya sebagai berikut.

- Simbol gambar dengan kode 0.1 merupakan unit tenaga yang terdapat berbagai komponen. Fungsinya adalah menyediakan udara bertekanan untuk sumber tenaga sistem pneumatik.
- Simbol gambar dengan kode 1.1 sampai 1.6 merupakan unit pengatur. Fungsinya adalah mengatur aliran udara yang dihasilkan oleh unit tenaga.
- Simbol gambar dengan kode 1.0 merupakan aktuator maju mundur yang mengubah tenaga tekan pneumatik menjadi tenaga mekanik.

Pada gambar diagram pneumatik, aktuator (piston silinder) akan bergerak maju apabila salah satu katup 1.2 atau 1.4 ditekan. Setelah piston silinder maju dan mencapai batas limit menyentuh *switch* (1.3), katup kontrol 1.3 aktif dan mengubah katup pengendali final kontrol kembali ke posisi awal dan akan menggerakkan piston silinder bergerak mundur pada posisi semula.

6. Rangkaian Elektronik pada Sistem Pneumatik

Perhatikan gambar rangkaian elektro pneumatik berikut!



Gambar 5.43 Rangkaian Elektro Pneumatik

Pada gambar rangkaian tersebut merupakan gambar sistem pneumatik yang dikontrol secara elektronik. Pada kontrol elektronik memerlukan tegangan listrik minimal 24 Volt untuk mensuplai beberapa komponen sistem elektronik pneumatik. Cara kerja sistem pneumatik pada gambar di atas adalah sebagai berikut.



- a. Apabila *push button* (SF1) ditekan pasti akan mengalirkan arus listrik menuju *relay* (KF1).
- b. *Relay* KF1 akan memproses dan mengaktifkan *solenoid* katup (MB1) sehingga akan mengalirkan udara bertekanan dari unit tenaga (1) menuju aktuator silinder (4) dan mengakibatkan piston silinder bergerak maju.
- c. Apabila *push button* (SF2) ditekan pasti akan mengalirkan arus listrik menuju *relay* (KF2).
- d. *Relay* KF2 akan memproses dan mengaktifkan *solenoid* katup (MB2) sehingga akan mengalirkan udara bertekanan dari unit tenaga (1) menuju aktuator Silinder (2) dan mengakibatkan piston silinder bergerak mundur. Udara sisa di dalam silinder atau di dalam saluran (4) akan dibuang melalui saluran (5).



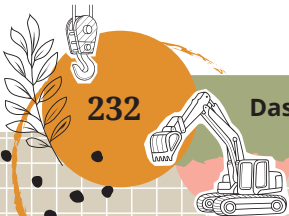
Aktivitas 5.1 Mandiri

Setelah mempelajari rangkaian sistem hidrolik, lakukan kegiatan berikut ini secara mandiri!

1. Lakukan pencarian alat yang menggunakan sistem hidrolik pada lingkungan sekolah atau lingkungan di sekitar rumah!
2. Jelaskan fungsi dari alat tersebut!
3. Tuliskan nama komponen yang digunakan pada alat tersebut!
4. Gambarkanlah diagram rangkaian sistem hidrolik!
5. Jelaskan cara kerja dari gambar diagram rangkaian pada sistem hidrolik tersebut!
6. Presentasikanlah hasil pekerjaan di hadapan teman dan guru!

Kerjakan tugas aktivitas ini pada buku tugas!

Berilah tanda silang (×) pada salah satu pilihan pernyataan di bawah sesuai dengan yang kalian lakukan!



Saya mengerjakan aktivitas ini dengan:

- Menyontek pekerjaan teman
- Mengerjakan dengan bantuan banyak teman
- Mengerjakan dengan sedikit bantuan dari teman
- Mengerjakan sendiri tanpa bantuan dari teman



Aktivitas 5.2 Mandiri

Setelah mempelajari rangkaian sistem hidrolik, lakukan kegiatan berikut ini secara mandiri!

1. Lakukan pencarian alat yang menggunakan sistem Pneumatik di lingkungan sekolah atau di lingkungan sekitar rumah!
2. Jelaskan fungsi dari alat tersebut!
3. Tuliskan nama komponen yang digunakan pada alat tersebut!
4. Gambarkan diagram rangkaian sistem pneumatik pada alat tersebut!
5. Jelaskan cara kerja dari gambar diagram rangkaian pada sistem pneumatik tersebut!
6. Presentasikanlah hasil pekerjaan di hadapan teman dan guru!

Kerjakan tugas aktivitas ini pada buku tugas!

Berilah tanda silang (×) pada salah satu pilihan pernyataan di bawah sesuai dengan yang kalian lakukan!

Saya mengerjakan aktivitas ini dengan:

- Menyontek pekerjaan teman
- Mengerjakan dengan bantuan banyak teman
- Mengerjakan dengan sedikit bantuan dari teman
- Mengerjakan sendiri tanpa bantuan dari teman





Aktivitas 5.3 Kelompok

1. Lakukan literasi dari berbagai sumber buku atau internet tentang cara merakit komponen hidrolik atau pneumatik disesuaikan dengan ketersediaan alat dan bahan yang ada di bengkel sekolah!
2. Lakukan praktik merakit komponen hidrolik atau pneumatik yang sudah kalian pelajari dengan langkah-langkah berikut ini.
 - a. Langkah Persiapan
 - 1) Persiapan alat dan bahan
 - 2) Persiapan alat perlindungan diri
 - 3) Persiapan tempat praktik
 - b. Langkah Penggunaan Alat
 - 1) Prosedur sebelum penggunaan alat praktik
 - 2) Prosedur penggunaan alat praktik
 - 3) Prosedur setelah penggunaan alat praktik
 - c. Langkah Akhir

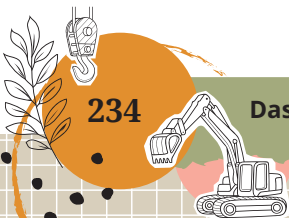
Lakukan pemeriksaan tempat kerja, alat perlindungan diri, serta alat dan bahan yang sudah memenuhi kriteria kebersihan, penempatan, dan kelengkapannya.

Buatlah laporan kegiatan pada buku tugas kalian!

Berilah tanda silang (×) pada salah satu pilihan pernyataan di bawah sesuai dengan yang kalian lakukan!

Saya mengerjakan aktivitas kelompok ini dengan:

- Sangat banyak berkontribusi dalam pengerjaan
- Banyak berkontribusi dalam pengerjaan
- Cukup berkontribusi dalam pengerjaan
- Kurang berkontribusi dalam pengerjaan
- Sangat kurang berkontribusi dalam pengerjaan





Rangkuman

Kata hidrolik berasal dari bahasa *Greek* atau Yunani. Kata hidrolik menurut bahasa tersebut adalah *hydro* dan *aulos* yang berarti cairan dan pipa. Sistem hidrolik merupakan serangkaian komponen yang berfungsi untuk mengolah energi gerak dengan memanfaatkan cairan dalam meneruskan dan meningkatkan energi yang digunakan sesuai kebutuhan. Kata pneumatik berasal dari bahasa Yunani "*pneuma*" yang berarti napas atau udara. Dengan kata lain, sistem pneumatik merupakan pemanfaatan udara bertekanan sebagai penggerak.

Sistem hidrolik bekerja berdasarkan hukum *pascal* yang menyatakan bahwa tekanan dalam fluida statis memiliki sifat-sifat sebagai berikut.

- Tekanan bekerja tegak lurus pada permukaan bidang.
- Tekanan di semua titik ke segala arah besarnya sama.
- Tekanan yang dikenakan ke sebagian fluida dalam tempat tertutup akan segera merambat secara beragam ke bagian lainnya pada fluida.

Prinsip kerja dari sistem pneumatik adalah pemanfaatan udara terkompresi menjadi suatu gerakan translasi pada plunger atau piston untuk pengaplikasian yang lebih banyak. Komponen utama dari sistem hidrolik antara lain:

- Oli Hidrolik, merupakan komponen utama sistem hidrolik yang mempunyai fungsi: Meneruskan Tenaga (*Transmitting Power*), Penyekat (*Sealing*) dan Mendinginkan (*Cooling*).
- Tangki Hidrolik, mempunyai dua bentuk yang umumnya digunakan, yaitu: tangki bertekanan dan tangki tidak bertekanan. Tangki bertekanan mempunyai tingkat tekanan yang dibatasi, dan tekanan yang tidak dibatasi. Tangki tidak bertekanan berhubungan dengan udara di luar tangki sehingga tekanannya sama.
- Pompa hidrolik, fungsinya adalah untuk memindahkan cairan oli hidrolik. Pada kondisi tertentu pompa hidrolik tidak hanya



memindahkan oli hidrolis, tetapi juga harus memenuhi tekanan tertentu pada oli hidrolis yang dipindahkan. Oleh karena itu, jenis pompa hidrolis dapat dibedakan menjadi dua, yaitu: *positive displacement* dan *nonpositive displacement*.

- d. Katup Pengatur, adalah komponen yang berfungsi mengatur aliran oli hidrolis berdasarkan tekanan hidrolis, jumlah aliran hidrolis dan katup dengan pengontrolan operator, dan
- e. Aktuator Hidrolis, merupakan alat yang berfungsi untuk mengubah tenaga tekan hidrolis menjadi tenaga mekanis. Secara umum, aktuator terdapat dua macam, yaitu: motor hidrolis dan silinder hidrolis.

Ada komponen utama sistem pneumatik antara lain:

- a. kompresor dan tangki penampung,
- b. saringan/*filter*,
- c. *restrictor*,
- d. katup pengontrol, dan
- e. aktuator.

Dalam rangkaian hidrolis, terdapat beberapa unit komponen inti, yaitu: unit tenaga, pengatur, dan penggerak. Berikut ini adalah penjelasan unit-unit tersebut.

a. Unit Tenaga

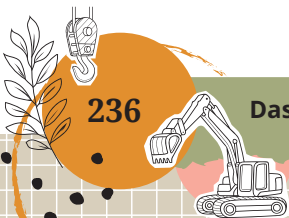
Unit tenaga biasanya terdapat tangki hidrolis, saringan minyak hidrolis, pompa hidrolis pengatur, pengukur tekanan, dan saluran pengembali minyak hidrolis. Tugas dari unit tenaga adalah menyediakan tekanan hidrolis yang dibutuhkan.

b. Unit Pengatur

Unit pengatur atau unit pengontrol berfungsi untuk mengendalikan aliran minyak hidrolis dalam menggerakkan aktuator sistem hidrolis dengan berbagai posisi. Posisi tersebut antara lain berikut.

1) Posisi Netral

Pada posisi netral aliran minyak hidrolis tidak dialirkan ke unit penggerak sehingga aktuator tidak ada pergerakan. Tekanan minyak hidrolis langsung dikembalikan ke tangki hidrolis.



2) Posisi Penggerak

Posisi pergerakan adalah unit pengarah yang mengalirkan minyak hidrolik menuju aktuator sesuai kebutuhan dalam pengontrolan sistem hidrolik.

3) Posisi Menahan

Pada posisi ini, unit pengarah akan mempertahankan jumlah dan tekanan minyak hidrolik pada unit penggerak aktuator sehingga posisi dari unit penggerak dapat dipertahankan sesuai kebutuhan.

4) Posisi *Release*

Posisi ini merupakan posisi minyak hidrolik yang dialirkan menuju tangki sehingga tekanan dan jumlah minyak menurun dan aktuator akan bergerak ke posisi semula.

c. Unit Penggerak

Unit ini merupakan unit yang mengubah tekanan hidrolik menjadi tenaga mekanik, baik gerakan bolak-balik maupun berputar sesuai kebutuhan.

Ada kelebihan dan kekurangan antara penggunaan sistem hidrolik dengan sistem pneumatik. Kelebihan dan kekurangan tersebut antara lain:

a. Kelebihan dan Kekurangan Sistem Hidrolik

Kelebihan sistem hidrolik antara lain:

- 1) menghasilkan tenaga yang besar dengan ukuran alat yang kecil;
- 2) usia peralatan yang lebih awet karena dapat melumasi sendiri pada bagian tertentu;
- 3) suara yang ditimbulkan rendah; dan
- 4) pengaturan gerakan lebih mudah.

Kekurangan sistem hidrolik antara lain:

- 1) komponen yang cenderung mahal termasuk cairan oli;
- 2) komponen sistem hidrolik sangat peka terhadap cuaca yang mengakibatkan korosi; dan



- 3) memerlukan perawatan yang intensif terhadap kotoran yang dapat mengakibatkan kebocoran sistem.

b. Kelebihan dan Kekurangan Sistem Pneumatik

Kelebihan sistem pneumatik antara lain;

- 1) ketersediaan udara yang tidak terbatas;
- 2) dapat digunakan semua temperatur dan berbagai kondisi;
- 3) tidak mudah terbakar sehingga aman;
- 4) bersih dan kering; dan
- 5) tenaga tekan dapat disimpan pada tabung.

Kekurangan sistem pneumatik antara lain:

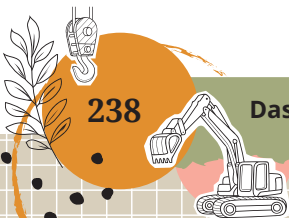
- 1) mudah terjadi kebocoran;
- 2) mudah mengembun;
- 3) menimbulkan suara bising;
- 4) memerlukan instalasi penghasil udara bertekanan; dan
- 5) memiliki tenaga dan gaya terbatas.



Refleksi

Setelah mempelajari ini, kalian tentu lebih memahami pengertian sistem hidrolik dan pneumatik, prinsip dasar sistem hidrolik dan pneumatik, identifikasi komponen sistem hidrolik dan pneumatik, serta rangkaian sistem hidrolik dan pneumatik. Dari semua materi yang sudah dijelaskan pada bab ini tentukan hal berikut ini:

1. Materi pembelajaran atau topik mana yang paling sulit dipahami? Jelaskan!
2. Materi pembelajaran atau topik mana yang paling kalian suka? Sebutkan alasannya!



Kemudian, diskusikan hal-hal berikut bersama teman atau gurumu!

Lembar Refleksi

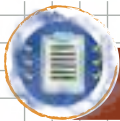
Materi pembelajaran atau topik apakah yang menurut kalian sulit dipahami? Jelaskan!

- 1.....
- 2.....
- 3.....
- 4.....
- 5.....

Materi pembelajaran atau topik apakah yang menurut kalian mudah dipahami? Sebutkan alasannya!

- 1.....
- 2.....
- 3.....
- 4.....
- 5.....

Kerjakan di buku tugas kalian.



Asesmen

Jawablah pertanyaan berikut ini dengan baik dan benar!

1. Setelah mempelajari tentang sistem hidrolik dan pneumatik, tentu kalian mengetahui pengertian dari sistem tersebut. Tulislah pengertian dari sistem hidrolik dan pneumatik menurut pemahaman kalian!
2. Prinsip kerja dari sistem hidrolik dan pneumatik mempunyai beberapa perbedaan. Sebutkanlah perbedaan antara sistem hidrolik dan pneumatik!



3. Penggunaan dari sistem hidrolik dan pneumatik dalam dunia otomotif mempunyai beberapa kelebihan dan kekurangan. Jelaskan perbandingan antara sistem hidrolik dengan sistem pneumatik tersebut!
4. Unit tenaga pada sistem hidrolik dan pneumatik mempunyai beberapa komponen yang berbeda terutama pada pompa hidrolik dan kompresor. Jelaskan perbedaan antara pompa hidrolik dengan kompresor!
5. Unit pengontrol sistem hidrolik adalah untuk mengatur pergerakan aktuator yang dapat digolongkan menjadi empat posisi pergerakan. Bagaimana cara pengontrolan keempat posisi tersebut?



Pengayaan

1. Buatlah kelompok dengan jumlah 4-6 peserta!
2. Lakukan pembelajaran antarteman sebaya. Siswa yang paham menjadi tutor siswa yang kurang paham. Lakukan pembahasan:
 - a. pengertian sistem hidrolik dan pneumatik,
 - b. prinsip dasar sistem hidrolik dan pneumatik,
 - c. komponen sistem hidrolik dan pneumatik, dan
 - d. rangkaian sistem hidrolik dan pneumatik.
3. Bersama teman kelompok, lakukan pencarian melalui internet tentang bagaimana cara perawatan dan perbaikan peralatan sistem hidrolik dan sistem pneumatik.



Glosarium

ban	: benda bulat dari karet yang dipasang melingkar pada roda
chamfer	: struktur sudut pada suatu benda atau gambar
daya	: kemampuan untuk melakukan sesuatu
diagnosis	: pemeriksaan pada suatu hal
efisien	: mampu menjalankan tugas dengan tepat dan cermat
emisi	: pemancaran cahaya, panas, atau elektron dari suatu permukaan benda padat atau cair
energi	: kemampuan untuk melakukan kerja
fluida	: benda yang dapat berubah bentuknya karena pengaruh gaya, seperti zat cair atau gas
gambar	: gabungan perpaduan antara titik, garis, bidang untuk menampilkan sesuatu.
gaya	: dorongan atau tarikan yang akan menggerakkan suatu benda
geometris	: berbagai bentuk yang terukur dan dapat didefinisikan
hidrolik	: cabang ilmu dan teknologi yang berhubungan dengan zat cair
industri	: kegiatan memproses atau mengolah barang dengan menggunakan sarana dan peralatan
injeksi	: proses penyemprotan atau pemasukan bahan bakar ke dalam silinder
interpretasi	: menafsirkan pendapat, atau pandangan teoritis terhadap sesuatu untuk menerjemahkan informasi tertentu
intensif	: secara sungguh-sungguh dan terus-menerus dalam mengerjakan sesuatu hingga memperoleh hasil yang optimal
kalkir	: kertas gambar yang transparan
katup	: alat untuk membuka atau menutup saluran sehingga fluida yang mengalir di dalamnya dapat diteruskan atau dihentikan
knalpot	: saluran pembuangan sisa pembakaran pada motor bakar
komponen	: bagian dari suatu benda
kompresi	: pemberian tekanan yang tinggi atau pemampatan fluida
konstruksi	: susunan, model atau tata letak dari sesuatu
konversi	: perubahan dari satu bentuk menjadi bentuk lainnya
korosi	: proses, perubahan, atau kerusakan yang disebabkan oleh reaksi kimia



mal	: cetakan untuk membuat garis atau bentuk tertentu pada proses menggambar
mesin	: perkakas atau alat untuk menggerakkan atau membuat sesuatu yang dijalankan dengan roda, digerakkan oleh tenaga manusia atau motor penggerak, menggunakan bahan bakar minyak atau tenaga alam
motor	: alat yang dapat mengonversi suatu energi menjadi energi putar
muffler	: saringan pada knalpot
otomotif	: sesuatu yang berputar dengan sendirinya
pedal	: alat yang ditekan dengan kaki untuk menggerakkan sesuatu bagian dalam mekanisme
pegas	: per, peranti penyimpan energi mekanika berdasar kelentingannya
pilot	: objek utama pada benda
plat	: lembaran logam tipis
pompa	: alat untuk memindahkan atau menaikkan tekanan pada fluida
poros	: sumbu pada benda yang berputar
port	: tempat penghubung
proyeksi	: goresan di bidang datar yang menyatakan suatu benda nyata atau khayalan
saklar	: alat untuk memutus dan menghubungkan rangkaian kelistrikan
sensor	: alat yang digunakan untuk mendeteksi perubahan besaran fisik seperti tekanan, gaya, besaran listrik, cahaya, gerakan, kelembaban, suhu, kecepatan
servis	: pelayanan, pemeliharaan, perawatan atau perbaikan
siklus	: rangkaian kejadian yang berulang-ulang secara tetap dan teratur
silinder	: ruang berbentuk tabung
simbol	: lambang dari suatu benda
soket	: penyambung rangkaian
suhu	: ukuran kuantitatif terhadap temperatur
teknik	: cara atau penerapan ilmu dan teknologi untuk mengatasi atau menyelesaikan masalah
temperatur	: kondisi panas atau dingin suatu zat
termal	: berhubungan dengan panas
torsi	: pemutaran atau puntiran
wire	: kabel
wiring	: pengkabelan pada rangkaian kelistrikan



Daftar Pustaka

- Anonim *New Step 1 Training Manual*. Jakarta: Toyota Astra Motor, 1995.
- Anonim. *Modul Gambar Teknik Otomotif*. Jakarta: United Tractors, 2020.
- Anonim. *Modul Hidrolik Alat Berat*. Jakarta: United Tractors, 2020.
- Anonim. *New Step 1 Training Manual*. Jakarta: Toyota Astra Motor, 1995.
- Anonim. *Technical Competency Product Knowledge & Hydraulic*. Jakarta: United Tractors, 2022.
- Anonim. *Technical Competency Product Knowledge & Hydraulic*. Jakarta: United Tractors, 2022.
- Bintoro. *Modul Pelatihan Guru Perawatan Berkala Chasis, Pemindah Tenaga & Listrik Kendaraan Ringan*. Jakarta: Kementerian Pendidikan & Kebudayaan-Direktorat Jenderal Peningkatan Mutu Pendidik & Tenaga Kependidikan, 2016.
- Bintoro. *Modul Pelatihan Guru Perawatan Berkala chasis, pemindah tenaga & Listrik Kendaraan Ringan*. Jakarta: Kementerian Pendidikan & Kebudayaan-Direktorat Jenderal Peningkatan Mutu Pendidik & Tenaga Kependidikan, 2016.
- Bintoro. *Modul Pelatihan Guru Perawatan Berkala Mesin Kendaraan Ringan*. Jakarta: Kementerian Pendidikan & Kebudayaan-Direktorat Jenderal Peningkatan Mutu Pendidik & Tenaga Kependidikan, 2016.
- Bintoro. *Modul Pelatihan Guru Perawatan Berkala Mesin Kendaraan Ringan*. Jakarta: Kementerian Pendidikan & Kebudayaan-Direktorat Jenderal Peningkatan Mutu Pendidik & Tenaga Kependidikan, 2016.
- Efendi, Ribut. *Pekerjaan Dasar Teknik Otomotif 1*. Jakarta: Kementerian Pendidikan & Kebudayaan-Direktorat Jenderal Peningkatan Mutu Pendidik & Tenaga Kependidikan, 2013.
- Hariyanto. *Teknologi Dasar Otomotif 1*. Jakarta: Kementerian Pendidikan & Kebudayaan-Direktorat Jenderal Peningkatan Mutu Pendidik & Tenaga Kependidikan, 2013.
- International Labour Organization. *Keselamatan dan Kesehatan Kerja di Tempat Kerja*. Jakarta: International Labour Organization, 2013.
- Ismara, Ketut Ima dkk. *Keselamatan dan Kesehatan Kerja dalam Lomba Kompetensi Siswa SMK*. Yogyakarta: UNY Press, 2018.
- Ismara, Ketut Ima dkk. *Strategi Penerapan Budaya Kerja Industri di Pendidikan Vokasi*. Yogyakarta: UNY Press, 2020.
- Koko, Willem. *Teknik Dasar Listrik Otomotif*. Jakarta: Kementerian Pendidikan & Kebudayaan-Direktorat Jenderal Peningkatan Mutu Pendidik & Tenaga Kependidikan, 2013.
- Muchlas, Muhammad. *Teknik Perawatan dan Perbaikan Otomotif*. Jakarta: Kementerian Pendidikan & Kebudayaan, 2013.
- Rochim, Saiful dkk. *Teknik Ototronik*. Jakarta: Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan, 2009.

- Sasongko. *Pekerjaan Dasar Teknik Otomotif 2*. Jakarta: Kementerian Pendidikan & Kebudayaan-Direktorat Jenderal Peningkatan Mutu Pendidik & Tenaga Kependidikan, 2013.
- Sasongko. *Teknik Perbaikan Bodi Otomotif*. Jakarta: Kementerian Pendidikan & Kebudayaan Direktorat Jenderal Peningkatan Mutu Pendidik & Tenaga Kependidikan, 2013.
- Setiabudi, Ismanto. *Modul Pelatihan Guru Perbaikan Mesin Kendaraan Ringan*. Jakarta: Kementerian Pendidikan & Kebudayaan-Direktorat Jenderal Peningkatan Mutu Pendidik & Tenaga Kependidikan, 2016.
- Setiabudi, Ismanto. *Modul Pelatihan Guru Perbaikan Mesin Kendaraan Ringan*. Jakarta: Kementerian Pendidikan & Kebudayaan-Direktorat Jenderal Peningkatan Mutu Pendidik & Tenaga Kependidikan, 2016.
- Sudaryono. *Pneumatik & Hidrolik*. Jakarta: Kementerian Pendidikan & Kebudayaan-Direktorat Jenderal Peningkatan Mutu Pendidik & Tenaga Kependidikan, 2013.
- Syarif, M. *Teknologi Dasar Otomotif 2*. Jakarta: Kementerian Pendidikan & Kebudayaan-Direktorat Jenderal Peningkatan Mutu Pendidik & Tenaga Kependidikan, 2013.
- Willem. *Teknik Listrik Dasar Otomotif 2*. Jakarta: Kementerian Pendidikan & Kebudayaan-Direktorat Jenderal Peningkatan Mutu Pendidik & Tenaga Kependidikan, 2013.

Sumber Internet:

- Admin Sekolahkami.com. *Mengenal huruf dan angka pada gambar teknik beserta fungsinya*. Diakses dari <https://www.sekolahkami.com/2019/10/huruf-dan-angka-pada-gambar-teknik.html> Pada 24 Desember 2022
- Andria prian kuswantoro. *Beda soldering, Brazing, dan Welding*. Diakses dari <https://andriapriankuswantoro.blogspot.com/2013/11/beda-solderingbrazingdan-welding.html> Pada 24 Desember 2022
- Arga. *Pneumatic Adalah : Pengertian, Cara Kerja dan Kegunaannya Lengkap*. Diakses dari <https://pintarelektro.com/pneumatic-adalah/> Pada 24 Desember 2022
- Balai Pengembangan Multimedia Pendidikan dan Kebudayaan (BPMPK). *Transmisi Manual*. Diakses dari <https://m-edukasi.kemdikbud.go.id/medukasi/?m1=online&produksi=2008&kd=67> Pada Desember 2022
- Ibadurrahman. *Hukum Archimedes*. Diakses dari <https://www.studiobelajar.com/hukum-archimedes/> Pada 25 Desember 2022
- EWD Viewer. *How to use this manual*. Diakses dari https://www.toyota-tech.eu/td/td3ewd/pgm/standaloneEWD.html?pubNo=EM24N0E_v1;ewd_type=intro;ewd=INTRO01;term=201308;vwlang=EN;ewdpath=/td3ewd Pada 24 Desember 2022
- PT. United Tractor, Tbk. *Memeriksa Keausan pada Undercarriage*. Diakses dari <https://products.unitedtractors.com/id/tips/ut-tips-periksa-aus-undercarriage/> Pada 24 Desember 2022
- Wisnu Suryaputra. *Penunjukan Ukuran*. Diakses dari <https://suryaputra2009.wordpress.com/2012/01/30/penunjukkan-ukuran/> Pada 24 Desember 2022



Indeks

A

air conditioner 94, 95, 135, 142, 243
aksonometri 18, 45, 243
aktif 147, 151, 179, 182, 223, 229, 243
archimedes 243

B

body 37, 77, 85, 115, 125, 130, 141, 142, 243
brazing 171, 180, 243

C

charging 142, 243
chasis 125, 141, 142, 241, 243
common rail 117, 118, 119, 243
common tools 51, 69, 70, 103, 104, 243
cooling 141, 243

D

dehydrator 208, 243
diagnosa 35, 94, 175, 176, 177, 178, 180, 181, 182, 243
diagnostic tools 99, 100, 102, 243
dimetri 20, 22, 45, 243
dioda 151, 179, 243
distributor 117, 118, 243
drive train 243

E

ecu 179, 243
efi 243
etiket 13, 14, 15, 243
exhaust 106, 141, 243

F

frame 77, 85, 126, 243
fuel 41, 141, 154, 243
fuse 39, 41, 161, 179, 243

G

gas 94, 95, 105, 110, 115, 119, 121, 158, 239, 243
general tools 51, 69, 102, 243
geometris 16, 17, 243

H

hand tools 51, 63, 69, 80, 101, 102, 104, 243
hidrolik 63, 73, 77, 101, 102, 183, 185, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 196, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 206, 210, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 219, 220, 221, 222, 223, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 243
hidrostatik 187, 243

I

ic 243
ignition 41, 159, 243
immobilizer 137, 142, 243
induktor 147, 150, 179, 243
inline 117, 243
intake 106, 141, 156, 243
iov 243
isometri 19, 20, 45, 243

J

jangka 6, 15, 44, 243

K

kapasitor 147, 149, 179, 243

keyless 142, 243

kompresor 76, 206, 207, 233, 236, 243

M

measuring tools 98, 100, 101, 102, 104, 244

O

ortogonal 18, 23, 45, 244

P

paralel 164, 165, 166, 180, 244

pascal 186, 189, 233, 244

pasif 147, 179, 182, 244

pelumasan 115, 141, 244

penggaris 3, 7, 8, 15, 44, 244

perspektif 22, 45, 244

piktorial 18, 45, 47, 244

pneumatik 63, 183, 185, 188, 189, 190, 191, 192, 206, 207, 209, 210, 212, 213, 223, 225, 228, 229, 231, 232, 233, 235, 236, 237, 244

power tools 51, 68, 69, 80, 101, 102, 104, 244

R

rapido xi, 5, 244

relay 37, 39, 41, 161, 175, 179, 223, 230, 244

resistor 147, 148, 179, 244

restrictor 209, 233, 244

S

sensor 99, 119, 137, 151, 155, 156, 157, 158, 159, 179, 244

sentrifugal 124, 244

silinder 62, 81, 82, 90, 92, 106, 107, 108, 109, 110, 117, 118, 121, 141, 157, 158, 188, 199, 202, 204, 205, 206, 215, 229, 230, 239, 244

skun 180, 244

soldering 171, 180, 244

special service tools 100, 101, 102, 103, 104, 244

steering 142, 244

suspension 142, 244

switch 152, 159, 160, 161, 179, 225, 229, 244

T

transistor 151, 152, 153, 161, 175, 179, 244

trimetri 20, 21, 45, 244

U

undercarriage 126, 244

W

washer 102, 142, 244

wheel 52, 78, 123, 142, 244

wiper 142, 244

wiring 33, 34, 39, 40, 45, 240, 244

workshop equipment 70, 79, 100, 101, 102, 104, 244



Pelaku Perbukuan

Profil Penulis

Fahrul Anam Setiawan, S.T

E-mail : fahrulanam984@gmail.com
Instansi : SMK Ma'arif NU 1 Ajibarang Banyumas
Alamat Instansi : Jl. Raya Ajibarang Km 1, Ajibarang,
Banyumas, 53163



■ Riwayat Pekerjaan/Profesi dalam 10 tahun terakhir

1. Guru SMK Ma'arif NU 1 Ajibarang Banyumas

■ Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar

1. STT Wiworotomo Purwokerto- Lulus Tahun 2014

■ Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir)

1. Tidak Ada

■ Judul Penelitian dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir)

1. Tidak Ada

■ Informasi Lain dari Penulis (tidak wajib)

2. Tidak Ada

Profil Penelaah

Ir. Muhkamad Wakid, S.Pd., M.Eng

E-mail : wakid_m@uny.ac.id; wakid.m@gmail.com
Alamat Kantor : Universitas Negeri Yogyakarta (UNY)
Jl. Colombo No. 1 Yogyakarta
Bidang Keahlian : Teknik Otomotif



■ Riwayat Pekerjaan/Profesi dalam 10 tahun terakhir

1. Dosen di Jurusan Pendidikan Teknik Otomotif FT UNY
2. Pengurus Asosiasi Dosen dan Guru Vokasi Indonesia Cabang Yogyakarta – Bidang Sertifikasi

3. Manajer Mutu LSP Otomotif Indonesia (sejak 2010-2020)
4. Ketua LSP UNY (2020)
5. Ketua LSP Otomotif Indonesia (2021)
6. Wakil Ketua LSP UNY (2021-2026)
7. Wakil Ketua LSP Karaton Ngayogyakarta Hadiningrat (2021-2026)
8. Pengurus Asosiasi Ahli dan Dosen Ilmu Terapan Indonesia – Ketua Bidang Keilmuan Sains dan Teknologi (2018-2022)

■ **Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar**

1. Universitas Negeri Yogyakarta – Lulus Tahun 2002
2. Universitas Gadjah Mada – Lulus Tahun 2009

■ **Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir)**

1. Sistem Kemudi pada Kendaraan Ringan. Tahun 2011. Diterbitkan oleh INSANIA
2. Sistem Transmisi Kendaraan Ringan, Tahun 2011. Diterbitkan oleh SKRIPTA
3. Sistem Suspensi Kendaraan Ringan, Tahun 2011. Diterbitkan oleh MENTARI PUSTAKA

■ **Informasi Lain dari Penelaah (tidak wajib)**

1. Penerapan *Design Thinking dan Learning from Experts* untuk Meningkatkan Keaktifan, Kerjasama, dan Kreatifitas Mahasiswa Vokasi, UNY 2022
2. Blended Learning Berbasis Literasi Digital Pada Pendidikan Tinggi Vokasi dan Industri Otomotif, Penelitian RG, 2020
3. Self Assessment and Development of Employability Skills Based on Student' Experience in Industry, Penelitian UNY 2019.

Dimas Aryo Wicaksono

E-mail : dimasaw@unitedtractors.com
 Instansi : PT United Tractors Tbk
 Alamat Kantor : Jalan Raya Bekasi Km 22 Cakung Jaktim
 Bidang Keahlian : Program CSR bidang Pendidikan Vokasi



■ **Riwayat Pekerjaan/Profesi dalam 10 tahun terakhir**

1. Social Responsibility Dept 2012 – 2014
2. Social Responsibility & Corp. Communication Dept 2015 – sekarang

■ **Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar**

1. SMA Negeri 1 Rembang 2005 - 2008
2. Teknik Lingkungan UNDIP 2008 – 2012

■ **Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir)**

1. Panduan Social Mapping, 2017

■ Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir)

1. Tidak Ada

■ Informasi Lain dari Penelaah (tidak wajib)

1. Penyusunan Pedoman Penguatan Budaya Kerja Industri Tahun 2021, Dirktorat SMK Sekretaris Ditjen Pendidikan Vokasi, Februari 2021
2. Pelatihan Calon Reviewer Program Dana Padanan Kampus Vokasi (Matching Fund Vokasi) TA 2021, Direktorat Pendidikan Tinggi Vokasi dan Profesi, Juni 2021
3. Sosialisasi Kurikulum Pada SMK Pusat Keunggulan Tahun 2021, Direktorat Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Pendidikan Vokasi, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, Juli 2021
4. Review Jadwal pelaksanaan, dokumen dan usulan kebutuhan Juri LKS- SMK Tingkat Nasional XXIX Tahun 2021, PUSAT PRESTASI NASIONAL, Agustus 2021
5. Permohonan Informasi Kesempatan Kerja, Kemitraan dan Penyelarasan Dunia Usaha dan Dunia Industri, Oktober 2021
6. Penyusunan laporan LKS-SMK Tingkat Nasional Tahun 2021, Pusat Prestasi Nasional, November 2021

Dr. Dani Hidayatuloh S.Pd., M.T

E-mail : dani.hidayatuloh@kemdikbud.go.id

Alamat Kantor : Jalan Pasantren KM 2, Cibabat - Cimahi

Bidang Keahlian : Manajemen dan Otomotif



■ Riwayat Pekerjaan/Profesi dalam 10 tahun terakhir

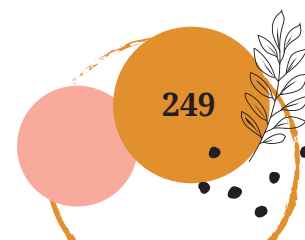
1. Guru Kejuruan PNS di SMK Negeri 8 Bandung (2009 – 2019)
2. Dosen Luar Biasa di Universitas Telkom (2011 – 2019)
3. Calon Widyaiswara di Balai Besar Pengembangan Penjaminan Mutu Pendidikan Vokasi Bidang Mesin dan Teknik Industri (BBPMPV BMTI) - Kemdikbud 2019.
4. Widyaiswara Ahli Muda per April 2021

■ Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar

1. SD Pesantren Darul Hidayah Bandung - Lulus Tahun 1994
2. SMP Negeri 30 Bandung - Lulus Tahun 1997
3. SMK Negeri 6 Bandung - Lulus Tahun 2000
4. Universitas Pendidikan Indonesia (UPI) - 2006
5. S2 di Institut Teknologi Bandung (ITB) jurusan teknik - 2011
6. S3 di Universitas Pendidikan Indonesia (UPI) jurusan administrasi - 2021

■ Informasi Lain dari Penelaah (tidak wajib)

1. Tidak ada.



Profil Ilustrator Kover

Rio Ari Seno S.Sn

E-mail : purple_smile340@yahoo.co.id

Alamat Kantor : Jakarta

Bidang Keahlian : Illustration, Infographic, Graphic Design, Digital Sculpting



■ Riwayat Pekerjaan/Profesi dalam 10 tahun terakhir

1. Senior Graphic Designer di PT Tempo Inti Media Tbk (2013-Present)

■ Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar

1. S1 Fakultas Seni Rupa IKJ – DKV (2005-2011)

■ Informasi Lain dari Ilustrator (tidak wajib)

<https://www.behance.net/rioarisen>

<http://artstation.com/rioarisen>

Profil Ilustrator Ikon

Daniel Tirta Ramana S.Sn

E-mail : Danieltirta89@gmail.com

Alamat Kantor : Bekasi Utara 17124

Bidang Keahlian : Multimedia & Desain



■ Riwayat Pekerjaan/Profesi dalam 10 tahun terakhir

1. 2010-2011 : Sevenotes -EO
2. 2011-2013 : Apple box - motion graphic
3. 2012 - 2015 : Bloomberg Tv - Motion graphic
4. 2015 - 2017 : iNews Tv indonesia - Motion graphic
5. 2017-sekarang : Founder & Owner di @sepatu.capung (shoes store)
Local Pride Garage (Media - instagram, tiktok)

■ Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar

1. S1: DKV IKJ - Multimedia (2007-2012)



■ Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir)

1. Desain dan Ilustrasi Buku Kurikulum 2013

■ Informasi Lain dari Ilustrator (tidak wajib):

Portofolio dapat dilihat di: <https://www.behance.net/danielDTR>



Profil Editor

Indah Sulistiyawati S.Sos

E-mail : indahsatrianugraha@gmail.com

Alamat Instansi : Taman Tirta Cimanggu Bogor

Bidang Keahlian : Penyunting Lepas

■ Riwayat Pekerjaan/Profesi dalam 10 tahun terakhir

- 2002-2012 : Penyunting di Penerbit Regina
- 2012-2015 : Penyunting lepas di: Penerbit Ricardo, Gemesis Mitra Sampora, Dinar Cipta Media, Sentral Media, Kaldera, Bintang Anaway, Tirta media Ilmu
- 2012 – sekarang : Penerbit Bmedia, CV. Bukit Mas Mulia, Eka Prima Mandiri, SPKN Pengelola Rumah Belajar Tirta Generation Komplek Taman Tirta Cimanggu Jl. Keong Mas Blok A3 No. 8 Bogor

■ Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar

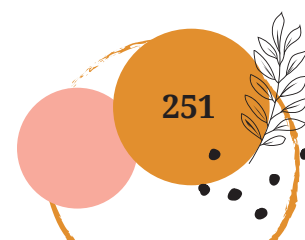
- 1996 – 2001 : Jurusan Sosiologi, Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto

■ Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir)

1. Majalah Mulia Untuk PAUD, Penerbit Bukit Mas Mulia
2. Pertarungan Dito melawan Corona, (Buku nonteks pelajaran untuk tingkat PAUD), Penerbit BMM
3. Buku Soal Siap Belajar Beraktivitas Mandiri PKN Kelas I SD, Penerbit Jepe Press

■ Informasi Lain dari Editor (tidak wajib)

1. Pembelajaran Muatan Lokal (Kabupaten Kotawaringin Timur, Kalimantan Tengah) untuk SMP Kelas VII Semester Ganjil dan Genap, Tahun 2020, Penerbit Eka Prima Mandiri
2. Buku Siswa dan Buku Guru Pendidikan Agama Hindu dan Budi Pekerti Kelas II, VI dan XII, Penerbit Pusat Kurikulum dan Perbukuan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Indonesia



Erlina Indarti

E-mail : *erlina.indarti@gmail.com*
Instansi : Pusat Perbukuan, BSKAP, Kemendikbudristek
Alamat Instansi : Jl. RS Fatmawati Gedung D kompleks
Kemendikbudristek Cipete, Jakarta
Bidang Keahlian : Pengembang Perbukuan, Editing

■ Riwayat Pekerjaan/Profesi dalam 10 tahun terakhir

Pusat Perbukuan, BSKAP, Kemendikbudristek

■ Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar

1. S1 Universitas Budi Luhur, Teknik Elektro-Telekomunikasi, 2003
2. S2 Institut Teknologi Bandung, Informatika, 2013

Profil Desainer dan Ilustrator isi

Frisna Yulinda Natasya S.Des

E-mail : *Frisna.yn@gmail.com*
Alamat Kantor : Bekasi Utara 17124
Bidang Keahlian : Desain Komunikasi Visual

■ Riwayat Pekerjaan/Profesi dalam 10 tahun terakhir

1. 2013-2017 : Artistik Majalah GADIS
2. 2016-sekarang : Owner Greengrass Shoes & Trioof Shoes

■ Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar

1. S1: Desain Komunikasi Visual (2009-2013)

■ Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir)

1. Perancangan Buku Ilustrasi sebagai Media Pengenalan Penyandang Tunagrahita (2013)
2. Desain dan Ilustrasi Buku Kurikulum 2013 (2013-2022)

■ Informasi Lain dari Desainer (tidak wajib)

Portofolio dapat dilihat di:

<https://www.behance.net/Frisna>

<https://id.linkedin.com/in/frisna-y-n-669039a5>

