



Gunadi

# Teknik Bodi Otomotif

untuk  
Sekolah Menengah Kejuruan



Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan  
Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah  
Departemen Pendidikan Nasional

Gunadi

# TEKNIK BODI OTOMOTIF

## JILID 1

**SMK**



**Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan**  
Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah  
Departemen Pendidikan Nasional

Hak Cipta pada Departemen Pendidikan Nasional  
Dilindungi Undang-undang

# TEKNIK BODI OTOMOTIF JILID 1

Untuk SMK

Penulis Utama : Gunadi

Ukuran Buku : 17,6 x 25 cm

GUN	GUNADI
t	Teknik Bodi Otomotif Jilid 1 untuk SMK /oleh Gunadi ---- Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional, 2008. ix. 159 hlm Daftar Pustaka : A1-A3 Glosarium : B1-B7 ISBN : 978-979-060-051-5 978-979-060-052-2

Diterbitkan oleh  
**Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan**  
Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah  
Departemen Pendidikan Nasional  
Tahun 2008

## KATA SAMBUTAN

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT, berkat rahmat dan karunia Nya, Pemerintah, dalam hal ini, Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah Departemen Pendidikan Nasional, telah melaksanakan kegiatan penulisan buku kejuruan sebagai bentuk dari kegiatan pembelian hak cipta buku teks pelajaran kejuruan bagi siswa SMK. Karena buku-buku pelajaran kejuruan sangat sulit di dapatkan di pasaran.

Buku teks pelajaran ini telah melalui proses penilaian oleh Badan Standar Nasional Pendidikan sebagai buku teks pelajaran untuk SMK dan telah dinyatakan memenuhi syarat kelayakan untuk digunakan dalam proses pembelajaran melalui Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 45 Tahun 2008 tanggal 15 Agustus 2008.

Kami menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada seluruh penulis yang telah berkenan mengalihkan hak cipta karyanya kepada Departemen Pendidikan Nasional untuk digunakan secara luas oleh para pendidik dan peserta didik SMK.

Buku teks pelajaran yang telah dialihkan hak ciptanya kepada Departemen Pendidikan Nasional ini, dapat diunduh (*download*), digandakan, dicetak, dialihmediakan, atau difotokopi oleh masyarakat. Namun untuk penggandaan yang bersifat komersial harga penjualannya harus memenuhi ketentuan yang ditetapkan oleh Pemerintah. Dengan ditayangkan *soft copy* ini diharapkan akan lebih memudahkan bagi masyarakat khususnya para pendidik dan peserta didik SMK di seluruh Indonesia maupun sekolah Indonesia yang berada di luar negeri untuk mengakses dan memanfaatkannya sebagai sumber belajar.

Kami berharap, semua pihak dapat mendukung kebijakan ini. Kepada para peserta didik kami ucapkan selamat belajar dan semoga dapat memanfaatkan buku ini sebaik-baiknya. Kami menyadari bahwa buku ini masih perlu ditingkatkan mutunya. Oleh karena itu, saran dan kritik sangat kami harapkan.

Jakarta, 17 Agustus 2008  
Direktur Pembinaan SMK

# Pengantar Penulis

Puji syukur penyusun panjatkan kehadirat Allah SWT, karena hanya atas kehendak dan ridho-Nya maka Buku Teknik Bodi Otomotif yang dirancang untuk siswa SMK Program Keahlian Teknik Bodi Otomotif ini dapat terselesaikan. Buku ini disusun sesuai dengan kurikulum SMK 2004 yang menerapkan prinsip-prinsip pembelajaran berbasis kompetensi.

Kemajuan teknologi dibidang teknologi otomotif yang diiringi dengan meningkatnya perekonomian masyarakat menyebabkan jumlah kendaraan bertambah dengan cepat. Untuk melakukan perawatan dan perbaikan kendaraan diperlukan tenaga kerja yang kompeten di bidangnya. Di masa yang akan datang, tentunya peluang teknisi khususnya di bidang perbaikan bodi otomotif menjadi lebih terbuka dan luas dimasa yang akan datang.

Dengan mempelajari buku ini diharapkan dapat mewujudkan lulusan SMK Program Keahlian Teknik Bodi Otomotif menjadi tenaga kerja yang mandiri, mampu berwirausaha, mampu mengembangkan pelayanan sebagai teknisi bodi otomotif yang ada di dunia usaha dan dunia industri, dan mampu melakukan pekerjaan sebagai teknisi bodi otomotif yang profesional.

Buku ini terdiri dari pokok bahasan dasar-dasar bodi kendaraan, peralatan yang digunakan dalam perbaikan bodi kendaraan, teknik pengelasan, teknik perbaikan bodi, fiberglass, sampai dengan pengecatan. Dengan menguasai materi dalam buku ini, diharapkan akan membantu siswa menjadi tenaga kerja yang memiliki kompetensi di bidang bodi kendaraan untuk memasuki dunia kerja, atau sebagai bekal melanjutkan ke jenjang yang lebih tinggi lagi.

Penulis menyadari, dalam penyusunan buku Teknik Bodi Otomotif ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu penulis dengan ikhlas bersedia menerima kritik dan saran demi lebih sempurnanya buku ini.

Akhirnya penulis menghaturkan terima kasih kepada semua pihak yang telah ikut membantu menyelesaikan buku ini, dan semoga buku ini bermanfaat.

Penulis

# Daftar Isi

Pengantar Direktur Pembinaan SMK .....	i
Pengantar Penulis .....	ii
Daftar Isi .....	iii
Peta Kompetensi .....	viii
<b>JILID 1</b>	
<b>1. Pendahuluan .....</b>	<b>1</b>
1.1. Sejarah Bodi Kendaraan .....	2
1.2. Konstruksi Bodi Kendaraan .....	4
1.3. Desain Bodi Kendaraan.....	9
1.4. Mesin .....	13
1.5. Metode Sambungan .....	16
1.6. Metode Perbaikan Bodi .....	18
1.7. Pengecatan .....	19
<b>2. Keselamatan dan Keselamatan Kerja.....</b>	<b>22</b>
2.1. Sebab-sebab Kecelakaan Kerja .....	23
2.2. Bahaya Terjadinya Kebakaran .....	30
<b>3. Menggambar Teknik.....</b>	<b>40</b>
3.1. Peralatan gambar .....	40
3.2. Dasar Menggambar Teknik .....	46
3.3. Proyeksi.....	49
3.4. Ukuran .....	52
3.5. Toleransi.....	54
3.6. Simbol-simbol .....	55
<b>4. Alat-alat Ukur .....</b>	<b>57</b>
4.1. Penggaris (Mistar) .....	57
4.2. Penggaris Siku .....	59
4.3. Straightedge .....	60
4.4. Meter Pita .....	60
4.5. Busur derajat .....	61
4.6. Screw Pitch Gauge .....	62
4.7. Jangka sorong .....	62
4.8. <i>Dial indicator</i> .....	64
4.9. Spooling .....	66
4.10. Tram gauge .....	67
4.11. Wheel Balancer .....	67
4.12. Tyre gauge .....	69
4.13. <i>Tracking</i> .....	69
<b>5. Alat-alat Tangan.....</b>	<b>71</b>
5.1. Obeng.....	72

5.2. Kunci pas dan ring.....	74
5.3. Kunci Shock.....	75
5.4. Kunci hexagonal dan kunci bintang.....	79
5.5. Kunci Inggris.....	80
5.6. Kunci pipa.....	82
5.7. Kunci momen.....	82
5.8. Tang .....	84
5.9. Gunting dan pemotong plat .....	85
5.10. Palu .....	86
5.11. Dolly.....	90
5.12. Body spoon.....	92
5.13. Gergaji .....	92
5.14. Kikir.....	94
5.15. Pahat .....	95
5.16. Penitik.....	97
5.17. Penggores .....	97
5.18. Jangka penggores .....	98
5.19. Skrap .....	100
5.20. Ragum/ cekam .....	100
5.21. Sikat logam.....	102
5.22. Kape dempul .....	103
5.23. Tap dan snei.....	103
5.24. Bolt Ectractor .....	107
<b>6. Alat-alat Hidrolik .....</b>	<b>108</b>
6.1. Pengertian .....	109
6.2. Alat-alat Pengangkat .....	110
6.3. <i>Hydraulic Power Jack</i> .....	114
6.4. <i>Atachment</i> .....	117
6.5. Peralatan Tekan .....	120
6.6. Peralatan Tarik .....	121
6.7. <i>Body-Frame Straighteners</i> .....	123
6.8. <i>Anchor pots</i> .....	127
6.9. Keselamatan kerja dengan peralatan hidrolik .....	132
<b>JILID 2</b>	
<b>7. Las Oxyacetylene .....</b>	<b>133</b>
7.1. Teori Dasar Las Oxyacetylene .....	133
7.2. Acetylene.....	134
7.3. Oksigen .....	137
7.4. Api Oxyacetylene.....	137
7.5. Peralatan Las Oxyacetylene.....	141
7.6. Bahan tambah .....	162
7.7. Prosedur pengelasan dengan Oxyacetylene.....	162
7.8. Pemotongan dengan Oxyacetylene .....	180
<b>8. Las Busur Nyala Listrik.....</b>	<b>188</b>
8.1. Klasifikasi las busur nyala listrik .....	188

8.2. Prinsip las busur nyala listrik .....	189
8.3. Parameter pengelasan .....	192
8.4. Peralatan las busur nyala listrik .....	195
8.5. Perlengkapan mengelas .....	203
8.6. Prosedur pengelasan busur nyala listrik .....	206
<b>9. Teknik Pematrian .....</b>	<b>229</b>
9.1. Proses terjadinya ikatan patri .....	232
9.2. Prosedur dan aturan dasar pematrian .....	234
9.3. Klasifikasi pematrian secara umum .....	244
9.4. Peralatan pematrian .....	250
9.5. Pematrian lunak pada logam berat .....	252
9.6. Pematrian Keras pada logam berat .....	253
9.7. Aplikasi Sambungan Pematrian pada beberapa Konstruksi .....	260
9.8. Keseamatan Kerja .....	266
<b>10. Metode Sambungan .....</b>	<b>268</b>
10.1. Rivets (keling) .....	268
10.2. Sekrup (screw) .....	275
10.3. Baut dan mur .....	277
10.4. <i>Push-On clip</i> .....	299
10.5. Perekat/Adhesive .....	306
<b>JILID 3</b>	
<b>11. Abrasive dan Peralatan .....</b>	<b>315</b>
11.1. Material abrasive .....	315
11.2. Peralatan abrasive .....	318
11.3. Peralatan Pendukung .....	325
11.4. Keselamatan Kerja dan Prosedur menggerinda .....	331
<b>12. Fiberglass .....</b>	<b>334</b>
12.1. Bahan pembuat fiberglass .....	336
12.2. Peralatan Fiberglass .....	339
12.3. Pembuatan fiberglass .....	340
12.4. Perbaikan bodi fiberglass .....	343
12.5. Keselamatan kerja .....	344
<b>13. Komponen Bodi Kendaraan .....</b>	<b>345</b>
13.1. Konstruksi Luar .....	345
13.2. Konstruksi Dalam .....	346
13.3. Lantai .....	347
13.4. Engine hood .....	348
13.5. Fender .....	352
13.6. Cowl dan Dash Panel .....	354
13.7. Atap Kendaraan .....	354
13.8. Bodi Belakang .....	356

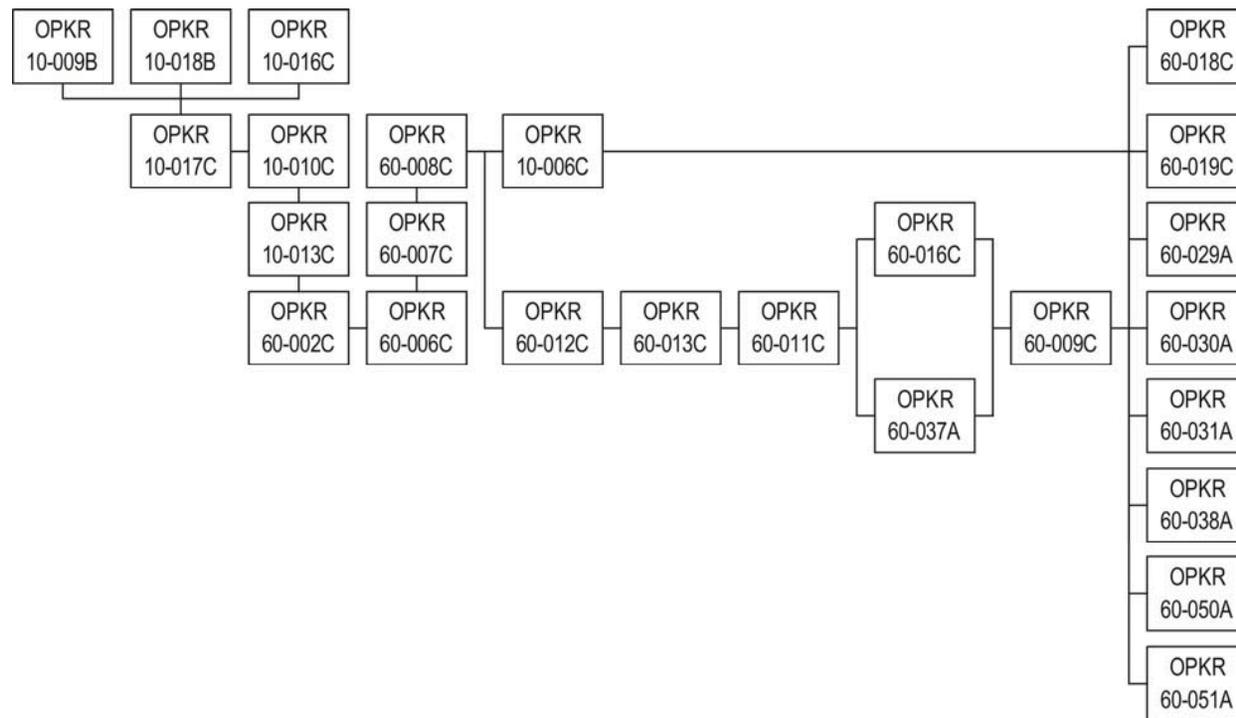
13.9. Pillar Tengah .....	356
13.10. Pintu Kendaraan .....	357
13.11. Deck Lid .....	361
13.12. Bumper .....	363
13.13. Kaca Kendaraan .....	364
13.14. Plafon Kendaraan .....	365
13.15. Tempat Duduk .....	368
13.16. Dashboard Kendaraan .....	370
13.17. Grill dan Moulding .....	372
<b>14. Kaca Kendaraan .....</b>	<b>373</b>
14.1. Peralatan, perawatan dan perbaikan kaca .....	374
14.2. Adhesive (perekat) .....	376
14.3. <i>Windshield</i> .....	380
14.4. Kaca Belakang .....	386
14.5. Kaca samping .....	389
<b>15. Teknik Perbaikan Bodi .....</b>	<b>392</b>
15.1. Tegangan dan Ragangan .....	394
15.2. Teknik vacuum <i>cup</i> .....	399
15.3. Teknik Batang Penarik dengan <i>sliding hammer</i> .....	400
15.4. Teknik Perbaikan dengan alat hidrolik .....	402
15.5. Teknik batang pengungkit ( <i>pry bar</i> ) .....	403
15.6. Teknik On-Dolly Hammering .....	403
15.7. Teknik Off-Dolly Hammering .....	406
15.8. Teknik Pengikiran .....	406
15.9. Teknik <i>Hot Shrinking</i> .....	407
15.10. Teknik Pemotongan bodi .....	408
<b>16. Kelistrikan Bodi .....</b>	<b>410</b>
16.1. Baterai .....	410
16.2. Jaringan Kabel .....	412
16.3. Kawat dan kabel .....	412
16.4. Komponen Pelindung .....	413
16.5. Komponen Penghubung .....	413
16.6. Baut massa .....	415
16.7. Sambungan ( <i>connector</i> ) .....	416
16.8. Pengaman sirkuit .....	417
16.9. Switch dan relay .....	419
16.10. Wiring Diagram .....	421
16.11. Sistem Penerangan .....	422
16.12. Wiper dan Washer .....	430
16.13. Meter kombinasi .....	435
16.14. Air Conditioner (AC) .....	439
<b>17. Peralatan Pengecatan .....</b>	<b>442</b>

17.1. Kompresor Udara .....	442
17.2. <i>Air Transformer/Regulator</i> .....	444
17.3. Selang Udara.....	445
17.4. Ruang Cat ( <i>Spray Booths</i> ) .....	446
17.5. Ruang Pemanas ( <i>Oven</i> ).....	448
17.6. <i>Spray Gun</i> .....	449
17.7. <i>Air brush pen kit</i> .....	459
17.8. Blok Tangan .....	459
17.9. <i>Sander</i> .....	460
17.10. Pengaduk/ <i>Paddle</i> .....	461
17.11. <i>Spatula (Kape)</i> .....	461
17.12. Pistol Udara .....	462
17.13. Papan Pencampur .....	462
17.14. Kertas Masking .....	462
17.15. Masker Pernafasan.....	463
<b>18. Bahan-bahan Pengecatan.....</b>	<b>464</b>
18.1. <i>Refinishing</i> Material .....	464
18.2. Cat .....	468
18.3. Masking .....	471
<b>19. Proses Pengecatan .....</b>	<b>476</b>
19.1. Persiapan Permukaan .....	476
19.2. Aplikasi Dempul .....	477
19.3. Pengamplasan.....	477
19.4. Prosedur Masking.....	478
19.5. Pengoperasian <i>Spraygun</i> .....	489
19.6. Pengecatan Akhir .....	494
19.7. Spot Repainting .....	497
19.8. Membersihkan <i>spraygun</i> .....	497
19.9. Pengkilapan dan pemolesan .....	498
<b>Daftar Pustaka .....</b>	<b>A1-A3</b>
<b>Glosarium .....</b>	<b>B1-B7</b>

## Teknik Bodi Otomotif

### DIAGRAM PENCAPAIAN KOMPETENSI

Diagram ini menunjukkan tahapan atau tata urutan kompetensi yang diajarkan dan dilatihkan kepada peserta didik dalam kurun waktu yang dibutuhkan serta kemungkinan multi exit-multi entry yang dapat diterapkan.



## Teknik Bodi Otomotif

### KETERANGAN

OPKR 10-009B	Pembacaan dan pemahaman gambar teknik
OPKR-10-018B	Kontribusi komunikasi di tempat kerja
OPKR 10-016C	Mengikuti Prosedur Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Lingkungan.
OPKR 10-017C	Penggunaan dan Pemeliharaan Peralatan dan Perlengkapan Tempat Kerja.
OPKR 10-010C	Penggunaan dan Pemeliharaan Alat Ukur.
OPKR 10-013C	Pelaksanaan pemeriksaan keamanan/kelayakan kendaraan
OPKR 10-006C	Melaksanakan prosedur pengelasan, pematian, pemotongan dengan panas dan pemanasan
OPKR 60-002C	Melaksanakan pekerjaan sebelum perbaikan
OPKR 60-006C	Melepas, menyimpan dan mengganti/memasang panel-panel bodi kendaraan, bagian-bagian panel dan perangkat tambahannya
OPKR 60-012C	Mempersiapkan permukaan untuk pengecatan ulang
OPKR 60-007C	Melepas dan mengganti/mengepas pelindung moulding, transfer/gambar-gambar hiasan, stiker dan decal/lis, spoiler
OPKR 60-008C	Melepas dan mengganti rangkaian/listrik/unit elektronik
OPKR 60-013C	Mempersiapkan bahan dan peralatan pengecatan
OPKR 60-011C	Melaksanakan prosedur masking
OPKR 60-009C	Memasang perapat komponen kendaraan
OPKR 60-016C	Mempersiapkan komponen kendaraan untuk perbaikan pengecatan kecil
OPKR 60-037A	Mempersiapkan dan mengecat komponen-komponen plastik
OPKR 60-018C	Pelaksanaan pengkilatan dan pemolesan
OPKR 60-019C	Memilih dan menggunakan hiasan/trim berperekat
OPKR 60-029A	Membuat (fabrikasi) komponen fiberglas/bahan komposit
OPKR 60-030A	Memperbaiki komponen fiberglas/bahan komposit
OPKR 60-031A	Memperbaiki komponen bodi menggunakan dempul timah (lead wiping)
OPKR 60-038A	Melaksanakan pemasangan anti karat dan peredam suara
OPKR 60-050A	Membersihkan permukaan kaca
OPKR 60-051A	Melakukan pembersihan setempat permukaan luar/dalam



**K**endaraan bermotor merupakan salah satu alat bantu transportasi yang digunakan manusia untuk berpindah dari tempat yang satu ke tempat lainnya. Awal abad 19-an, kendaraan hanya difungsikan sebagai alat transportasi belaka, tak heran bila proses pembuatannya belum menjamah aspek estetika dan kenyamanan. Yang penting roda bisa berputar, sehingga pengguna bisa mencapai tujuan dengan waktu yang lebih singkat.



Gambar 1.1 Konstruksii Bodi Otomotif

Kemajuan jaman dan berkembangnya teknologi otomotif, membuat kehidupan dunia otomotif semakin dinamis. Hal ini terlihat dari sekarang kendaraan bermotor tidak hanya sebagai alat transportasi, tetapi berkembang menjadi sarana berkreasi dan meraih prestasi, bahkan kendaraan akhirnya menjadi simbol status seseorang.

Jika dilihat dari segi bentuk, kendaraan dahulu hanya berbentuk kotak dengan tujuan bisa untuk mengangkut penumpang ataupun barang.

## Teknik Bodi Otomotif

Namun sekarang, bentuk kendaraan berkembang sangat bervariasi, yaitu kendaraan dengan bodi yang aerodinamis, memiliki banyak asesoris dan kelengkapan, dan kadang kendaraan sengaja didisain yang memiliki ciri khas dari pabrik pembuatnya.

Bahan yang digunakan untuk membuat mobil waktu itu masih berupa kayu, kemudian berganti menjadi besi baja yang memiliki kekuatan baik, akan tetapi memiliki kelemahan bobot yang berat. Kemudian bergeser menggunakan bahan plat *eyser*, berkembang menggunakan bodi alumunium, maupun sekarang tren dengan bodi *fiberglass* yang memiliki bobot sangat ringan.



Gambar 1.2 Bentuk mobil modern

### 1.1. Sejarah Bodi Kendaraan

Sekitar tahun 1896 – 1910, bodi kendaraan masih terbuat dari kayu untuk bagian *chassis* maupun bodinya. Hal ini masih terpengaruh dengan bodi kereta kuda saat itu. Kayu yang digunakan memiliki ketebalan sekitar 10 mm. Sambungan antar komponen menggunakan paku yang terbuat dari besi tempa. Untuk bagian atap kendaraan, ada yang menggunakan kain biasa, kain kanvas, namun ada juga yang menggunakan kayu dengan tujuan agar bodi bisa kuat.

Pada tahun 1921, Weymann memperkenalkan konstruksi lantai yang menjadi penopang komponen bodi yang lain, seperti dinding kendaraan serta kursi kendaraan. Lantai sengaja dibuat dari bahan yang kuat, sedangkan komponen yang lain bisa dibuat dari komponen yang ringan. Sambungan dinding dengan lantai menggunakan plat baja yang dibaut, dan untuk menghilangkan celah antar sambungan biasanya digunakan kayu. Panel-panel terbuat dari kain, kanvas dan bagian luar menggunakan kulit. Akan tetapi bahan ini memiliki umur yang pendek.

## Pendahuluan

Setelah permintaan kendaraan semakin meningkat, maka diperlukan suatu proses pembuatan bodi yang cepat dan dapat diproduksi massal. Perkembangan teknologi logam saat itu ikut mempercepat perkembangan teknologi bodi kendaraan, dimana besi bisa diolah dan dibentuk dengan menggunakan mesin press.

Baru pada tahun 1927 (lihat gambar 1.3) secara keseluruhan bodi kendaraan terbuat dari logam, dimana bodi kendaraan yang terdiri dari berbagai komponen telah dibuat dari lembaran plat yang dibentuk/dipress. Dengan perkembangan cara pengolahan logam yang semakin meningkat, maka produksi produksi kendaraan juga dapat meningkat.



Gambar 1.3. Kendaraan berbahan plat

Permintaan kendaraan yang terus meningkat, menyebabkan terjadi persaingan antar perusahaan dalam memproduksi kendaraan. Ahli-ahli teknik bodi tiap perusahaan berusaha menciptakan bodi kendaraan sesuai dengan kebutuhan, ergonomi dan dan memiliki kenyamanan bagi pengemudi dan penumpangnya.

Perkembangan teknologi bodi di bagian *chassis* dari tahun ke tahun juga mengalami kemajuan. Sebagai contoh, roda kendaraan yang semula memiliki diameter yang tidak sama, roda belakang lebih besar dari pada roda depan, jari-jari terbuat dari bahan kayu dan roda dilapis logam baja menjadi roda yang sudah menggunakan karet dan velg logam baik besi ataupun aluminium. Bahkan sekarang teknologi ban sudah tidak memakai ban dalam (*tubeless tire*) yang lebih aman dan mudah penggunaannya.

Atap kendaraan (*head lining*) yang semula hanya terbuat dari kain, kemudian bergeser terbuat dari *vinil* maupun plastik yang lebih

## Teknik Bodi Otomotif

menarik bentuknya dan mudah dibersihkan. Proses pemasangannya pun relatif mudah dengan menggunakan *adhesive* (lem).

Kenyamanan penumpang dalam berkendara juga selalu ditingkatkan, misalnya tempat duduk yang memiliki pegas dan dapat diatur posisinya, interior seperti *door trim*, panel-panel, dashboard yang terbuat dari bahan vinil atau plastik bahkan lantai karpet yang mudah dibersihkan. Sistem kemudi yang dahulu menggunakan tongkat berubah menjadi roda kemudi, tuas pemindah gigi percepatan juga menyesuaikan kenyamanan pengemudi dan masih banyak kemajuan lainnya.

Sistem kelistrikan juga mulai dikembangkan. Pada awalnya lampu kendaraan menggunakan minyak, kemudian berkembang menggunakan *acetylene* (karbit) dan sekarang menggunakan baterai sebagai sumber listrik. Fungsi lampu yang dahulu hanya sebagai alat penerangan di malam hari, saat ini lampu juga dijadikan sebagai isyarat dan rambu-rambu dalam usaha meningkatkan keselamatan dalam berkendara. Lampu-lampu juga menjadi kepentingan asesoris kendaraan untuk meningkatkan tampilan kendaraan.

Perkembangan bodi kendaraan, juga memegang peranan penting dalam hal kemampuan kendaraan. Pertama kali kendaraan mesin uap Cugnot diciptakan, hanya bisa berjalan sekitar 5 km/jam, akan tetapi saat ini kendaraan sudah bisa berjalan dengan kecepatan diatas 100 km/jam namun tetap nyaman, aman dan tidak berisik. Kebanyakan orang mungkin hanya berpendapat bahwa kecepatan tergantung dari mesinnya, akan tetapi saat ini orang mulai menyadari bahwa kecepatan kendaraan juga dipengaruhi oleh stabilitas kendaraan serta bentuk dan permukaan bodi kendaraan. Seperti di arena balap, aerodinamika suatu kendaraan sangatlah penting untuk mencapai kecepatan dan kestabilan kendaraan, demikian halnya dengan kendaraan biasa, sekarang bodi menjadi salah satu hal yang sangat penting dan selalu dilakukan pengembangan.

### **1.2. Konstruksi Bodi Kendaraan**

Bagian mobil terbagi dalam 2 kelompok besar, yaitu bodi dan *chassis*. Bodi adalah bagian dari kendaraan yang dibentuk sedemikian rupa, (pada umumnya) terbuat dari bahan plat logam (*steel plate*) yang tebalnya antara 0,6 mm – 0,9 mm sebagai tempat penumpang ataupun barang.

*Chassis* adalah bagian dari kendaraan yang berfungsi sebagai penopang bodi dan terdiri dari *frame* (rangka), *engine* (mesin), *power train* (pemindah tenaga), *wheels* (roda-roda), *steering system* (sistem kemudi), *suspension system* (sistem suspensi), *brake system* (sistem rem) dan kelengkapan lainnya.

Berdasar pada konstruksi menempelnya bodi pada rangka, maka terdapat 2 jenis konstruksi bodi kendaraan, yaitu konstruksi *composite* (terpisah) dan konstruksi *monocoq* (menyatu).



Gambar 1.4. *Assembly* (merakit) kendaraan

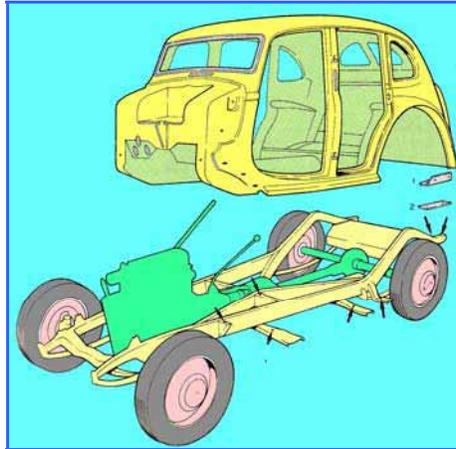
Rangka merupakan tempat menempelnya semua komponen kendaraan termasuk bodi. Rangka harus kuat, ringan, kukuh dan tahan terhadap getaran, atau guncangan yang diterima dari kondisi jalan. Agar kuat maka konstruksi rangka ada yang kotak, bentuk U atau pipa, yang pada umumnya terdiri dari dua batang yang memanjang dan dihubungkan dengan bagian yang melintang. Pada awal perkembangan teknologi bodi dan rangka kendaraan, bodi dan rangka dibuat secara terpisah (*composite body*) namun akhir-akhir ini bodi dan rangka dibuat menyatu (*monocoque body*, atau disebut juga *integral body*) khususnya pada kendaraan sedan.

### Konstruksi Terpisah (*Composite*)

Merupakan jenis konstruksi bodi kendaraan dimana bodi dan rangkanya terpisah. Pertautan/penyambungan antara bodi dan rangka menggunakan baut dan mur. Untuk meningkatkan kenyamanan saat digunakan, maka diantara bodi dan rangka dipasang karet sebagai alat peredam getaran.

## Teknik Bodi Otomotif

Konstruksi bodi dan rangka yang terpisah ini memberikan kemudahan dalam penggantian bagian bodi kendaraan yang mengalami kerusakan, terutama bodi bagian bawah atau putusnya rangka. Konstruksi ini biasanya digunakan pada kendaraan sedan tipe lama, kendaraan penumpang dan mobil angkutan barang. (misal *truck*, *bus*, *pick up* dan lain sebagainya).



Gambar 1.5. Konstruksi *composite body*

### Konstruksi Menyatu (*Monocoque*)

Merupakan jenis konstruksi bodi kendaraan dimana bodi dan rangka tersusun menjadi satu kesatuan. Konstruksi ini menggunakan prinsip kulit telur, yaitu merupakan satu kesatuan yang utuh sehingga semua beban terbagi merata pada semua bagian kulit. Pertautan antara bodi dan rangka menggunakan las.

Karena bodi dan rangka menyatu, maka bentuknya dapat menjadi lebih rendah dibanding dengan tipe *composite* sehingga titik berat gravitasi lebih rendah menyebabkan kendaraan akan lebih stabil. Konstruksi ini digunakan pada sedan, bahkan beberapa kendaraan MPV (*Multi Purpose Vehicle*) mulai menerapkan konstruksi *monocoq body*.



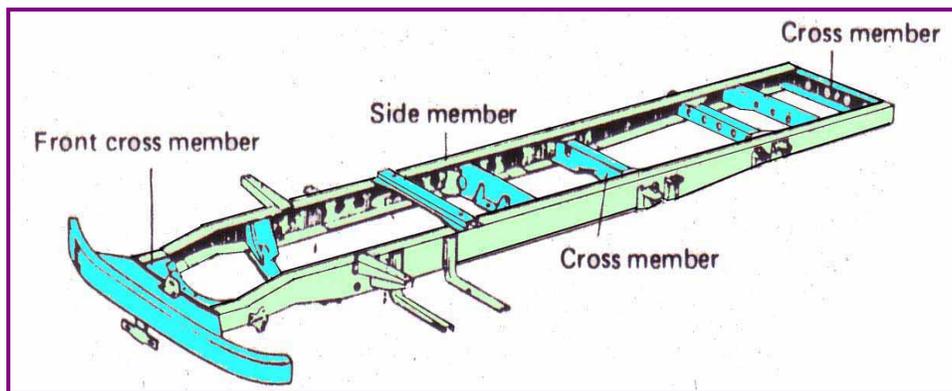
Gambar 1.6. Konstruksi Bodi Integral (*Monocoque Body*)

## Jenis-jenis Rangka

Berdasarkan bentuknya, rangka kendaraan dibedakan menjadi beberapa macam, yaitu : (a) rangka bentuk H, (b) rangka perimeter, (c) rangka bentuk X, (d) rangka bentuk tulang punggung (*backbone*), dan rangka bentuk lantai (*platform frame*).

### Rangka bentuk H.

Konstruksinya sangat sederhana, mudah dibuat, banyak digunakan untuk kendaraan *bus*, *truck*.



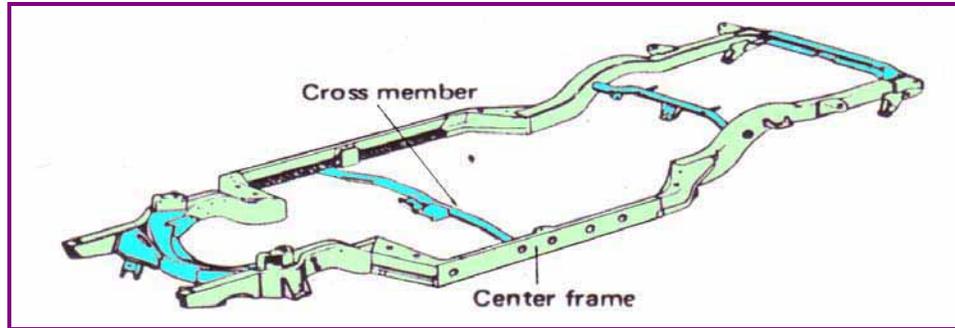
Gambar 1.7. Konstruksi Rangka Bentuk H

### Rangka Perimeter.

Rangka perimeter merupakan penyempurnaan bentuk H, bodi menempel pada pinggir rangka sehingga posisi lantai dapat diturunkan. Penurunan

## Teknik Bodi Otomotif

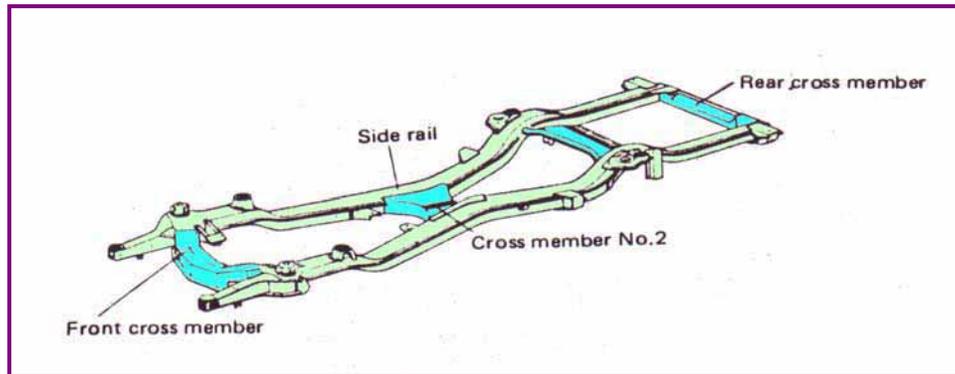
lantai kendaraan akan menurunkan titik pusat berat kendaraan dan tinggi kendaraan berkurang sehingga pengemudian mantap, ruang penumpang menjadi lebih leluasa, banyak digunakan untuk sedan.



Gambar 1.8. Konstruksi Rangka Perimeter

Rangka bentuk X.

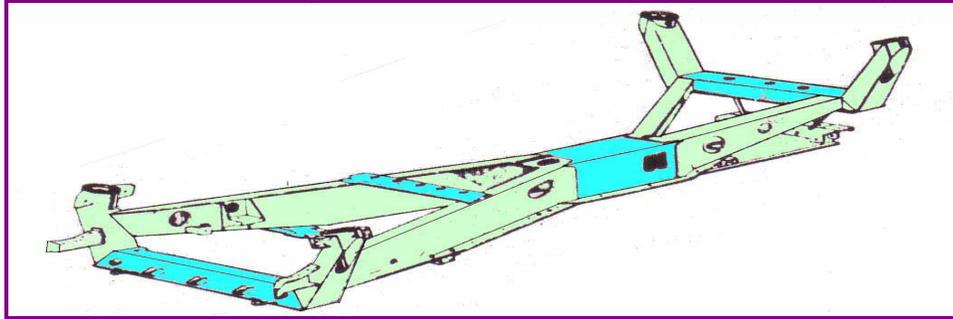
Konstruksi rangka balok terdiri atas dua batang rangka utama berbentuk balok memanjang disatukan dibagian tengah. Tempat pertautan dengan bodi dan pintu dapat dibuat rendah sehingga memudahkan keluar-masuk kendaraan, kuat terhadap putaran, digunakan untuk sedan tipe lama.



Gambar 1.9. Konstruksi Rangka Bentuk X

Rangka bentuk Tulang Punggung (*Back Bone*).

Konstruksi rangka merupakan rangka model tunggal, bagian tengah memikul beban (punggung) dan lengan yang menonjol sebagai pemegang bodi. Konstruksi rangka semacam ini juga memungkinkan titik pusat berat kendaraan dibuat lebih rendah. Konstruksi rangka model ini sering digunakan untuk mobil penumpang dan *truck*.



Gambar 1.10. Konstruksi Rangka Bentuk *Back Bone*

### Rangka Model Lantai (*Platform Frame*).

Bodi dan rangka dilas menjadi satu, sehingga merupakan bentuk yang diintegrasikan, memungkinkan ruang interior dibuat luas. Kelebihan lain penggunaan konstruksi rangka model ini adalah memiliki ketahanan yang cukup baik terhadap bengkokan dan puntiran.

### 1.3. Desain Bodi Kendaraan



Gambar 1.11. Mendesain kendaraan tempo dulu

Pada awal kendaraan diciptakan, bodi kendaraan hanya berfungsi sebagai tempat penumpang agar terlindung dari panas dan hujan sehingga bentuknya sederhana. Karena dipengaruhi oleh perkembangan teknologi motor dan trend yang semakin maju, maka desain kendaraan mulai diperhatikan. Di industri pembuatan mobil, desain dari sebuah produk dirancang oleh bererapa ahli dari berbagai disiplin ilmu.

## Teknik Bodi Otomotif

Dalam mendesain kendaraan, perkembangan ilmu dari gambar teknik sangatlah cepat. Dari gambar teknik secara manual (gambar 1.7) berubah menjadi gambar teknik dengan komputer desain (misalnya Auto CAD). Bahkan rancangan tersebut sudah dapat disimulasikan apabila sudah dibuat sesungguhnya, baik dari bentuk, warna, struktur bodi maupun aerodinamikanya. Dengan teknologi komputer ini menyebabkan proses mendesain bodi kendaraan akan lebih cepat dan hasilnya akan maksimal.



Gambar 1.12. Menggambar model mobil



Gambar 1.13. Desain kendaraan dengan komputer dan bentuk jadinya

Setelah digambar, maka kendaraan yang akan dibuat massal tersebut, kemudian dibuat prototipenya. Prototipe pada awalnya dibuat dari bahan kayu, kemudian berkembang dibuat dari wax (lilin) dan clay (tanah liat, lempung) yang relatif mudah dibentuk.



Gambar 1.14. Prototipe mobil

Ukuran dari prototipe bisa dibuat dengan ukuran sesungguhnya, atau juga dapat dibuat dengan skala (biasanya diperkecil). Selama membuat prototipe tersebut, diperlukan ketelitian untuk mendapatkan hasil yang sebaik mungkin, bahkan sampai pada tiap sudut kecil dari kendaraan.

Terdapat tiga komponen penting dalam perancangan bodi kendaraan, yaitu:

- desain eksterior,
- desain interior, dan
- desain warna dan *trim*

Seorang perancang bodi eksterior bertanggung jawab mendesain bodi secara keseluruhan yang terlihat dari luar, baik depan, belakang samping kanan dan kiri, atas maupun bawah dari kendaraan.



Gambar 1.15. Menggambar desain eksterior di komputer *touch screen*

Perancang bodi interior bertanggung jawab mengembangkan bagian dalam kendaraan seperti kursi, ruangan, dasbord, *trim* dan sebagainya. Rancangan tersebut harus memenuhi aspek ergonomi,

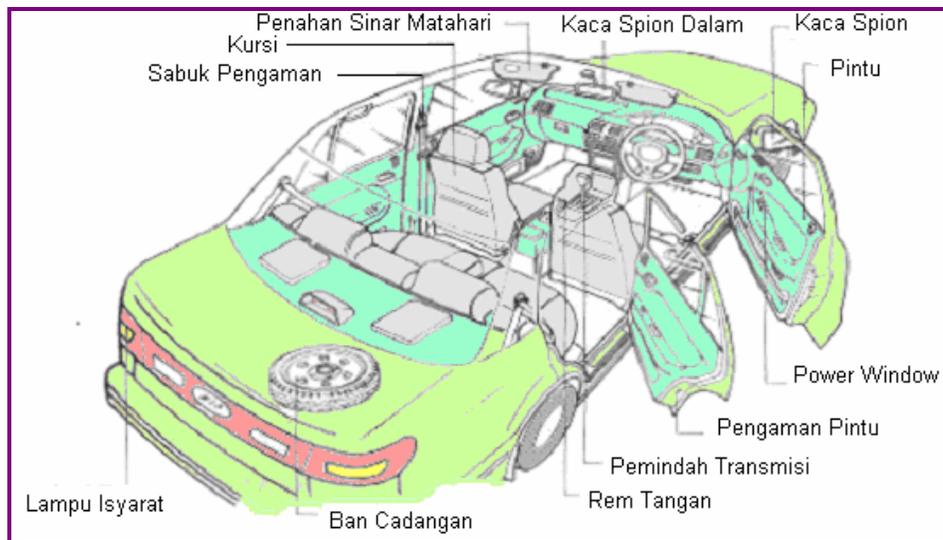
## Teknik Bodi Otomotif

estetika dan kenyamanan penumpang. Seperti halnya dengan eksterior, bagian interior juga dibuat prototipe terlebih dahulu. Dengan cara ini, diharapkan kendaraan yang akan dibuat nanti memenuhi rancangan sebelumnya, dan bisa mencoba untuk dirasakan. Berikut ini teknisi yang sedang membuat desain interior.



Gambar 1.16 Pembuatan model interior mobil

Sedangkan perancang warna dan *trim* bertanggung jawab meneliti, mendesain dan mengembangkan warna dan bahan yang digunakan dalam eksterior maupun interior kendaraan. Termasuk didalamnya adalah cat dan pengecatan serta bahan-bahan yang digunakan seperti plastik, karet, vinil, kulit, *headliner*, karpet, fiberglass dan lain sebagainya. Ketiga tim desainer ini harus bekerja sama untuk membuat sebuah kendaraan yang kompak.



Gambar 1.17. Interior dan eksterior Kendaraan

### 1.4. Mesin

Mesin atau motor merupakan sumber tenaga dari kendaraan. Dilihat dari jenisnya, motor terdiri dari motor listrik, motor nuklir, motor bakar dan lain sebagainya. Khusus untuk motor bakar, berdasarkan lokasi terjadinya pembakaran, mesin dibagi menjadi 2 jenis, yaitu: mesin pembakaran luar (*external combustion engine*) seperti pada mesin uap, dan mesin pembakaran dalam (*internal combustion engine*) seperti mesin bensin, mesin diesel, dan mesin wankel. Kebanyakan mesin pada mobil menggunakan mesin pembakaran dalam dengan memanfaatkan piston, dan yang selalu dikembangkan saat ini adalah mesin bensin dan mesin diesel.

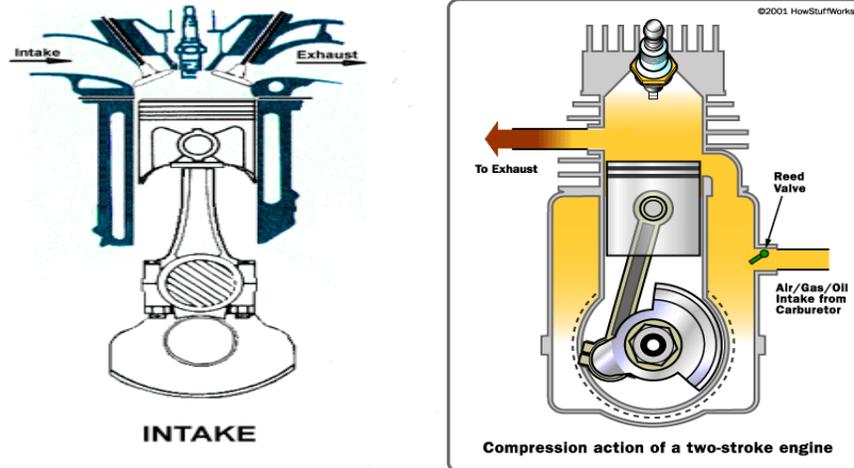
Untuk mendapatkan tenaga gerak kendaraan, diperlukan energi panas yang diperoleh dari proses pembakaran. Untuk menimbulkan energi gerak tersebut dibutuhkan beberapa elemen pendukung, yaitu:

- Udara , bahan bakar, panas
- Gerak bolak balik & gerak berputar
- Kompresi pada campuran udara - bahan bakar
- Siklus mesin

Syarat terjadi pembakaran meliputi bahan bakar (premium, solar, biodiesel dan lainnya), oksigen dan panas (sistem pengapian pada mesin bensin atau panas kompresi pada mesin diesel). Proses pembakaran ini akan berlangsung secara berurutan dalam suatu siklus kerja yang akan berulang-ulang. Siklus kerja ini terdiri dari:

1. Mengisi silinder dengan campuran yang mudah terbakar (langkah isap)
2. Menekan campuran tersebut sampai pada volume tertentu (langkah kompresi)
3. Menyalakan campuran sehingga mengembang dan menghasilkan tenaga (langkah usaha)
4. Mengeluarkan gas - gas yang telah terbakar dari dalam silinder (langkah buang)

## Teknik Bodi Otomotif



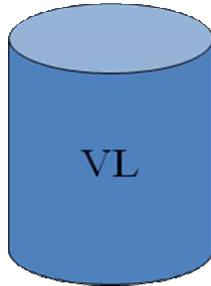
Gambar 1.18. Skema mesin 4 dan 2 langkah (tak)

Keempat langkah tersebut secara berurutan adalah langkah isap, kompresi, usaha, buang. Siklus mesin sendiri dibagi menjadi 2, yaitu siklus mesin 4 langkah/ tak dan mesin 2 langkah/tak. Mesin 4 langkah dalam satu siklusnya terdapat 4 kali langkah piston, 2 ke atas dan 2 ke bawah. Sehingga dalam satu siklusnya tercapai dalam 2 putaran poros engkol. Sedangkan mesin 2 langkah dalam satu siklus terdapat 2 kali langkah piston, 1 ke atas dan 1 ke bawah, dicapai dalam 1 putaran poros engkol.

Besarnya tenaga daya motor yang dihasilkan oleh suatu mesin tergantung dari:

- ❖ Volume silinder
- ❖ Diameter silinder
- ❖ Perbandingan kompresi
- ❖ Efisiensi volumetric
- ❖ Efisiensi thermis
- ❖ Efisiensi mekanis

Kapasitas mesin dinyatakan dalam satuan cc (*centimeter cubic*) atau juga liter. Kapasitas mesin ini juga bisa dijadikan indikator besarnya tenaga gerak yang akan dihasilkan, walaupun demikian untuk cc yang sama belum tentu memiliki tenaga yang sama. Terdapat variabel diameter piston, langkah engkol, maupun konstruksi dari mesin itu sendiri. Kapasitas silinder diperoleh dari rumus:



$KS = (\pi/4) D^2 L n$ , dimana:

KS = kapasitas silinder  
D = diameter silinder  
L = langkah piston  
n = jumlah silinder

Dari rumus di atas, besarnya diameter silinder akan menyebabkan kapasitas semakin besar (karena D dikuadratkan) sehingga daya motor juga akan semakin besar. Berdasarkan perbandingan diameter dan langkah, mesin dibagi menjadi 3 jenis, yaitu:

- Square Engine = diameter sama dengan langkah
- Oversquare Engine = diameter lebih besar dari pada langkah
- Longstroke Engine = diameter lebih kecil dari pada langkah

Sedangkan daya secara teoritis (daya kuda indikator) dapat dihitung dengan rumus:

$$D_{ki} = \frac{P L A N K}{60 \times 75} \quad TK$$

- P = tekanan efektif rata-rata (kg/cm<sup>2</sup>)
- L = langkah torak (m)
- A = luas penampang silinder (cm<sup>2</sup>)
- N = putaran motor
- K = jumlah silinder

Rumus di atas bersifat teoritis, karena daya motor sesungguhnya dipengaruhi juga oleh efisiensi volumetris, kerugian gesekan, kerugian panas dan lainnya.

Saat ini mesin yang terus dikembangkan ada dua kelompok besar, yaitu mesin bensin dan mesin diesel. Perkembangan mesin ini terus bersaing. Pada mesin bensin, komponen yang mendukung adalah sistem bahan bakar, sistem pengapian, sistem pelumasan, sistem pendinginan, sistem pengisian dan sistem kelistrikan. Sedangkan pada motor diesel hampir sama, hanya tanpa sistem pengapian, pembakaran memanfaatkan panas akibat tekanan yang tinggi di ruang bakar. Kemajuan yang terus

## Teknik Bodi Otomotif

dilakukan adalah peningkatan efisiensi konsumsi bahan bakar serta pengurangan emisi gas buang.



Gambar 1.19. Mesin mobil yang semakin kompak

### 1.5. Metode Penyambungan

Dalam teknik bodi otomotif, merakit atau merangkai berbagai komponen kendaraan banyak menggunakan berbagai metode penyambungan, agar dua atau beberapa komponen menjadi satu bagian. Pada buku ini juga akan dibahas berbagai sambungan yang digunakan, dari sambungan mati seperti pengelasan, maupun sambungan yang bisa dibongkar pasang seperti *rivets* atau keling, baut dan mur, *adhesif*/ lem perekat, *nut* maupun *push on clip* yang banyak digunakan pada pemasangan *trim*.



Gambar 1.20 Penggunaan *rivet* (keling) dan *nut*

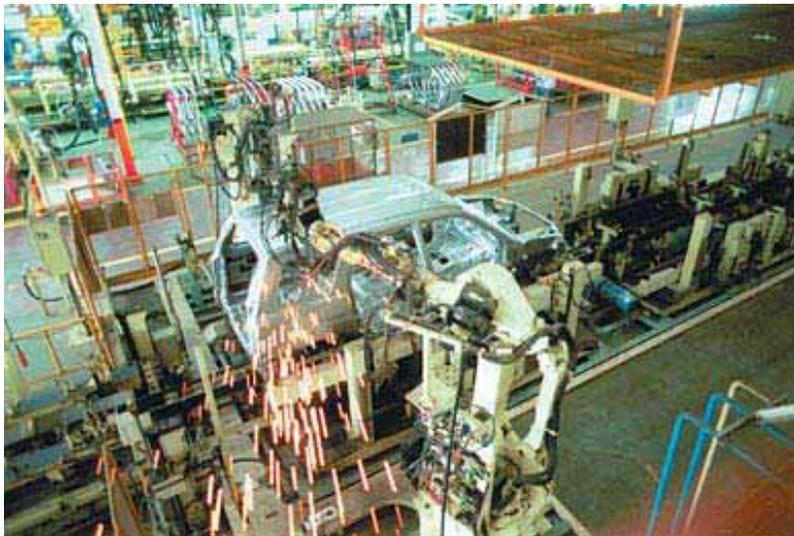
## Pendahuluan

Metode sambungan pengelasan banyak digunakan untuk menyambung bodi kendaraan yang terdiri dari rangka dan bodi plat kendaraan. Pengelasan merupakan proses menyambung bahan serupa satu sama lain (dalam hal ini tentunya logam) dalam keadaan kental atau meleleh dengan memanfaatkan panas baik dengan atau tanpa bahan tambah (kawat las maupun elektroda). Apabila proses yang dilakukan ketika mengelas itu benar, maka kekuatan pengelasan akan sama dengan kekuatan bahan dasar.



Gambar 1.21. Pengelasan listrik

Keuntungan metode pengelasan ini dapat dilakukan dengan cepat, tidak menambah bobot secara drastis.



Gambar 1.22. Pengelasan bodi mobil dengan robot

## Teknik Bodi Otomotif

### 1.6. Metode Perbaikan Bodi

Semakin bertambahnya jumlah kendaraan bermotor dan tidak seimbangannya pembangunan jalan raya, maka kini kemungkinan mobil mengalami kerusakan bodi akibat saling tabrak dan saling bersenggolan semakin sering terjadi. Oleh karena itu, kompetensi siswa SMK untuk perbaikan bodi dan cat semakin dibutuhkan. Selain didukung dengan fasilitas yang memadai, teknik perbaikan bodi juga perlu dipelajari sehingga kualitas pekerjaan perbaikan bodi kendaraan akan semakin baik.

Dengan teknisi muda yang dididik melalui pendidikan secara benar dan sistematis, diharapkan dapat dihasilkan lulusan/ mekanik yang berkualitas dalam hal perbaikan bodi dan pengecatan.



Gambar 1.23. Perbaikan bodi mobil

Banyak kebiasaan lama yang salah kini malah dikoreksi oleh system dan teknologi baru. Sebagai contoh, dulu bila ada bagian bodi yang penyot maka pelat dibagian tersebut dipanas sampai merah, disiram air dingin dan kemudian akan diketok agar bentuknya pulih mendekati aslinya. Dengan cara ini diharapkan ketika didempul, dempungnya tidak terlalu tebal. Permukaan pelat bodi memang pulih dan lapisan dempul tipis, akan tetapi pelat yang panas ternyata rusak dan akhirnya mudah menjadi karat.

Dengan menggunakan teknologi maju, maka pelat tidak dipanasi lagi. Permukaan pelat yang penyot diperbaiki dengan menggunakan dasar seperti palu dan dolly, peralatan hidrolis dan sebagainya. Untuk memperbaiki bagian yang rusak akibat tabrakan, kini teknisi lebih banyak menggunakan ketok dan tarik tanpa pemanasan. Hasilnya, selain kekuatan pelat tidak berubah permukaan catpun menjadi lebih cemerlang.

Dalam bab selanjutnya akan dibahas berbagai macam teknik perbaikan bodi kendaraan.

### 1.7. Pengecatan

Setelah perbaikan seluruh bodi selesai dilakukan, termasuk rangka maupun pintu, *engine hood*, atap, *fender* atau apapun yang mengalami kerusakan, yang diperbaiki melalui pengentengan atau perbaikan lainnya menggunakan berbagai alat yang diperlukan baik alat-alat tangan, alat hidrolik dan sebagainya, maka tiba saatnya sebuah kendaraan dipermanis dengan pengecatan untuk menimbulkan kesan manis.

Kini, proses pengecatan membutuhkan ruangan khusus, yang dikenal dengan *painting room* (ruang cat). Bahan cat yang berkualitas tinggi, membutuhkan pula teknik dan pendukung yang baik. Pengecatan tidak bisa dilakukan di ruangan terbuka, karena sisa- sisa cat akan kembali melekat pada permukaan yang dicat, yang mengakibatkan permukaan cat tidak bisa halus. Debu dan binatang kecil yang hinggap sulit dihilangkan karena cat cepat mengering. Oleh karena itu, pengecatan dilakukan di ruang pengecatan yang memiliki sirkulasi udara yang bagus. Udara yang disaring, diisap dari luar akan kembali dikeluarkan lewat saluran lain. Sehingga terjadi perputaran udara. Kabut cat akan spontan terisap keluar sehingga tidak ada kesempatan menimpa permukaan yang baru dicat.

Pekerjaan pengecatan dimulai dari pengamplasan permukaan bodi menggunakan amplas yang kasar, sampai dengan amplas halus. Jika diperlukan dilakukan pendempulan untuk memperoleh hasil yang maksimal. Pengecatan merupakan kegiatan praktik yang menyenangkan, karena merupakan pekerjaan terakhir sebelum kendaraan bisa digunakan.

Sebelum pekerjaan pengecatan dimulai, terlebih dahulu persiapkan peralatan yang diperlukan. Seperti kompresor udara (sebagai sumber udara), slang-slang tekanan tinggi termasuk sambungan-sambungannya yang rapat, *spray gun*, kertas masking, baju khusus pengecatan, masker udara (untuk melindungi pernafasan kita) cat yang akan digunakan dan kelengkapannya, serta peralatan lainnya. Untuk melindungi komponen yang tidak akan dicat perlu dimasking terlebih dahulu. Kemudian kendaraan dibawa ke ruangan khusus pengecatan (*spray booth*). Hal ini dilakukan agar saat melakukan pengecatan, tidak terganggu oleh debu dan kotoran disekitar pengecatan.

## Teknik Bodi Otomotif



Gambar 1.24. Pengecatan bodi mobil

Selama melaksanakan pengecatan, diperlukan teknik pengecatan yang tepat, agar memperoleh hasil yang maksimal. Sebagai contoh, pencampuran warna harus tepat. Apalagi kita melakukan *spot repainting* atau *nyepet*, maka cat lama dengan cat baru juga harus sama. Selain itu, pengaturan jumlah cat dan udara harus tepat sehingga menimbulkan campuran yang tepat. Jarak pengecatan juga harus disesuaikan dengan kondisi campuran cat dan thinnernya, *overlapping* pengecatan juga harus baik. Dengan menggunakan teknik yang tepat, maka hasil pengecatan akan maksimal.

Setelah pengecatan selesai, maka kendaraan dibawa ke ruang khusus untuk dipanaskan. Pemanasan ini penting untuk mempercepat proses pengeringan cat. Sumber dari panas bisa menggunakan lampu pemanas biasa atau sekarang sudah banyak menggunakan ruangan pemanas *oven*.



Gambar 1.25. Ruang pemanas (*oven*)

Setelah selesai pengecatan, agar kendaraan lebih mengkilap dan cat benar-benar rata, maka dilakukan *polishing* atau poles cat. Poles dapat dilakukan dengan menggunakan mesin, dapat juga menggunakan tangan. Khusus memoles kendaraan setelah selesai pengecatan, disarankan memoles dengan menggunakan mesin untuk menimbulkan kilau yang beraturan (melingkar).



Gambar 1.26. Polishing menghilangkan goresan pada cat

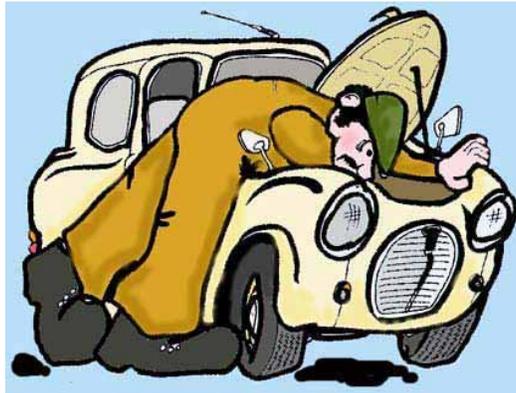
Proses polish juga bisa dilaksanakan tidak hanya sehabis pengecatan, akan tetapi bisa dilakukan apabila terdapat goresan yang terdapat pada cat, namun tidak terlalu dalam. Proses pengerjaannya sama dengan setelah pengecatan, sampai didapatkan hasil yang baik.

Tugas:

1. Identifikasilah jenis-jenis rangka dari 5 mobil dari kendaraan penumpang/ sedan dan 5 mobil kendaraan barang!
2. Buatlah perbandingan fitur interior dan eksterior dari 5 kendaraan!



**K**eselamatan dan kesehatan kerja (K3) bagi pekerja atau teknisi sangat diperlukan ketika sedang bekerja. Namun tidak hanya untuk subyek pekerja (manusia) saja, tetapi K3 juga penting untuk obyek (material) yaitu benda-benda yang dikenai pekerjaan, alat-alat serta lingkungan tempat bekerja. Oleh karena itu sangat diperlukan kepedulian manusia sebagai personil yang bisa berperan aktif dalam mewujudkan keselamatan dan kesehatan kerja.



Gambar 2.1 Bekerja harus memperhatikan K3

Sesuai dengan tujuannya, maka K3 mempunyai tujuan sebagai berikut:

1. Melindungi tenaga kerja dalam melaksanakan pekerjaan untuk memperoleh keselamatan dan kesehatan serta kesejahteraan hidup.
2. Menjamin tenaga kerja dalam meningkatkan produktifitas
3. Menjamin dan melindungi tenaga kerja dan lingkungannya
4. Menjamin sumber-sumber produksi dan peralatan yang digunakan
5. Mencegah dan atau mengurangi terjadinya kecelakaan kerja di tempat kerja dan lingkungannya
6. Mengurangi resiko kebakaran
7. Mencegah dan mengurangi kerugian yang diderita oleh semua pihak

## Kesehatan dan Keselamatan Kerja

8. Memberi perlindungan hukum dan moral bagi tenaga kerja dan manajemen perusahaan
9. Memberi pertolongan dini bagi pekerja bila terjadi kecelakaan

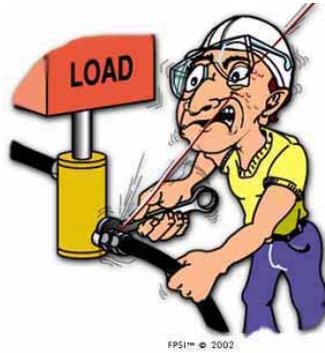
Peraturan mengenai syarat-syarat keselamatan kerja diatur dalam perundangan Republik Indonesia, yaitu UU No. 1 Tahun 1970. Syarat-syarat keselamatan kerja yaitu:

- a. mencegah dan mengurangi kecelakaan;
- b. mencegah, mengurangi dan memadamkan kebakaran;
- c. mencegah dan mengurangi bahaya peledakan;
- d. memberi kesempatan atau jalan menyelamatkan diri pada waktu kebakaran atau kejadian-kejadian lain yang berbahaya;
- e. memberi pertolongan pada kecelakaan;
- f. memberi alat-alat perlindungan diri pada para pekerja;
- g. mencegah dan mengendalikan timbul atau menyebarkan suhu, kelembaban, debu, kotoran, asap, uap, gas, hembusan angin, cuaca, sinar atau radiasi, suara dan getaran;
- h. mencegah dan mengendalikan timbulnya penyakit akibat kerja baik fisik maupun psychis, peracunan, infeksi dan penularan;
- i. memperoleh penerangan yang cukup dan sesuai;
- j. menyelenggarakan suhu dan lembab udara yang baik;
- k. menyelenggarakan penyegaran udara yang cukup;
- l. memelihara kebersihan, kesehatan dan ketertiban;
- m. memperoleh keserasian antara tenaga kerja, alat kerja, lingkungan, cara dan proses kerjanya;
- n. mengamankan dan memperlancar pengangkutan orang, binatang, tanaman atau barang;
- o. mengamankan dan memelihara segala jenis bangunan;
- p. mengamankan dan memperlancar pekerjaan bongkar-muat, perlakuan dan penyimpanan barang;
- q. mencegah terkena aliran listrik yang berbahaya;
- r. menyesuaikan dan menyempurnakan pengamanan pada pekerjaan yang bahaya kecelakaannya menjadi bertambah tinggi.

### 2.1. Sebab-sebab Kecelakaan Kerja

Peristiwa kecelakaan kerja merupakan suatu kondisi yang tidak diinginkan oleh semua pihak. Karena hal ini akan menimbulkan kerugian dan pembiayaan yang besar. Untuk menghindari kecelakaan kerja, maka kita perlu mempelajari sebab-sebab kecelakaan kerja, sehingga bisa mengeliminir angka kecelakaan kerja. Kecelakaan kerja dapat bersumber dari faktor manusia sendiri, maupun dari faktor lingkungan.

## Teknik Bodi Otomotif



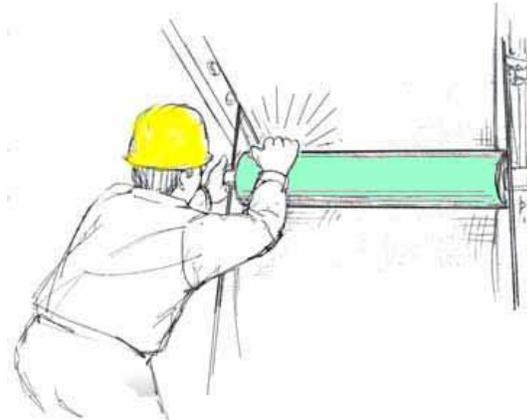
Gambar 2.2 Kecerobohan mengakibatkan kecelakaan

### 1. Faktor manusia

Kecelakaan kerja yang disebabkan oleh kesalahan manusia diantaranya:

#### a. Ketidaktahuan

Dalam menjalankan mesin-mesin dan peralatan otomotif diperlukan pengetahuan yang cukup oleh teknisi. Apabila tidak dapat menjadi penyebab kecelakaan kerja. Pengetahuan dari operator dalam menjalankan peralatan kerja, memahami karakter dari masing-masing mesin dan sebagainya, menjadi hal yang sangat penting, mengingat apabila hal tersebut asal-asalan, maka akan membahayakan peralatan dan manusia itu sendiri.



Gambar 2.3 Pahami karakter pekerjaan anda

#### b. Kemampuan yang kurang

Tingkat pendidikan teknisi otomotif sangat dibutuhkan untuk proses produksi dan proses *maintenance* atau perawatan.

## Kesehatan dan Keselamatan Kerja

- Orang yang memiliki kemampuan tinggi biasanya akan bekerja dengan lebih baik serta memperhatikan faktor keselamatan kerja pada pekerjaannya. Oleh sebab itu, untuk selalu mengasah kemampuan akan menjadi lebih baik.
- c. Ketrampilan yang kurang  
Setelah kemampuan pengetahuan teknisi baik, maka diperlukan latihan secara terus-menerus. Hal ini untuk lebih selalu mengembangkan ketrampilan guna semakin meminimalkan kesalahan dalam bekerja dan mengurangi angka kecelakaan kerja. Di dunia keteknikan, kegiatan latihan ini sering disebut dengan training.
  - d. Konsentrasi yang kurang  
Dalam melaksanakan pekerjaan dituntut konsentrasi tinggi. Mesin-mesin yang beroperasi, berputar, atau bergerak tidak memiliki toleransi apabila kita salah dalam mengoperasikan atau menjalankan mesin tersebut. Banyak sekali hal yang dapat menyebabkan hilangnya konsentrasi manusia, seperti masalah pribadi atau keluarga, tekanan ekonomi, maupun faktor-faktor yang datangnya dari lingkungan seperti kondisi ruangan yang panas, atau terlalu dingin, suara yang berisik, mesin yang bising dan lain sebagainya. Oleh karena itu, faktor psikologis manusia dan lingkungan harus dikondisikan agar manusia nyaman dalam bekerja sehingga mengurangi angka kecelakaan kerja.
  - e. Bermain-main  
Karakter seseorang yang suka bermain-main dalam bekerja, bisa menjadi salah satu penyebab terjadinya angka kecelakaan kerja. Demikian juga dalam bekerja sering tergesa-gesa dan sembrono juga bisa menyebabkan kecelakaan kerja. Oleh karena itu, dalam setiap melakukan pekerjaan sebaiknya dilaksanakan dengan cermat, teliti, dan hati-hati agar keselamatan kerja selalu bisa terwujud. Terlebih lagi untuk pekerjaan yang menuntut adanya ketelitian, kesabaran dan kecermatan, tidak bisa dilaksanakan dengan berkerja sambil bermain.



Gambar 2.4 Kecelakaan berakibat fatal

- f. Bekerja tanpa peralatan keselamatan  
Pekerjaan tertentu, mengharuskan pekerja menggunakan peralatan keselamatan kerja. Peralatan keselamatan kerja dirancang untuk melindungi pekerja dari bahaya yang diakibatkan dari pekerjaan yang baru dilaksanakan. Dengan berkembangnya teknologi, saat ini telah dibuat peralatan keselamatan yang nyaman dan aman ketika digunakan. Peralatan keselamatan tersebut diantaranya pakaian kerja (*wearpack*), helm pengaman, kacamata, kacamata las, sarung tangan, sepatu kerja, masker penutup debu, penutup telinga dari kebisingan, tali pengaman untuk pekerja di ketinggian dan sebagainya. Terkadang orang yang sudah merasa mahir justru tidak menggunakan peralatan keselamatan, misal dalam mengelas tidak menggunakan topeng las. Hal ini sangatlah salah, pekerja yang mahir dan profesional justru selalu menggunakan peralatan keselamatan kerja untuk menjaga kualitas pekerjaan yang terbaik serta keselamatan dan kesehatan dirinya selama bekerja.
- g. Mengambil resiko yang tidak tepat  
Karena tidak mau repot dalam bekerja, orang kadang melakukan hal-hal yang tidak mencerminkan tindakan yang selamat. Sebagai contoh, pekerja malas mengambil topeng las di rak keselamatan kerja, langsung mengelas tanpa pelindung mata. Tanpa di duga, ada percikan api las yang mengenai mata. Setelah dilakukan pengobatan, ternyata besarnya biaya pengobatan tidak sebanding dengan beberapa detik mengambil peralatan keselamatan kerja. Demikian juga dengan mesin, sudah tahu bahwa oli sudah waktunya diganti, karena hanya menyisakan pekerjaan sedikit saja, oli mesin

## Kesehatan dan Keselamatan Kerja

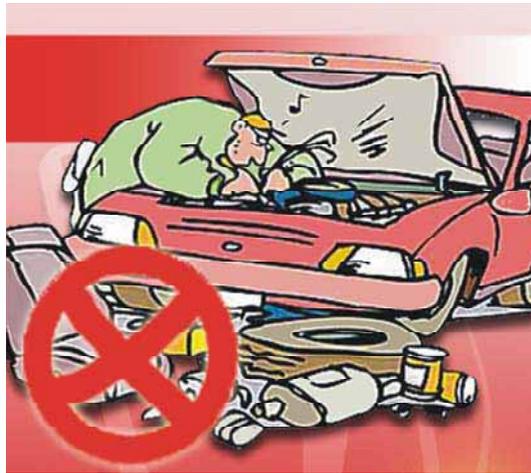
tidak diganti. Ternyata dengan kualitas oli yang jelek, justru mesin menjadi panas (*overheating*) dan harus turun mesin, dengan biaya yang jauh lebih tinggi, ditambah tetap harus mengganti oli.

### 2. Faktor lingkungan

Faktor lingkungan juga andil dalam terjadinya kecelakaan kerja.

#### a. Tempat kerja yang tidak layak

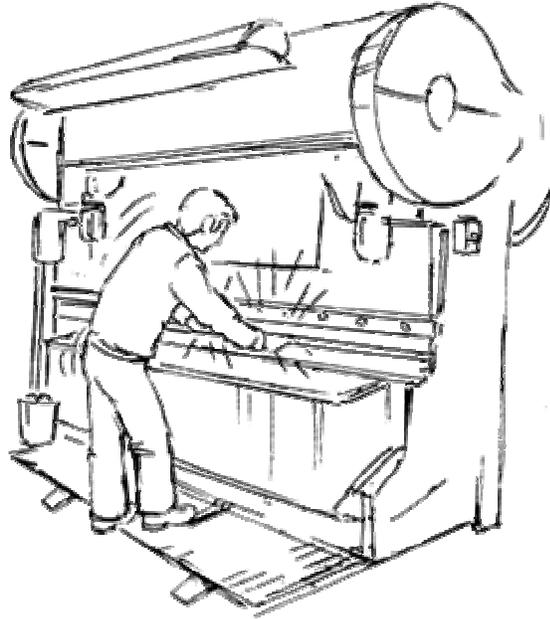
Tempat kerja harus memenuhi syarat-syarat keselamatan kerja, seperti ukuran ruangan tempat kerja, penerangan, ventilasi udara, suhu tempat kerja, lantai dan kebersihan luangan, kelistrikan ruang, pewarnaan, gudang dan lain sebagainya. Jika tempat kerja tidak memenuhi persyaratan yang telah ditentukan, maka kecelakaan kerja sangat mungkin terjadi.



Gambar 2.5 Tempat kerja yang tidak layak

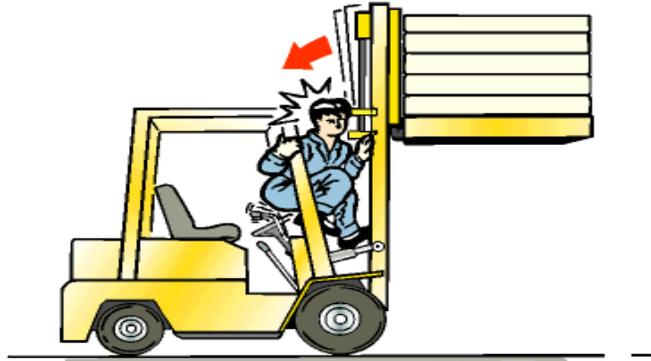
#### b. Kondisi peralatan yang berbahaya

Mesin-mesin dan peralatan kerja pada dasarnya mengandung bahaya dan menjadi sumber terjadinya kecelakaan kerja. Misalnya karena mesin atau peralatan yang berputar, bergerak, bergesekan, bergerak bolak-balik, belt atau sabuk yang berjalan, roda gigi yang bergerak, transmisi serta peralatan lainnya. Oleh karena itu, mesin dan peralatan yang potensial menyebabkan kecelakaan kerja harus diberi pelindung agar tidak membahayakan operator atau manusia.



Gambar 2.6 Peralatan pemotong plat

- c. Bahan-bahan dan peralatan yang bergerak  
Pemindahan barang-barang yang berat atau yang berbahaya (mudah meledak, pelumas, dan lainnya) dari satu tempat ke tempat yang lain sangat memungkinkan terjadi kecelakaan kerja. Untuk menghindari kecelakaan kerja tersebut, perlu dilakukan pemikiran dan perhitungan yang matang, baik metode memindahkannya, alat yang digunakan, jalur yang akan di lalui, siapa yang bisa memindahkan dan lain sebagainya. Untuk bahan dan peralatan yang berat diperlukan alat bantu seperti *forklift*. Orang yang akan mengoperasikan alat bantu ini harus mengerti benar cara menggunakan *forklift*, karena jika tidak, kemungkinan akan timbul kesalahan dan mengancam keselamatan lingkungan maupun tenaga kerja lainnya.



Gambar 2.7 Utamakan keselamatan

### d. Transportasi

Kecelakaan kerja yang diakibatkan dari penggunaan alat transportasi juga cukup banyak. Dari penggunaan alat yang tidak tepat (asal-asalan), beban yang berlebihan (*overloading*), jalan yang tidak baik (turunan, gelombang, licin, sempit), kecepatan kendaraan yang berlebihan, penempatan beban yang tidak baik, semuanya bisa berpotensi untuk terjadinya kecelakaan kerja.

Upaya untuk mengatasi hal tersebut di atas, diantaranya adalah memastikan jenis transportasi yang tepat dan aman, melaksanakan operasi sesuai dengan *standart operational procedure* (SOP), jalan yang cukup, penambahan tanda-tanda keselamatan, pembatasan kecepatan, jalur khusus untuk transportasi (misal dengan warna cat) dan lain sebagainya.



Gambar 2.8 Hati-hati terhadap transportasi bergerak

### **2.2. Bahaya Terjadinya Kebakaran**

Menurut National Fire Protection Assosiation dalam buku Storm (1993:92) dijelaskan klasifikasi kebakaran menjadi 4 kategori:

- a. tipe A adalah kebakaran untuk kayu, kertas, kain serta bahan-bahan yang berasal dari jenis tersebut dan alat yang digunakan sebagai pemadam adalah tabung bersimbol A dalam segitiga warna hijau;
- b. tipe B adalah kebakaran untuk bahan bakar bensin, oli, ter, terpentin, cat dan yang sejenis dan alat yang digunakan sebagai pemadam adalah tabung bersimbol B dalam segitiga warna merah;
- c. tipe C adalah kebakaran untuk peralatan kelistrikan, panel-panel listrik, motor listrik dan alat yang digunakan sebagai pemadam adalah tabung bersimbol C dalam segitiga warna biru; dan
- d. tipe D adalah kebakaran untuk logam seperti magnesium, sodium, titanium, lithium dan yang sejenis dan alat yang digunakan sebagai pemadam adalah tabung bersimbol D dalam segitiga warna kuning.

Sedangkan di Indonesia sendiri, tipe D jarang digunakan, karena masih jarangya pengolahan logam yang berbahaya.

Dalam bengkel kerja juga diberlakukan sistem pengkodean warna untuk keselamatan. Lebih lanjut Storm (1993) menjelaskan: (a) warna merah mengindikasikan bahaya atau berhenti beroperasi; (b) warna orange, untuk bagian komponen dari mesin yang berbahaya, misal bagian pemotong, pengangkat, berputar dan sebagainya; (c) warna kuning sebagai tanda peringatan karena bagian atau komponen yang berbahaya; (d) warna hitam didalam kuning, berarti terdapat bahaya radiasi; (e) warna hijau, berarti daerah aman misal tempat kotak P3K dan peralatan keselamatan kerja; dan (f) warna biru sebagai rambu-rambu informasi.

#### a. Sumber api

Kebakaran merupakan salah satu bentuk kecelakaan industri dan masyarakat umum, yang sering terjadi di Indonesia. Peristiwa kebakaran menimbulkan banyak kerugian dan korban harta benda dan jiwa. Karena itu perlu mendapat perhatian untuk dicari pencegahannya.

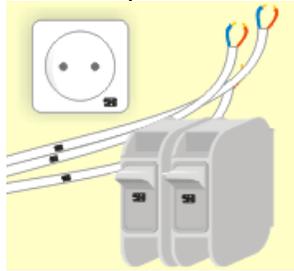
Dari mana sumber kebakaran ini berasal (mula-mula) di bawah ini diinventarisir:

##### 1. Adanya api yang luput dari pengamatan.

Ini dapat terjadi misalnya api yang berasal dari puntung rokok yang dilempar begitu saja oleh perokok yang lalai. Ia melempar puntung rokok tanpa disadari di tempat dimana terdapat bahan-bahan yang mudah terbakar. Akibatnya sangatlah fatal, yaitu kebakaran itu sendiri.

## Kesehatan dan Keselamatan Kerja

2. Salah pakai dan kesalahan pada instalasi listrik.  
Kesalahan tersebut mengakibatkan hubungan singkat ataupun terjadinya api listrik yang mengakibatkan awal api/ kebakaran. Jika api listrik terjadi pada bahan-bahan yang mudah terbakar, maka akan menjadi sumber api awal/ sumber kebakaran.



Gambar 2.9 Pastikan rangkaian kelistrikan aman

3. Adanya bahan-bahan yang mudah terbakar.  
Bahan-bahan yang mudah terbakar di industri dan di tempat-tempat kerja, merupakan sumber api/ kebakaran. Apabila bahan-bahan itu berkumpul dengan unsur lain yang menjadi bahan terjadinya api, maka terjadilah api/ kebakaran. Oleh karena itu bahan-bahan yang mudah terbakar penyimpanannya pada tempat tersendiri dan harus jauh dari sumber api.
4. Api las gas acetylen.  
Pesawat gas acetylen dan aparat las acetylen haruslah betul-betul terjaga kerapatan pada sambungannya, agar bebas dari kebocoran gas acetylen. Karena gas acetylen yang bercampur dengan udara (O<sub>2</sub>) menjadi sangat mudah terbakar. Pemeriksaan secara periodik, terutama sebelum dan sesudah bekerja sangatlah penting sebagai tindakan penjagaan.
5. Instalasi minyak/ bahan bakar cair.  
Minyak dan bahan bakar cair merupakan bahan bakar yang jelas mudah terbakar. Karena itu instalasi minyak dan bahan bakar cair haruslah aman dari bocoran-bocoran pada sambungan-sambungannya. Api/ sumber api harus dijauhkan dari instalais minyak dan bahan bakar cair. Tanda-tanda peringatan bahaya api harus dipasang, agar menjadi perhatian orang dan diindahkan/ ditaati aturan-aturan larangan merokok dan sebagainya.
6. Api berasal dari panas mekanis/ loncatan api mekanik.  
Panas/ api dapat muncul akibat panas mekanis, yaitu pada pekerjaan-pekerjaan menggerinda, memahat, membentuk dengan palu, menggergaji, mebubut, memasah pahat, mengasah pisau-pisau/ pahat bubut, dan lain sebagainya.

## Teknik Bodi Otomotif

Maka pada tempat yang potensial menghasilkan panas mekanis harus bersih dari bahan yang mudah terbakar.

7. Adanya anak yang bermain api.  
Bermain baik dilakukan oleh orang dewasa maupun anak-anak sangatlah berbahaya. Lebih-lebih dilakukan oleh anak-anak di tempat yang banyak terdapat bahan yang mudah terbakar. Tentu menjadi sangat berbahaya.
8. Instalasi bahan bakar gas.  
Instalasi bahan bakar gas haruslah bebas dari bocoran-bocoran pada sambungan-sambungannya. Pemeriksaan secara periodik semua sambungan dan pipa-pipa instalasi haruslah dilakukan dengan teliti. Api/ sumber api harus dijauhkan dari instalasi bahan bakar gas.
9. Nyala api terbuka.  
Nyala api terbuka hendaknya jauh dari bahan-bahan yang mudah terbakar. Api nyala terbuka hendaknya dilengkapi dengan cerobong/ penghisap tarikan udara. Hal itu dimaksudkan agar api tidak mengarah ke tempat lain, tetapi ke arah cerobong, untuk selanjutnya gas-gas bekasnya dibuang keluar melalui cerobong tersebut.
10. Api berasal dari sampah yang tertimbun.  
Sampah yang tertimbun, karena proses penimbunan terjadi reaksi yang menimbulkan panas. Panas ini bisa menjadi sumber pembakaran. Apabila kemudian ada sumber bahan yang mudah terbakar dan adanya api penyulut maka bisa menjadi sumber kebakaran.

b. Terjadinya api

Api terjadi karena adanya tiga unsur, yaitu:



Gambar 2.10 Unsur terjadinya pembakaran

1. Bahan bakar (*fuel*)  
Yang dimaksud bahan bakar disini adalah semua bahan-bahan yang dapat terbakar/ mudah terbakar, yang dipergunakan di industri maupun masyarakat pada umumnya.
2. Panas (*heat*)  
Panas ini akan menjadikan bahan bakar tersebut diatas suhunya naik. Apabila naiknya suhu karena panas sampai kepada suhu nyala maka bila ada sumber api maka akan mudah menyala, jika ada unsur yang ke 3 yaitu:
3. Udara (*oxygen*)  
Oksigen (O<sub>2</sub>) yang terdapat dalam udara merupakan unsur yang diperlukan dalam pembakaran/ terjadinya api. Apabila udara cukup, maka pembakaran bahan bakar dapat berlangsung dengan sempurna.

Dari uraian di atas dapatlah dipahami bahwa api/ kebakaran terjadi apabila ketiga unsur di atas lengkap. Maka apabila unsur itu tidak terpenuhi maka api tidak akan terjadi. Oleh karena itu, penanggulangan kebakaran yaitu memadamkan api/ kebakaran ditempuh dengan meniadakan salah satu atau dua atau ketiga unsur pembuat api.

Untuk meniadakan bahan bakar, yaitu dengan usaha agar bahan-bahan yang terbakar tidak bertambah, maka diusahakan dengan memisahkan dan menjauhkan bahan-bahan lain yang dapat menambah bahan yang terbakar.

Untuk meniadakan panas atau menurunkan suhu, sehingga panasnya/ suhunya dapat turun tidak mencapai suhu penyalaan maka diusahakan dengan menyiram, maksudnya untuk menurunkan suhu/ panasnya agar tidak mencapai suhu penyalaan dari bahan bakar/ bahan-bahan yang terbakar.

Untuk meniadakan udara (O<sub>2</sub>), maka diupayakan dengan jalan mengisolasi api, sehingga suplai O<sub>2</sub> tidak cukup untuk pembakaran, atau dengan pemadam karbon dioksida, dan pemadam lainnya sehingga suplai O<sub>2</sub> tidak ada lagi, atau kebutuhan O<sub>2</sub> untuk api tidak cukup lagi, sehingga api menjadi mati.

- c. Pencegahan kebakaran  
Pencegahan api/ kebakaran ditempuh dengan cara antara lain:
  1. Pengaturan (manajemen) kerumahtanggaan (*house keeping*) yang baik.
  2. Menempatkan bahan-bahan yang mudah terbakar pada tempat tersendiri, jauh dari api/ sumber api.

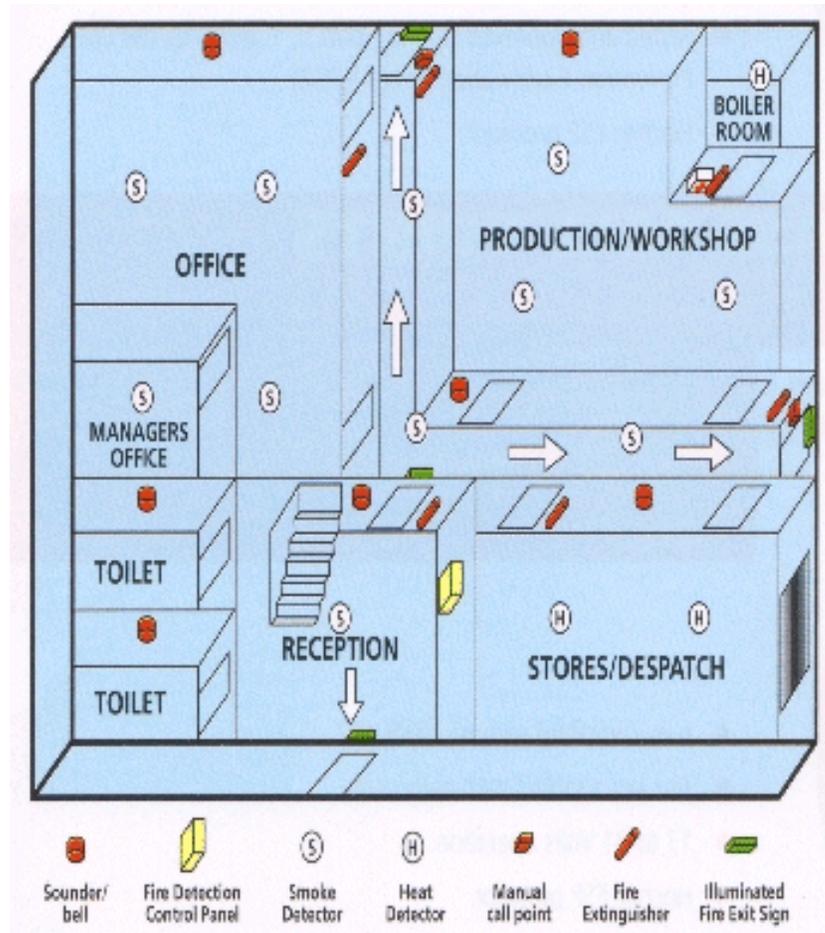
## Teknik Bodi Otomotif

3. Mencegah campuran yang mudah terbakar/ meledak, jangan sampai berada di tempat kerja, dekat dengan api/ sumber api.
4. Menghilangkan sumber-sumber api/ nyala api.
5. Pengawasan dan pemeriksaan periodik terhadap kemungkinan terjadinya kebakaran.



Gambar 2.11 Jagalah bahan-bahan yang berbahaya

- d. Persiapan penanggulangan kebakaran  
Hal-hal yang perlu diperhatikan sebagai tindakan persiapan penanggulangan kebakaran/ terjadinya api adalah antara lain tindakan-tindakan:
  1. Perencanaan instalasi pemadam kebakaran  
Perencanaan ini dibuat sekaligus pada waktu perencanaan gedung/ tempat kerja, berupa:
    - a) Instalasi pemadam kebakaran dengan pancaran air, memanfaatkan tekanan air dari menara air yang tinggi, dengan pipa-pipa hidran di beberapa tempat sesuai jangkauan semburan airnya.
    - b) Instalasi pemadam kebakaran dengan air, dengan menggunakan pompa-pompa air, menggunakan motor sebagai penggerak pompanya atau dengan motor listrik.  
Instalasi pemadam kebakaran dengan air tersebut perlu dicoba dan dimanfaatkan airnya, yaitu pada musim kering/ kemarau dapat digunakan untuk menyiram/membuat hujan lokal, untuk menyiram tanaman dan halaman.



Gambar 2.12 Instalasi pemadam kebakaran

2. Menyediakan pemadam kebakaran yang dapat dibawa/ dibawa dengan mudah sesuai keperluan. Yaitu jenis pemadam api busa (*foam*), pemadam api kering (*dry powder extinguisher*), pemadam api carbon dioksida/ gas CO, dan lain-lain, yang penggunaannya sesuai dengan jenis.

## Teknik Bodi Otomotif



Gambar 2.13 Tabung pemadam dan tanda bahaya

3. Adanya sistem tanda bahaya (sirine) di perusahaan, baik sistem tidak otomatis maupun sistem yang otomatis.
4. Adanya pintu-pintu darurat dan jalan-jalan untuk menyelamatkan diri.



Gambar 2.14 Tanda keluar ketika terjadi kebakaran

5. Adanya tangga biasa disamping elevator dan lift untuk menyelamatkan diri.
6. Dan lain-lain tindakan yang dapat dikembangkan, seperti pendidikan akan bahaya kebakaran dan cara penanggulangan kepada anak.



Gambar 2.15 Pendidikan bahaya kebakaran kepada anak

e. Peralatan Pencegahan Kebakaran

1. APAR / *Fire Extinguishers* / Racun Api

Peralatan ini merupakan peralatan reaksi cepat yang multi guna karena dapat dipakai untuk jenis kebakaran A,B dan C. Peralatan ini mempunyai berbagai ukuran beratnya, sehingga dapat ditempatkan sesuai dengan besar-kecilnya resiko kebakaran yang mungkin timbul dari daerah tersebut, misalnya tempat penimbunan bahan bakar terasa tidak rasional bila di situ kita tempatkan racun api dengan ukuran 1,2 Kg dengan jumlah satu tabung. Bahan yang ada dalam tabung pemadam api tersebut ada yang dari bahan kinia kering, foam/ busa dan CO<sub>2</sub>, untuk Halon tidak diperkenankan dipakai di Indonesia.



Gambar 2.16 Memadamkan kebakaran dengan APAR

## Teknik Bodi Otomotif

2. Hydran  
Ada 3 jenis hydran, yaitu hydran gedung, hydran halaman dan hydran kota, sesuai namanya hydran gedung ditempatkan dalam gedung, untuk hydran halaman ditempatkan di halaman, sedangkan hydran kota biasanya ditempatkan pada beberapa titik yang memungkinkan Unit Pemadam Kebakaran suatu kota mengambil cadangan air.
  3. Detektor Asap / Smoke Detector  
Peralatan yang memungkinkan secara otomatis akan memberitahukan kepada setiap orang apabila ada asap pada suatu daerah maka alat ini akan berbunyi, khusus untuk pemakaian dalam gedung.
  4. Fire Alarm  
Peralatan yang dipergunakan untuk memberitahukan kepada setiap orang akan adanya bahaya kebakaran pada suatu tempat
  5. Sprinkler  
Peralatan yang dipergunakan khusus dalam gedung, yang akan memancarkan air secara otomatis apabila terjadi pemanasan pada suatu suhu tertentu pada daerah di mana ada sprinkler tersebut
- f. Pencegahan Kebakaran
- Setelah kita mengetahui pengklasifikasian, prinsip pemadaman dan perlengkapan pemadaman suatu kebakaran maka kita harus bisa mengelola kesemuanya itu menjadi suatu sistem manajemen /pengelolaan pencegahan bahaya kebakaran.

Kita mengambil contoh dari pengelolaan pencegahan kebakaran pada bangunan tinggi.

1. Identifikasi bahaya yang dapat mengakibatkan kebakaran pada gedung itu.
  - a) Bahan Mudah Terbakar, seperti karpet, kertas, karet, dan lain-lain
  - b) Sumber Panas, seperti Listrik, Listrik statis, nyala api rokok dan lain-lain
2. Penilaian Resiko  
Resiko tinggi karena merupakan bangunan tinggi yang banyak orang
3. Monitoring  
Inspeksi Listrik, Inspeksi Bangunan, Inspeksi Peralatan Pemadam Kebakaran, Training, Fire Drill / Latihan Kebakaran dan lain-lain
4. Recovery / Pemulihan

## Kesehatan dan Keselamatan Kerja

Emergency Response Plan / Rencana Tindakan Tanggap Darurat, P3K, Prosedur-Prosedur, dan lain-lain.

g. Bahan eksplosif

Bahan-bahan yang mudah terbakar bisa menjadi sumber api pertama kali (sumber kebakaran), antara lain:

1. Amonia
2. Acetylen
3. Aseton
4. Gasolin
5. Benzen
6. Etel alkohol
7. Etil eter
8. Eter minyak
9. Hidrogen
10. Kamper
11. Karbon disulfida
12. Karbon monoksida
13. Kloretan
14. Minyak katsroli
15. Minyak linsid
16. Minyak tanah
17. Parafin



Pada industri-industri tertentu, bahan-bahan berikut menjadi sumber bahaya kebakaran:

1. Kapas, pada industri tekstil
2. Alkohol, ester, dan lain-lain, pada industri kimia, farmasi, industri pernis dan perlak.
3. Benzena dan homolog, pada industri karet.
4. Minyak linsid, pada industri pembuatan tahan air.
5. Formaldehid, pelarut dan lain-lain, pada industri plastik.
6. Pelarut, seperti n-heksan, n-heptan, dan n-pentan, pada industri ekstraksi pelarut.
7. Bubuk kayu, pada industri kayu.
8. Karbon disulfida, pada industri rayon viskos.
9. Bahan yang mengandung selulosa, pada industri kertas.
10. Dan lain-lain.

Tugas:

Lakukan kunjungan ke dinas pemadam kebakaran di lokasi terdekat, kemudian buatlah laporan proses penanganan terhadap terjadinya kebakaran!



# Menggambar Teknik

**M**enggambar teknik tidak bisa dilepaskan dalam teknik bodi otomotif. Bodi kendaraan dari mulai dirancang oleh desainer bodi kendaraan sampai dengan perbaikan bodi oleh teknisi pun tetap menggunakan teknik menggambar.

### 3.1. Peralatan Gambar

#### a. Pensil

Pensil merupakan peralatan gambar yang paling mendasar dan digunakan pada saat memulai menggambar. Pensil untuk menggambar teknik ada yang keras, dan ada pula yang lunak. Untuk memulai menggambar sebaiknya dipilih pensil yang keras, sebab bila menggunakan pensil lunak akan menyebabkan gambar yang dibuat akan lebih mudah kotor ketika dihapus.

Pensil dibedakan menurut komposisinya. Huruf B menginformasikan ketebalan warna hitamnya (*boldness*), berarti kandungan grafitnya lebih banyak. Sementara huruf H menginformasikan kekerasan komposisi *lead*nya, yang berarti kandungan tanah liatnya lebih banyak. Pensil dengan tanda F berarti komposisinya sangat tepat untuk diraut hingga keruncingan maksimal. Angka di depan huruf memperlihatkan tingkat ketebalan atau kekerasan komposisi suatu pensil. Misalnya 2H akan lebih keras daripada H, atau 2B akan lebih lembut dan tebal dibandingkan B. HB berarti pensil memiliki kedua sifat keras dan tebal. Selengkapnya tentang macam-macam pensil tersebut adalah :

- Pensil H (H = *hard* = keras)  
Di depan huruf H terdapat angka yang menunjukkan tingkat kekerasannya. Makin besar angkanya maka akan makin keras sifatnya.  
Misal : H, 2H, 3H, ..... 9H  
Untuk keperluan menggambar teknik dipakai pensil-pensil yang bersifat keras.
- Pensil B (B = *black* = hitam, tetapi lunak)

## Menggambar Teknik

Angka di depan huruf B yang lebih besar menunjukkan sifat yang lebih lunak dan hitam.

Misal : B, 2B, 3B, ..... 8B (yang paling lunak dan hitam)

- Pencil HB (HB = *hard black* = keras dan agak hitam)



Gambar 3.1. Pencil

Untuk menghasilkan garis yang baik, maka ujung dari pensil haruslah runcing. Pada gambar berikut ini dapat dilihat berbagai alat yang berhubungan dengan pensil, seperti misalnya untuk keperluan meraut/mengasah dan menghapus. Seorang juru gambar sebaiknya memiliki perlengkapan ini.



Gambar 3.2. Rautan

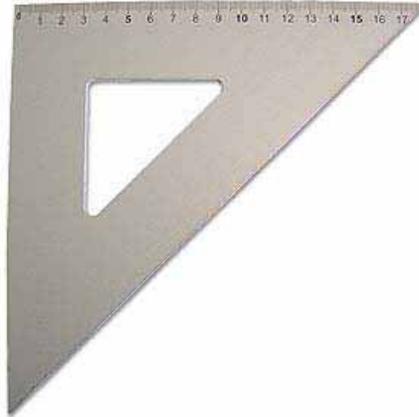
## Teknik Bodi Otomotif



Gambar 3.3. Penghapus

### b. Mistar Segitiga

Ukuran mistar segitiga yang dipergunakan hendaknya disesuaikan dengan luas bidang yang gambar. Akan tidak efisien apabila dipergunakan mistar segitiga kecil untuk gambar yang besar, demikian pula sebaliknya.



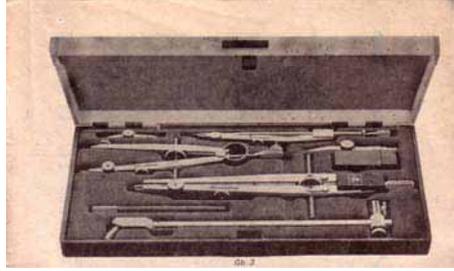
Gambar 3.4. Mistar Segitiga

### c. Jangka

Jangka adalah alat untuk menggambar lingkaran atau busur. Jangka biasanya terbuat dari besi, dan terdiri dari dua bagian/ kaki yang dihubungkan oleh engsel dan bisa diatur pembukaannya. Salah satu kaki mempunyai jarum di ujungnya, dan pensil di kaki yang lain, atau bisa juga memakai pena. Lingkaran bisa dibuat dengan menancapkan kaki yang berjarum di atas kertas dan menyentuhkan pensil ke permukaan kertas, lalu memutar pensil dengan tumpuan kaki berjarum sambil menjaga sudut

## Menggambar Teknik

engsel untuk tidak berubah. Jari-jari lingkaran bisa diubah dengan mengubah sudut yang dibentuk oleh engsel.



Gambar 3.5. Satu Set Jangka

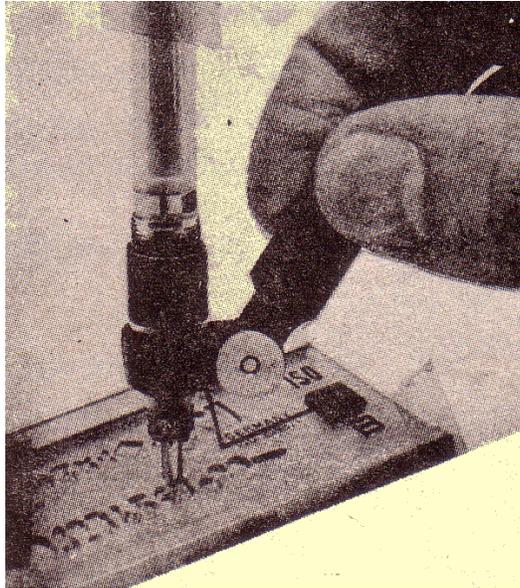


Gambar 3.6. Jangka Utama

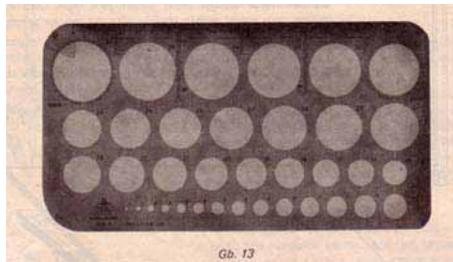
### d. Sablon dan Mal

Alat-alat ini berguna untuk mempermudah dan mempercepat penggambaran bentuk garis yang agak sulit dibuat dengan menggunakan alat gambar lainnya. Walaupun demikian untuk keperluan latihan lebih dianjurkan untuk lebih menggunakan jangka.

## Teknik Bodi Otomotif



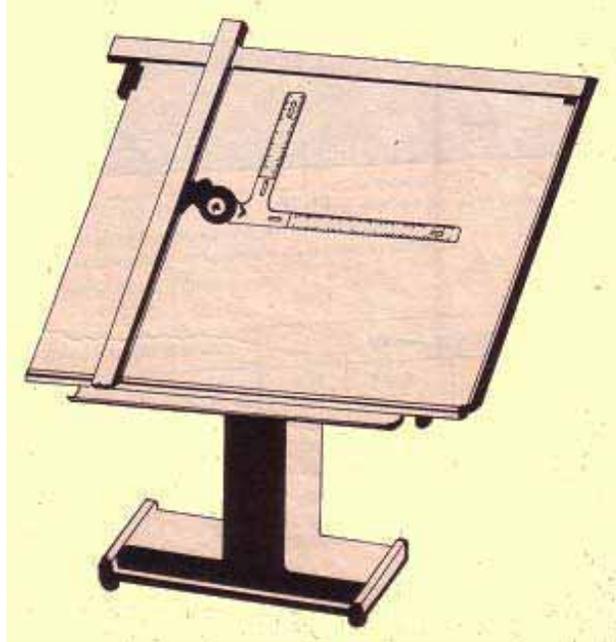
Gambar 3.7. Sablon Huruf



Gambar 3.8. Mal Garis

### e. Mesin Gambar

Dengan mesin gambar sebagai tempat membuat gambar teknik, umumnya alat-alat seperti mistar, busur derajat tidak diperlukan lagi karena pada mesin tersebut terdapat instrumen yang dapat menggantikan fungsi alat-alat tersebut. Instrumen gambar ini bekerja dengan lebih praktis dan cepat.



Gambar 3.9. Mesin Gambar

### f. Kertas Gambar

Kertas gambar yang beredar di pasaran ada bermacam-macam kualitasnya, ada yang halus, kasar, tebal, dan tipis. Kertas gambar yang kasar akan menyebabkan gambar lebih cepat kotor bila tidak berhati-hati dalam menggambar. Oleh karena itu sebaiknya dipilih kertas gambar yang halus, putih dan cukup tebal untuk memperoleh gambar yang baik.

Untuk menyempurnakan gambar dengan menggunakan tinta, biasa dipakai kertas kalkir. Kertas kalkir adalah kertas yang transparan dan permukaannya halus. Kertas ini tidak akan rusak bila gambar dihapus, sebab daya lekat molekul-molekulnya cukup kuat. Kertas kalkir juga ada yang tebal dan ada yang tipis. Ukuran kertas kalkir yang beredar di pasaran biasanya dinyatakan dengan beratnya (miligram).

Menggambar dengan kertas kalkir dilakukan dengan cara menumpangkannya di atas gambar pensil yang telah dibuat pada kertas gambar biasa. Gambar pensil tersebut tidak perlu diselesaikan dengan sempurna. Bagian-bagian yang mudah digambarkan seperti angka ukuran, garis arsir dan lain-lain dapat langsung digambarkan pada kertas kalkir.

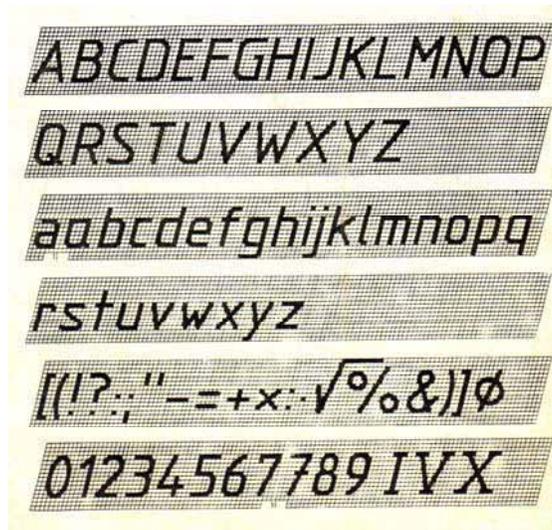
Ukuran dasar kertas gambar adalah  $1 \text{ m}^2$ . Selanjutnya untuk memperoleh ukuran panjang dan lebar yang serasi ditentukan panjang kertas gambar berbanding lebarnya =  $\sqrt{2} : 1$ . Ukuran kertas gambar terbesar yang dipergunakan biasanya A0 dan terkecil A4.

## Teknik Bodi Otomotif

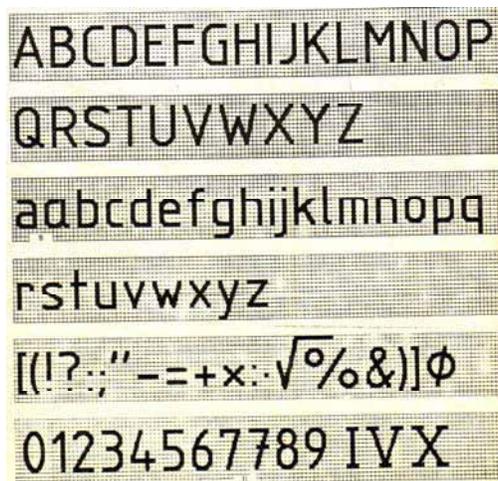
### 3.2. Dasar Menggambar Teknik

#### a. Huruf Gambar

Bentuk huruf atau angka gambar pada gambar teknik dibuat menurut normalisasi ISO seperti ditunjukkan gambar berikut ini. Posisi huruf seperti terlihat pada gambar 2.11 adalah miring dengan sudut  $15^\circ$  bila diukur dari garis tegak. Untuk posisi huruf yang tegak lurus dapat dilihat pada gambar 2.12, dan keduanya dapat dipakai.



Gambar 3.10. Huruf Miring



Gambar 3.11. Huruf Tegak

Untuk taraf latihan, disarankan dalam membuat huruf-huruf dengan tangan, walaupun sudah disediakan sablon huruf. Di samping itu, sebelum mulai membuat huruf harap memperhatikan ukuran-ukuran huruf tersebut, terutama ukuran tebalnya untuk menentukan ukuran rapido yang akan dipergunakan. Perbandingan ukuran huruf dapat dilihat tabel berikut ini.

Tabel 1. Perbandingan ukuran huruf

Tinggi huruf besar	3,5	5	7	10	14
Tinggi huruf kecil	2,5	3,5	5	7	10
Jarak antar huruf	0,7	1	1,4	2	2,8
Jarak minimum tiap baris	5	7	10	14	20
Jarak minimum antar suku kata	1,5	2,1	3	4,2	6
Tebal huruf/angka	0,35	0,5	0,7	1	1,4

### b. Etiket

Gambar mesin otomotif merupakan suatu susunan yang sangat kompleks. Konstruksi komponen mesin yang akan dibuat, bahan, ukuran, dan sebagainya semuanya harus dinyatakan pada gambar tersebut dengan sejelas-jelasnya. Dengan sendirinya suatu ukuran yang seragam diperlukan agar gambar tersebut dapat dipahami oleh semua pihak yang berkepentingan dengan gambar tersebut.

Kendati demikian tidak mungkin semua hal yang dimaksud oleh gambar tersebut dinyatakan dengan teliti. Oleh karena itu, kita memerlukan sebuah etiket yang akan memberikan penjelasan tentang hal yang tidak dapat dinyatakan oleh gambar. Bentuk etiket tidak terikat oleh suatu peraturan saja. Setiap organisasi/ perusahaan/ pabrik biasanya mempunyai format masing-masing. Hanya perlu diingat, kendati bentuk etiket ini boleh berbeda-beda namun hal-hal yang prinsip harus seteliti mungkin dinyatakan dalam etiket dengan sejelas-jelasnya.

Penulisan huruf dan angka pada etiket hendaknya dibuat seserasi mungkin. Ukuran huruf, jarak antar huruf dibuat dengan normalisasi. Dibawah ini ditampilkan contoh etiket yang berbeda antara sekolah dan industri yang memberikan informasi pemakaian bahan, kalkulasi alat/ komponen yang akan dibuat berdasarkan masukan designer (perancang).

## Teknik Bodi Otomotif

PROYEKSI	Skala:	Digambar	15-12-'79	Gudadi
	1:1	Diperiksa		
		Dilihat		
		Disetujui		
STM NEGERI 5 KLIMP. JAKARTA	NO. 21			

Gambar 3.12. Contoh etiket 1

Bahan: Besi tuang	Jumlah: 90			
BELL-CRANK	Skala:	Digambar	21-12-'79	Billy
	1:4	Diperiksa		
		Dilihat		
		Disetujui		
PT. ANGKASA JAKARTA	NO. 510			

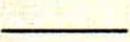
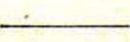
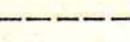
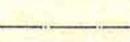
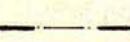
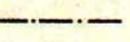
Gambar 3.13. Contoh etiket 2

### c. Lukisan Dasar

Garis-garis pembentuk dalam gambar teknik dibedakan bentuk dan ukurannya menurut bermacam-macam fungsi. Oleh karena itu pada lukisan-lukisan dasar yang akan dibuat hendaknya mulai menerapkan aturan ini.

Pembagian garis-garis gambar tersebut adalah sebagai berikut :

## Menggambar Teknik

Macam garis	Tebal	Bentuk	Contoh Penggunaan
Garis nyata ( A )	0.6 – 0.8		– Garis benda yang langsung terlihat – Garis tepi.
Garis halus ( B )	0.1 – 0.2		– Garis ukuran. – Garis batas ukuran. – Garis arsir. – Garis luar benda yang berdekatan. – Garis untuk penampang yang diputar.
Garis halus bebas ( C )	0.1 – 0.2		Batas pemotongan pandangan atau irisan yang tidak tepat pada garis sumbu.
Garis putus-putus (garis bayangan) ( D )	0.3 – 0.4		Garis benda yang tidak langsung terlihat.
Garis strip titik ( E )	0.1 – 0.2		– Garis sumbu. – Garis bagian yang terletak di depan penampang irisan.
Garis strip titik, dengan ujung tebal ( F )	0.1 – 0.2 0.6 – 0.8		– Batas pemotongan penampang
Garis strip titik, tebal	0.6 – 0.8		– Penunjuk permukaan yang akan mendapatkan pengerjaan tambahan.

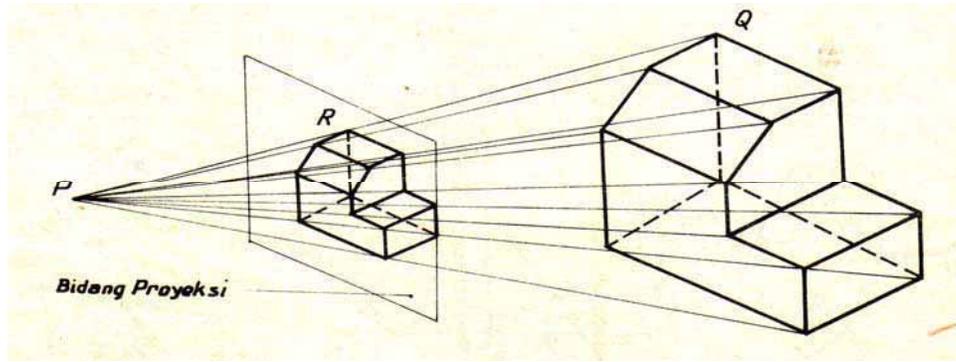
Gambar 3.14. Pembagian Garis-Garis Gambar

### 3.3. Proyeksi

Proyeksi merupakan bagian dari ilmu menggambar yang penting sekali dan harus dipahami. Oleh karena itu, latihan-latihan membuat dan membaca gambar dengan cara proyeksi ini harus sering dilakukan. Proyeksi adalah gambar bayangan dari suatu benda, yang dihasilkan dari pandangan terhadap benda tersebut dengan cara tertentu.

Gambar berikut memperlihatkan salah satu dari sekian banyak cara yang dipergunakan dalam ilmu proyeksi.

## Teknik Bodi Otomotif

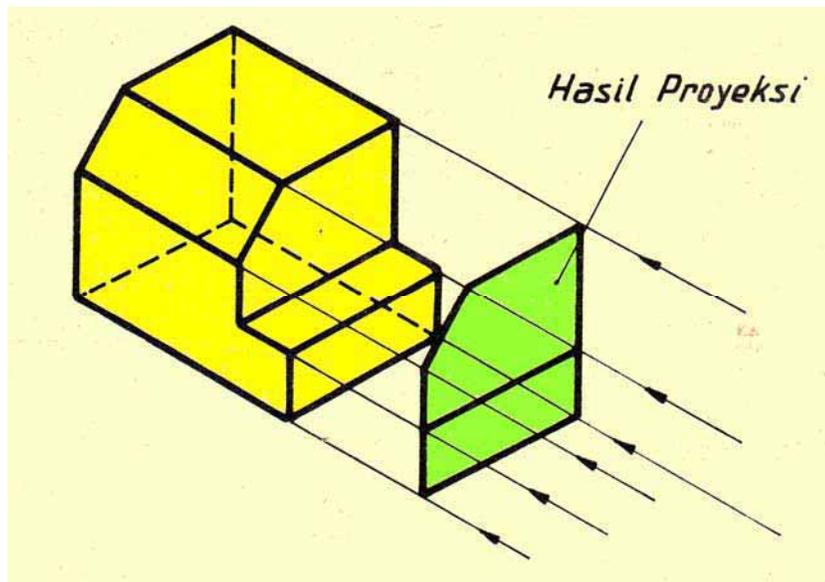


Gambar 3.15. Proyeksi

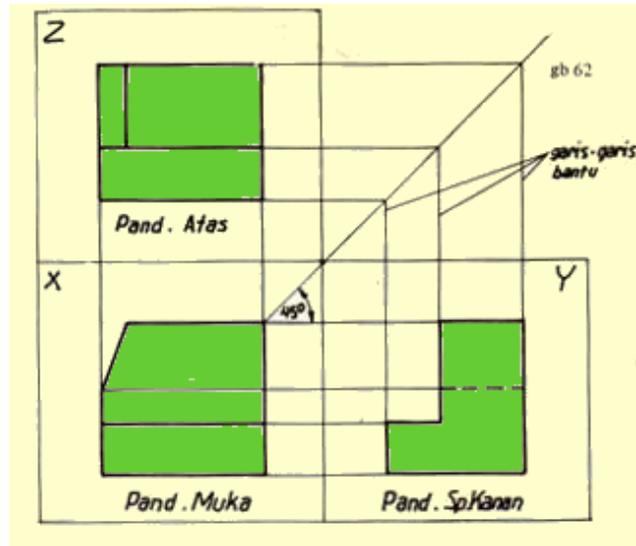
P adalah pemandang (dapat juga diumpamakan sebagai sumber cahaya). Q adalah benda yang dipandang (diproyeksikan) dan R adalah hasil dari aktifitas ini yang berupa bayangan (proyeksi).

### a. Sistem Proyeksi Amerika

Untuk sistem proyeksi Amerika, hasil proyeksi terletak di antara pemandang dengan benda yang dipandang. Pandangan utama yang diambil biasanya adalah pandangan muka, samping kanan, dan pandangan atas. Pandangan-pandangan lainnya hanya digambarkan untuk memperjelas bagian-bagian yang tidak dapat dijelaskan oleh ketiga pandangan utama tersebut.



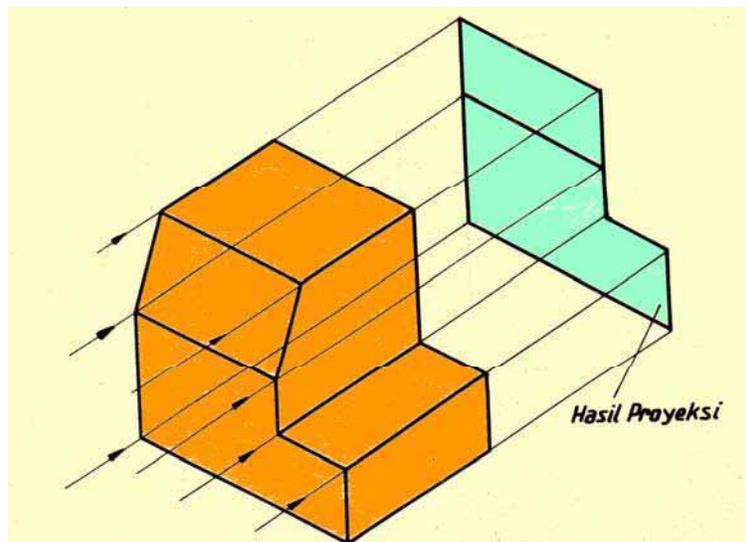
Gambar 3.16. Proyeksi Amerika



Gambar 3.17. Hasil Proyeksi Amerika

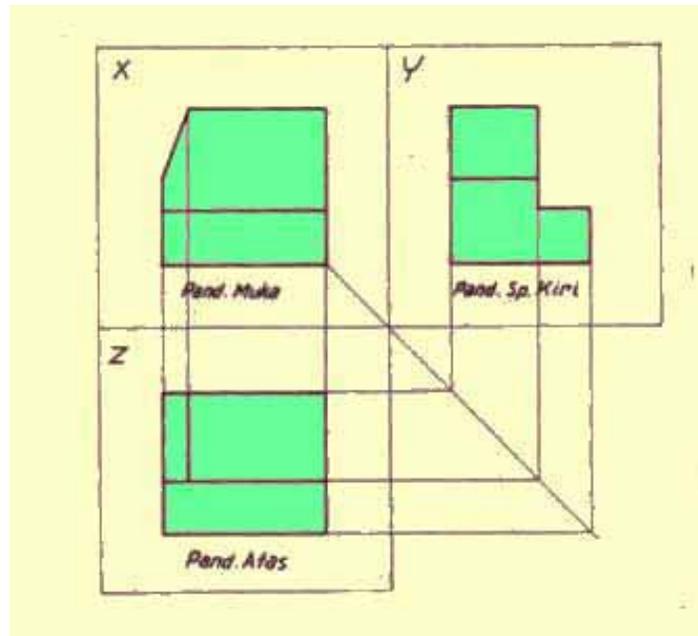
b. Sistem Proyeksi Eropa

Untuk sistem proyeksi Eropa, hasil proyeksi terletak di urutan ke tiga setelah memandang dan benda yang dipandang. Pandangan utama dari proyeksi Eropa ini adalah pandangan muka, pandangan samping kiri, dan pandangan atas.



Gambar 3.18. Proyeksi Eropa

## Teknik Bodi Otomotif



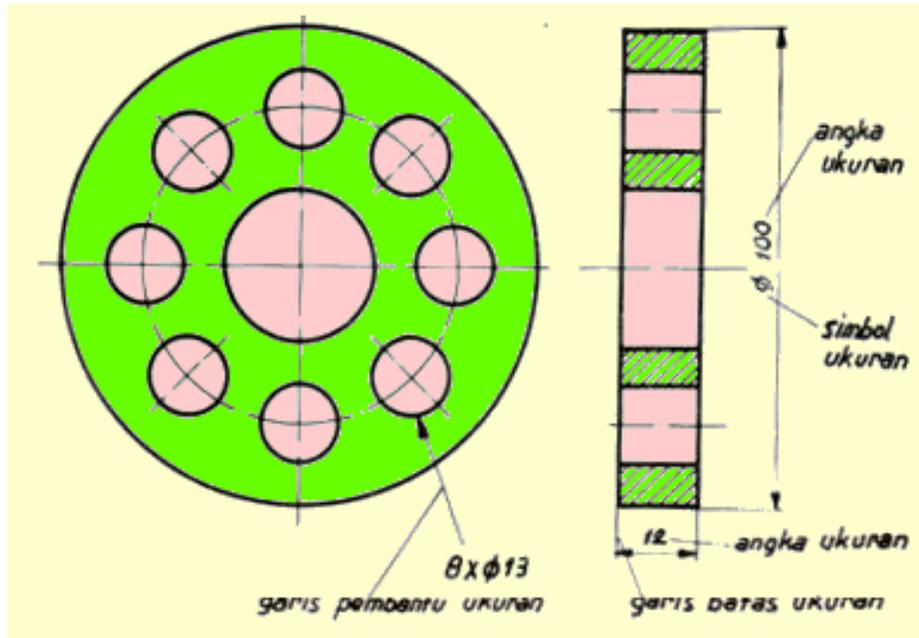
Gambar 3.19. Hasil Proyeksi Eropa

### 3.4. Ukuran

Penentuan ukuran pada pembuatan gambar suatu alat/komponen mesin merupakan salah satu hal yang paling penting, dan ini hendaknya dibuat teliti sehingga alat/komponen yang dihasilkan nantinya dapat berfungsi dengan baik. Beberapa hal yang perlu diperhatikan pada pemberian ukuran adalah :

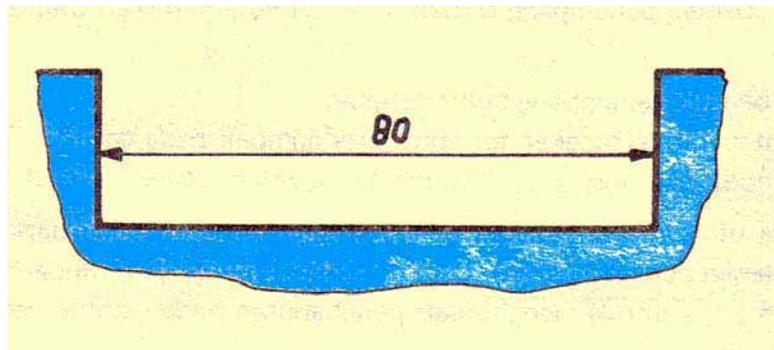
1. Ukuran-ukuran harus dibuat sejelas dan sesederhana mungkin sehingga mudah dibaca.
2. Ukuran harus menyatakan semua bagian dari suatu konstruksi mesin dengan lengkap, sehingga operator tidak akan bertanya lagi.
3. Pemberian ukuran harus disesuaikan dengan prosedur pengerjaannya di bengkel.
4. Ukuran-ukuran harus dibedakan menurut fungsinya masing-masing.

Untuk memberikan ukuran pada suatu gambar diperlukan : garis ukuran, garis batas ukuran, angka ukuran, simbol ukuran, anak panah, dan kadang-kadang garis pembantu ukuran.



Gambar 3.20. Penunjukan Ukuran

Untuk letak ukuran yang mendatar, angka ukuran dituliskan di atas garis ukuran dan posisinya di tengah, sehingga dapat dibaca dari sebelah bawah gambar. Untuk letak ukuran yang vertikal, angka ukuran dituliskan di sebelah kiri garis ukuran sehingga dapat dibaca dari sebelah kanan gambar.



Gambar 3.21. Penunjukan Ukuran Yang Mendatar

## Teknik Bodi Otomotif

### 3.5. Toleransi

Setiap jenis pekerjaan teknik mempunyai syarat ketelitian yang berbeda-beda. Konstruksi beton misalnya, diijinkan memiliki penyimpangan ukuran (toleransi) yang lebih besar daripada ukuran-ukuran pada konstruksi mesin. Dengan toleransi yang besar ini maka ukuran-ukuran gambar bangunan gedung tidak perlu dibubuhi ukuran toleransi. Lain halnya pada konstruksi mesin, mesin umumnya dibuat dari logam yang memiliki kepadatan/ massa tinggi, sehingga ukuran-ukuran konstruksi mesin tidak diijinkan bertoleransi besar.

Pada hakekatnya yang diinginkan itu adalah ukuran sebenarnya. Akan tetapi ukuran sebenarnya ini tidak mungkin dapat dicapai karena faktor pengerjaan di bengkel. Dengan demikian toleransi dimaksudkan untuk memudahkan pekerjaan operator di bengkel. Pekerjaan boleh dihentikan manakala ukurannya telah mencapai daerah toleransi. Sejak Perang Dunia II, sistem toleransi dilanjutkan pengembangannya oleh ISO (*International Organisation for Standardization*) yang sebelumnya diatur oleh ISA (*International Federation of The National Standardizing Association*).

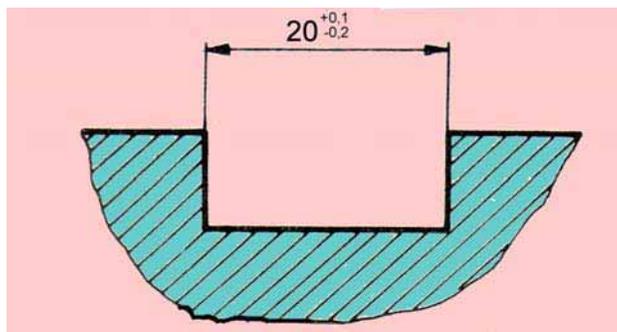
Istilah-istilah Toleransi

a. Ukuran nominal

Ukuran nominal adalah ukuran dasar, yaitu ukuran yang tertulis, tanpa dibaca dengan angka toleransinya.

b. Angka toleransi

Angka toleransi menunjukkan ukuran/ kualitas dari toleransi. Makin kecil angka toleransi, makin baik pula kualitasnya. Ukuran toleransi dipengaruhi pula oleh ukuran nominalnya. Makin besar ukuran nominal, maka makin besar pula ukuran toleransinya, pada kualitas yang sama.



Gambar 3.22. Toleransi

Pada gambar di atas, 20 adalah ukuran nominal, +0.1 dan -0.2 adalah ukuran toleransi. Dengan demikian, ukuran terbesar :  $20 + 0.1 = 20.1$ , ukuran terkecil :  $20 - 0.2 = 19.8$ , dan besar toleransi :  $0.1 + 0.2 = 0.3$ .

c. Penyimpangan membesar

Penyimpangan membesar adalah penyimpangan ke arah ukuran terbesar, yang dalam contoh di atas adalah + 0.1.

d. Penyimpangan mengecil

Penyimpangan mengecil adalah penyimpangan ke arah ukuran terkecil, yang dalam contoh di atas adalah -0.2.

e. Kelonggaran

Kelonggaran atau *clearance* adalah selisih ukuran antara lubang dan poros (ukuran lubang lebih besar daripada ukuran poros).

f. Kesesakan

Kesesakan (*interference*) adalah selisih ukuran antara poros dan lubang (ukuran poros lebih besar daripada ukuran lubang).

### 3.6. Simbol-simbol

Pengerjaan dengan mesin atau dengan tangan menghasilkan permukaan yang berbeda-beda kualitasnya, ada yang kasar dan ada pula yang halus. Oleh karena itu pada gambar mesin sering dijumpai beberapa simbol/tanda pengerjaan yang menyatakan tingkat kekasaran atau kehalusan. Sebagai contoh, dapat dibandingkan hasil pekerjaan dengan menggunakan kikir kasar dan kikir halus. Tingkat kekasaran yang dihasilkan oleh kikir halus dengan sendirinya lebih rendah daripada yang dikerjakan dengan kikir kasar.

Pada satu alat atau mesin biasanya terdapat beberapa tingkat kekasaran dari permukaan-permukaan bidangnya. Untuk permukaan yang tidak memerlukan kehalusan, tidak perla kita bersusah payah mengerjakannya sampai halus sekali, karena hal ini merupakan pemborosan. Sebaliknya bagian-bagian yang khusus biasanya memerlukan pertimbangan yang telita untuk menentukan tingkat kekasaran yang diijinkan.

Tingkat kekasaran dinyatakan dengan kode huruf "N" yang disertai dengan angka di belakangnya. Makin besar angkanya, makin kasar permukaan benda yang dibubuhi simbol/tanda pengerjaan tersebut.

## Teknik Bodi Otomotif

Contoh :

N1 menyatakan permukaan benda yang paling halus, N2 menyatakan permukaan benda yang sudah berkurang kehalusannya. Demikian seterusnya secara berturut-turut sampai N12, yang menyatakan permukaan benda yang paling kasar.

Pertanyaan:

1. Sebutkan peralatan menggambar teknik!
2. Apakah yang dimaksud dengan proyeksi?
3. Buatlah tabel perbedaan antara proyeksi Amerika dan proyeksi Eropa!
4. Mengapa dalam teknik otomotif memerlukan toleransi ukuran yang sangat kecil?





## Alat-alat Ukur

**D**alam mendesain atau menggambar bodi kendaraan diperlukan ukuran yang tepat. Selanjutnya pembuatan bodi kendaraan juga menggunakan ukuran yang sangat presisi. Ketika terjadi kerusakan dan memerlukan perbaikan dan penyetelan komponen kendaraan, juga harus dilaksanakan menggunakan ukuran yang tepat, agar bodi kendaraan dapat kembali seperti aslinya, sehingga tetap nyaman dan aman ketika dikendarai. Oleh karena itu beberapa peralatan pengukuran diperlukan untuk pekerjaan bodi kendaraan.

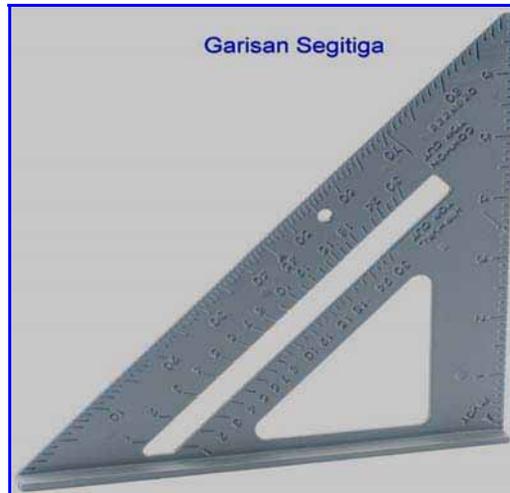
Setiap teknisi atau mekanik harus menguasai dasar-dasar pengukuran, sehingga kompetensi memperbaiki kendaraan dapat dicapai. Dari beberapa peralatan yang akan dibahas kemungkinan ada beberapa yang tidak hanya digunakan pada perbaikan bodi kendaraan, tetapi umum digunakan di otomotif. Berbagai alat tersebut digunakan pada proses pembuatan dan perbaikan bodi, yang meliputi karakteristik dari alat ukur, cara penggunaan dan perawatannya.

### 4.1. Penggaris (Mistar)

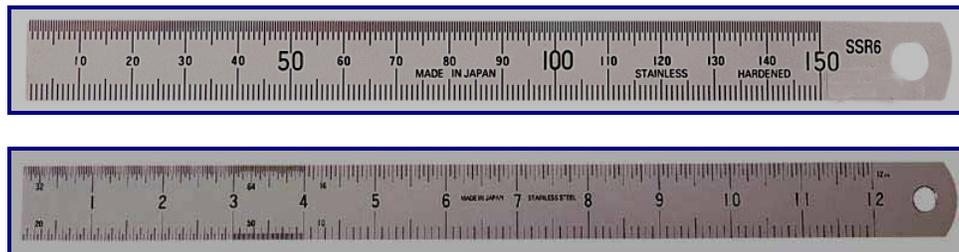
Penggaris atau mistar adalah alat ukur yang digunakan untuk mengetahui jarak antara dua titik atau dua garis. Proses membandingkan jarak dengan alat ukur yang standar disebut dengan pengukuran.

Penggaris yang standar terbuat dari logam baja yang dikeraskan dan dipanaskan sampai kondisi tertentu, agar bahan tersebut tidak terjadi pemuaian yang bisa menyebabkan skala jarak yang ada di lembaran penggaris berubah dari pengaruh temperatur. Penggaris juga mempunyai kelenturan (elastis). Coba Anda bayangkan apabila penggaris terbuat dari bahan alumunium, ketika panas penggaris alumunium akan bertambah panjang, sedangkan pada saat dingin akan bertambah pendek.

Penggaris ini dibedakan menjadi 2, yaitu penggaris tetap, dan penggaris yang dapat lipat. Skala yang digunakan pada penggaris bisa menggunakan sistem british (*inchi*) atau menggunakan sistem *metriks* (*mm*). Biasanya kita lebih terbiasa menggunakan sistem metriks.

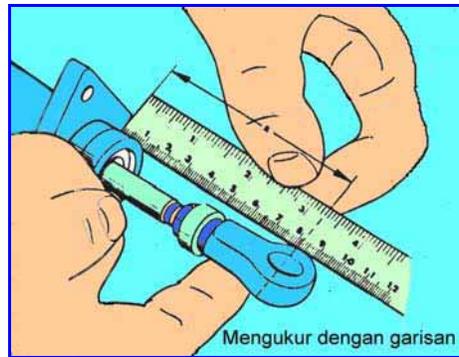


Gambar 4.1. Penggaris Segitiga



Gambar 4.2. Penggaris dengan skala metrik dan inchi

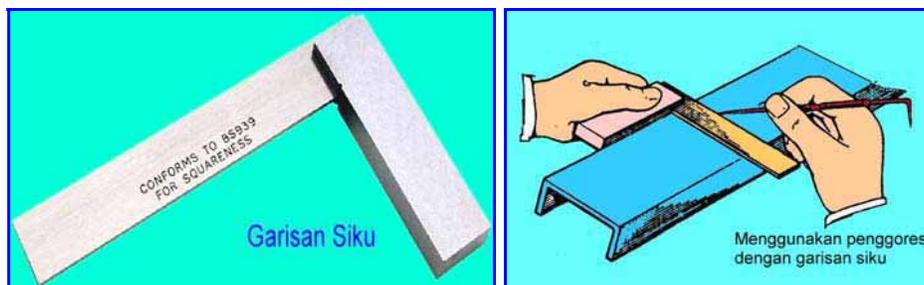
Ketika menggunakan penggaris, pastikan penggaris berada sedekat mungkin dengan permukaan benda yang diukur. Pembacaan skala ukur pada penggaris harus tegak lurus dengan permukaan bidang yang diukur, sehingga tidak terjadi kesalahan 'paralaks'. Kesalahan paralaks adalah kesalahan membaca hasil pengukuran yang disebabkan oleh posisi pandangan mata yang salah karena membentuk sudut tertentu (tidak tegak lurus/90°). Penggaris harus bebas dari kotoran, oli, karet dan lain sebagainya, karena bisa mengganggu pengukuran.



Gambar 4.3. Cara Pengukuran

### 4.2. Penggaris Siku

Penggaris siku merupakan alat yang umum digunakan untuk mengukur siku (sudut  $90^0$ ) dari dua sambungan, baik siku bagian dalam ataupun siku bagian luar. Penggaris siku biasanya terbuat dari 2 buah bagian yang berbeda yang disatukan.



Gambar 4.4. Penggaris Siku dan penggunaannya

Penggaris siku terdiri dari bagian lengan dan bilah yang memiliki skala ukur seperti penggaris biasa. Biasanya pembuatan bagian lengan dibuat alur untuk memasukkan bilah.

Penggunaan penggaris siku dilakukan dengan memastikan salah satu bagian menjadi acuan. Kemudian tempelkan dengan kuat lengan pada bidang acuan tersebut, perhatikan pada sisi bilahnya. Apabila terdapat rongga atau celah pada bagian ujung bilah, berarti sudut benda kerja lebih dari  $90^0$ , akan tetapi bila terdapat rongga atau celah pada bagian pangkal bilah (pertemuan lengan dengan bilah), berarti sudut benda kerja kurang dari  $90^0$ .

## Teknik Bodi Otomotif

### 4.3. *Straightedge*

*Straightedge* adalah alat yang digunakan untuk mengukur kerataan suatu permukaan. Ketidakrataan diketahui dari membandingkan permukaan yang akan diukur dengan menempelkan *straightedge* di atas permukaan tersebut untuk mengetahui ketidakrataan atau penyimpangannya. Terdapat dua tipe *straightedge* ditinjau dari bahan pembuatnya. Tipe yang pertama terbuat dari baja berkualitas baik yang dikeraskan dan dipanaskan dengan ketebalan 1/8 inchi (3,175 mm) dan panjang sekitar 1,8 m. Tipe yang kedua terbuat dari besi tuang yang bagian tepinya dihaluskan (dibuat rata) dengan panjang 30 cm – 250 cm. Tipe yang kedua ini lebih berat sehingga kemungkinan melengkung sangat kecil.

Pengujian kerataan dilakukan dengan menempelkan *straightedge* pada permukaan benda yang akan diukur, kemudian digerak-gerakkan ke berbagai arah dan dilihat penyimpangan atau ketidakrataan. Kadang kita menggunakan bantuan *feeler gauge* untuk mengetahui besarnya penyimpangan tersebut. *Straightedge* juga digunakan untuk pemasangan komponen-komponen kendaraan yang memerlukan kerataan yang tinggi (presisi). *Straightedge* tidak boleh digunakan untuk tujuan selain yang disebutkan diatas, misalnya untuk memukul, mengungkit atau mengganjal suatu benda yang lain.



Gambar 4.5. *Straightedge*

### 4.4. Meter Pita



Gambar 4.6. Meter Pita

Meter pita terbuat dari pita baja tipis yang lentur dan bisa memegas, bisa digulung supaya mudah dibawa dan tidak membutuhkan tempat yang banyak meskipun relatif panjang. Fungsinya untuk mengukur jarak, jangkauannya lebih panjang yaitu 3 – 7 meter. Pada ujung pita dilengkapi dengan pengait dan diberi magnet supaya lebih mudah dalam melakukan pengukuran, pita tidak lepas saat mengukur. Ada dua skala yaitu skala metrik dan british/inchi.

Cara menggunakannya adalah dengan mengaitkan ujung dari meteran pita, kemudian menarik meteran secukupnya di bawah panjang meteran tersebut (biasanya panjang maksimal ditulis pada bodi meteran). Selama proses pembacaan, meteran dapat dikunci, dan setelah diketahui ukuran, pengunci dilepas dan meteran dapat digulung kembali. Perawatan yang perlu dilakukan adalah jangan menarik meteran melebihi ukuran maksimal, dan jangan membiarkan ada air yang masuk ke bodi meteran, karena akan menyebabkan karat dan rusaknya alat ini.

### 4.5. Busur derajat

Busur derajat merupakan sebuah lingkaran atau setengah lingkaran yang diberi tanda ukuran sudut dalam skala derajat, fungsinya adalah untuk mengukur kerataan sudut suatu permukaan dan menentukan besarnya sudut. Saat mengukur sudut tersebut biasanya bersamaan dengan *dial indikator* supaya lebih presisi. Busur derajat ada juga yang dilengkapi dengan bilah yang dapat digeser sesuai dengan sudut yang diinginkan.

Pada penyetulan bodi dan rangka serta perbaikannya, busur derajat digunakan untuk mengukur *gear ratio* roda kemudi, lengan *pit man* dan sebagainya. Hal ini penting dilakukan untuk kenyamanan dan keamanan kendaraan.

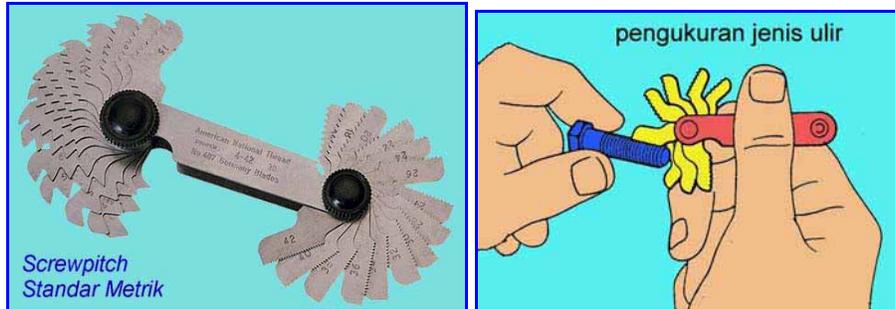


Gambar 4.7. Busur Derajat

## Teknik Bodi Otomotif

### 4.6. Screw Pitch Gauge

*Screw Pitch Gauge* adalah alat yang digunakan untuk mengukur *pitch* (jarak antar ulir) yang ada pada mur atau baut. Hal ini diperlukan supaya tidak terjadi kesalahan saat penggantian mur atau baut, karena *pitch* ulir mempunyai standar ukuran tertentu yang berbeda-beda sesuai dengan kebutuhannya. *Screw pitch* dalam satu set terdapat beberapa bilah ukur dan tercantum angka ukuran ulirnya. Terdapat dua satuan ukuran ulir yaitu inchi dan metrik. Proses pengukuran dilakukan beberapa kali dengan memilih bilah ukur yang tepat supaya hasil pengukuran tepat.



Gambar 4.8. *Screwpitch Gauge* dan penggunaannya

### 4.7. Jangka Sorong

Jangka sorong/mistar geser atau *vernier caliper* merupakan alat ukur yang mampu menentukan ukuran diameter luar silinder, diameter dalam sebuah lubang atau kedalaman suatu lubang. Pada jangka sorong terdapat rahang bawah untuk mengukur diameter luar, rahang atas untuk diameter dalam serta batang pengukur kedalaman. Ketiganya dapat bergeser bersamaan dan tidak dapat dipisahkan satu sama lain.

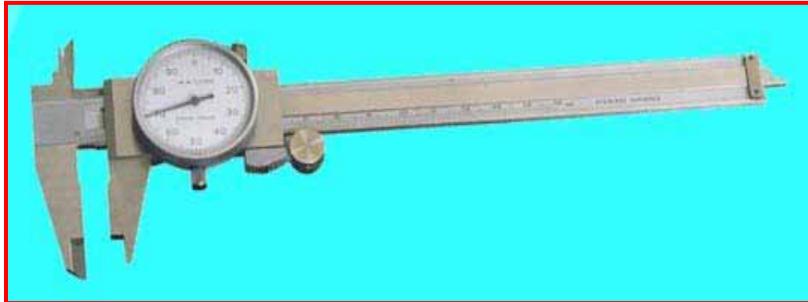


Gambar 4.9. Jangka sorong dan bagian-bagiannya

## Alat-alat Ukur

Pada jangka sorong terdapat dua buah skala ukuran yaitu: skala utama/ skala diam yang terdapat pada body utama dan skala verneir/ skala geser terdapat pada bagian yang bergeser/rahang geser. Pada rahang geser terdapat mekanisme pengunci untuk mempermudah dan menghindari kesalahan pembacaan skala ukur karena bergeser. Pada jangka sorong tertera dua satuan ukuran yaitu metrik dan inchi.

Pada perkembangannya jangka sorong sudah menggunakan *display* angka baik dengan dial ataupun digital untuk mempermudah pembacaan hasil ukur.

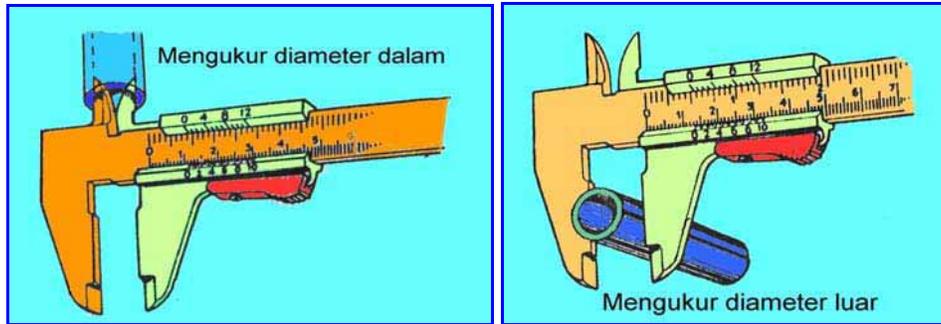


Gambar 4.10. Jangka Sorong *Dial*

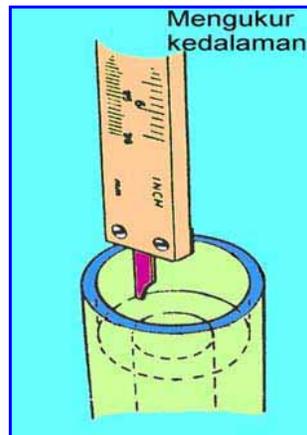


Gambar 4.11. Jangka Sorong Digital

Untuk mendapatkan hasil pengukuran yang baik perlu diperhatikan posisi pengukuran harus tegak lurus dengan benda kerja, kebersihan alat ukur dan benda yang diukur serta kecermatan dalam pembacaan skala.



Gambar 4.12. Penggunaan jangka sorong



Gambar 4.13. Jangka sorong untuk mengukur kedalaman silinder

### 4.8. *Dial indicator*

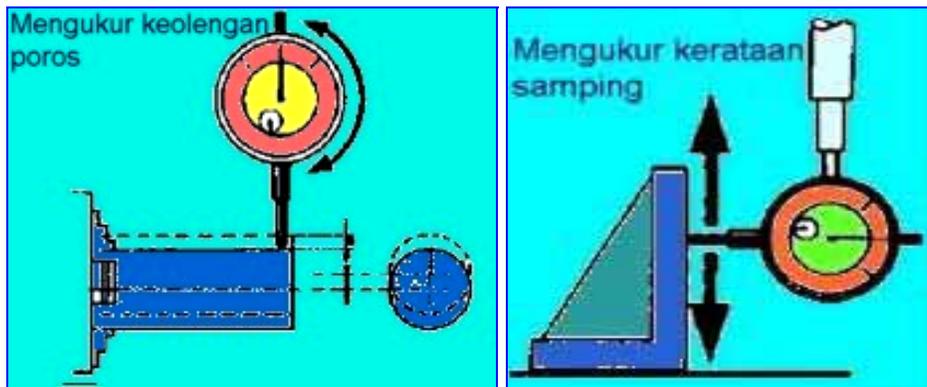
*Dial indicator* mempunyai nilai ketelitian sangat tinggi sampai 0,0005 mm. Bisa digunakan untuk mengukur kerataan, kesejajaran, keolengan, kehalusan permukaan, kebengkokan dan ketirusan benda kerja. Akan tetapi, untuk perbaikan bodi otomotif tidak perlu menggunakan dial dengan ketelitian tinggi. Dengan ukuran 1/10 mm saja, sudah cukup.

Dial indikator terdiri dari sensor yang bersentuhan langsung dengan benda yang diukur, jarum indikator, skala jam, serta stand penopang yang yang dapat disetel/digeser sesuai kebutuhan dilengkapi dudukan blok magnet sehingga lebih mudah dalam penempatan selama proses pengukuran. Skala jam pada dial indikator dapat diputar untuk menentukan awal pengukuran atau angka nol(0).

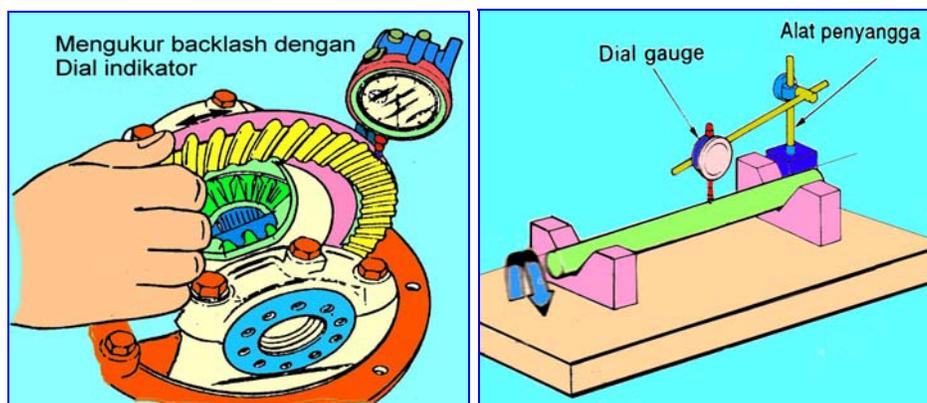


Gambar 4.14. Dial Indikator

Melakukan pengukuran dengan dial indikator perlu diperhatikan juga posisi sensor atau batang peraba supaya tegak lurus dengan benda kerja, kebersihan alat ukur dan benda kerja serta kecermatan dalam membaca skala. Menggunakan dial indikator harus lebih berhati-hati karena sangat peka terhadap guncangan ataupun benturan.



Gambar 4.15. Penggunaan *dial*



Gambar 4.16. Mengukur *backlash* dan kelurusan dengan *dial*

## Teknik Bodi Otomotif

### 4.9. *Spooing*

*Spooing* atau dengan istilah lain *Wheel alignment instrument* adalah seperangkat alat yang mampu mendeteksi sudut-sudut geometri kemudi yaitu *camber*, *caster*, *toe-in toe-out* dan *kingpin inclination (KPI)*. Dengan alat ini ketidaksesuaian sudut geometri kemudi tersebut dapat diketahui dan bisa dietel kembali sesuai dengan spesifikasinya.



Gambar 4.17. *Wheel Alignment*

Alat ini dilengkapi dengan sepasang *turn table* sebagai alas roda depan sehingga roda dapat bergeser untuk mempermudah saat melakukan penyetelan sudut-sudut geometri kemudi



Gambar 4.18. *Spooing unit* dan *turning table*

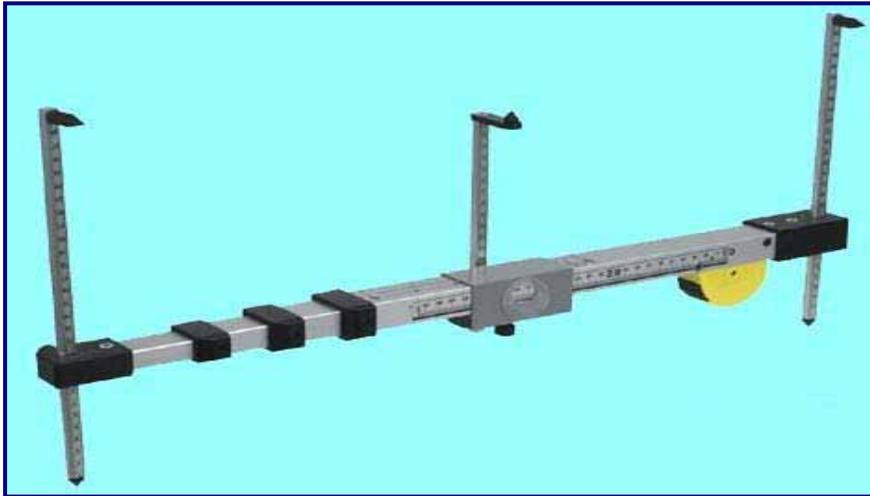
Spooing dibedakan menjadi dua tipe menurut cara kerjanya :

**Tipe mekanis** sudah jarang digunakan lagi karena dianggap kurang presisi, penunjuknya berupa skala dan jarum penunjuk

Saat ini yang banyak digunakan adalah yang **tipe optik**, yaitu dengan memanfaatkan sinar infra merah yang ditembakkan pada layar yang dilengkapi skala supaya dapat diketahui sudut geometri rodanya. Tipe optikal saat ini lebih modern lagi karena sudah menggunakan program komputer yang dilengkapi dengan sensor-sensor yang dapat memberikan input data pada komputer sehingga data yang ditampilkan lebih akurat.

### **4.10. Tram Gauge**

*Tram gauge* adalah alat yang dapat mengetahui sudut-sudut geometri roda kendaraan secara manual, sehingga jika terjadi ketidaksesuaian dapat disetel kembali. Gejala dari ketidaksesuaian tersebut dapat terasa saat pengemudian. Kendaraan cenderung belok ke salah satu arah, susah mengontrol atau terjadi keausan ban pada satu sisi saja. Penyetelan sudut-sudut geometri roda tersebut biasa dinamakan spooing.



Gambar 4.19. *Tram Gauge*

### **4.11. Wheel Balancer**

Roda pada kendaraan tidak selalu melalui jalan yang halus dan rata, kadang juga melewati jalan berbatu atau bahkan berlubang. Oleh sebab itu pelek atau *rim* roda akan mengalami perubahan bentuk atau

## Teknik Bodi Otomotif

penyok karena benturan atau beban yang berlebihan sehingga berputarnya tidak halus, mengakibatkan roda tidak seimbang. Pada kecepatan diatas 50 km/jam roda kendaraan akan bergetar (bahkan kadang-kadang terasa sampai roda kemudi) sehingga mengganggu pengemudian dan kenyamanan di dalam ruang penumpang.

Selain mempengaruhi pengemudian, akibat ban tidak rata bisa menyebabkan bodi kendaraan (khususnya kabin belakang) akan ikut bergetar. Jika kondisi kedua hal tersebut tidak segera diatasi maka *ball joint*, *tie rod*, *long tie rod* dan *wheel bearing* akan lebih cepat mengalami kerusakan/aus.

*Wheel balancer* adalah seperangkat alat yang mampu mendeteksi ketidakseimbangan sebuah roda. *Wheel balancer* terdiri dari poros untuk menempatkan dan memutar roda, display untuk menampilkan titik sebelah mana dan seberapa berat ketidakseimbangan dari roda, pengukur lebar *rim* atau pelek, pengukur diameter pelek serta pemberat untuk penyeimbang dari bahan timbal yang bisa ditempelkan pada *rim* roda. Sebuah roda akan dipasangkan pada poros dan diputar, setelah itu pada display akan tampil di titik mana dan seberapa berat harus ditambahkan pemberat. Setelah diketahui berat dan titiknya maka pemberat akan ditempelkan pada *rim/* pelek yang ditunjukkan tadi sehingga berat roda seimbang dan dapat berputar dengan normal kembali.



Gambar 4.20. *Balancer* Roda dan tang pengungkit

### 4.12. *Tyre pressure gauge*

*Tyre pressure gauge* adalah alat untuk mengukur tekanan angin, supaya tekanan angin ban sesuai dengan batas yang diijinkan. *Tyre pressure gauge* ada yang terpisah sendiri dan ada yang dirangkai dengan katup dan selang angin dari kompresor sehingga saat pengisian angin dapat langsung terukur. Saat ini sudah banyak juga *tyre gauge* yang menggunakan display digital untuk lebih mempermudah pembacaan.



Gambar 4.21. Pengukur Tekanan Ban

Setelah alat ini terangkai dengan krompresor, maka tinggal memasukkan ke pentil dari ban. Besarnya tekanan ban akan langsung terbaca ketika *trigger* tidak ditekan. Untuk menambah tekanan udara pada ban, tarik *trigger* atau pemicu.

### 4.13. *Tracking*

*Tracking* atau sering dikenal dengan nama *camber tool*, adalah alat untuk mengukur kemiringan roda depan terhadap arah vertikal kendaraan jika dipandang dari depan. Kalau misalnya roda pada kendaraan terjadi kondisi bagian atas roda masuk ke dalam bodi mobil, berarti mobil tersebut memiliki *chamber* negatif. Sebaliknya jika roda pada bagian atas keluar dari bodi, maka disebut *camber* positif.

Ukuran *camber* ini menentukan kestabilan pengendalian. *Camber* positif yang cukup besar akan menyebabkan kendaraan cenderung tidak stabil ketika di jalan lurus, namun mudah belok ketika ditikungan (*over steer*). Sedangkan kalau *camber*nya negatif, mobil akan cenderung stabil di jalan lurus, tetapi agak sulit dibelokkan (*under steer*).

## Teknik Bodi Otomotif



Gambar 4.22. *Tracking*

Cara menggunakan alat ini sangat sederhana, yaitu menempatkan kendaraan ditempat yang rata. Pasang alat pada poros roda dan bacalah hasil dari pengukuran. Untuk menyesuaikan dengan ukuran yang diinginkan, stel sesuai dengan sistem suspensinya. Ada kendaraan yang menggunakan *shim* (plat tipis) yang dipasang pada bagian atas (*upper arm*) untuk melakukan penyetel *camber*. Ada juga yang mengubah posisi nok pada bagian bawah (*lower arm*) untuk menyetel *camber*.

Bahan diskusi:

1. Satuan ukuran metris dan british.
2. Prosedur melakukan spooling dan balancing di industri kendaraan.
3. Peralatan ukur yang digunakan untuk perbaikan kendaraan.
4. Peralatan ukur yang menunjang kestabilan kendaraan.

## Bab 5

# Alat-alat Tangan

Seorang teknisi auto bodi memerlukan berbagai macam alat bantu dalam mengerjakan perbaikan kendaraan. Dalam bengkel bodi kendaraan (*auto body*) biasanya memiliki peralatan kerja hidrolik, pneumatik, car lift, peralatan kelistrikan maupun alat-alat tangan. Jumlah dari peralatan tidak hanya bijian, namun kadang ratusan alat yang dimiliki. Namun demikian penataan alat sangat diperhatikan dan dimasukkan dalam kategori tempat yang sudah ditentukan. Misalnya saja, alat tangan dikumpulkan dan disimpan dalam kotak alat tertentu, alat-alat penumatik dalam kotak tersendiri dan lain sebagainya. Dengan penataan ini maka dalam menggunakan maupun merawat alat akan lebih baik.



Gambar 5.1.Tool Set Box

Alat tangan adalah alat bantu yang sangat penting dan selalu digunakan oleh mekanik dalam melaksanakan pekerjaan servis ketika membuka, mengencangkan, melepaskan, merakit, maupun menyetel berbagai komponen kendaraan. Peralatan tangan pada perbaikan bodi kendaraan yang utama adalah palu dan dolly. Walaupun peralatan lain

## Teknik Bodi Otomotif

banyak yang digunakan, namun seorang ahli perbaikan bodi, haruslah menguasai ketrampilan dalam menggunakan palu dan dolly. Untuk mempermudah pekerjaan, kemudian peralatan tangan bertambah banyak untuk kesempurnaan dan kemudahan dalam perbaikan bodi.

Bab ini menguraikan beberapa alat tangan yang sering digunakan dalam pekerjaan bodi kendaraan, meliputi obeng, kunci-kunci, alat pemotong, palu, dolly, pahat, penitik, skrap, ragum dan sebagainya. Untuk menjaga keawetan alat tangan ini, diperlukan pengetahuan dari mekanik terhadap karakteristik alat, cara menggunakan alat serta perawatan alat yang dilakukan.

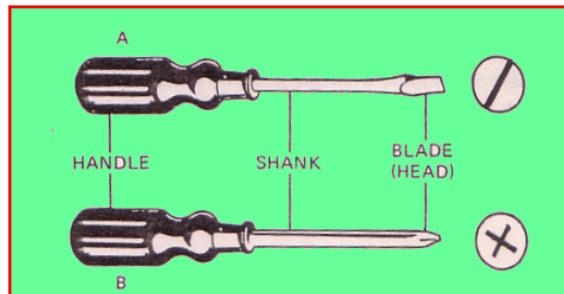
### 5.1. Obeng

Fungsi dari obeng adalah alat tangan untuk mengencangkan atau melepaskan baut atau sekrup pada bidang tertentu.



Gambar 5.2. Variasi Obeng

Ada 3 jenis obeng, yaitu obeng biasa, obeng offset dan obeng ketok. Ketiga jenis obeng ini memiliki ujung positif (+) dan ujung negatif (-), dengan beberapa ukuran, lancip, sedang dan tumpul.

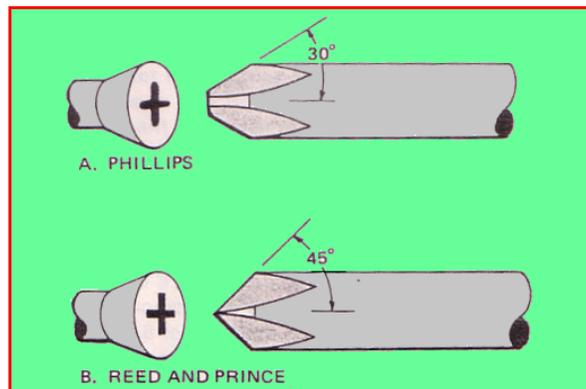


Gambar 5.3. Bagian dari Obeng

## Alat-alat Tangan

Obeng biasa memiliki konstruksi yang terdiri dari pemegang, batang dan ujung (kepala). Pemegang dari obeng ada yang *fixed* atau mati, tetapi ada pula yang dapat dilepas. Demikian pula ujung dari obeng, saat ini banyak beredar obeng yang dapat diganti ujungnya, sedangkan pemegang dan batangnya *fixed*. Dalam menggunakan obeng, gunakan jenis dan ukuran yang tepat, karena bila tidak, maka akan merusak atau membuat cacat baut, skrup atau bahkan obeng itu sendiri.

Obeng offset merupakan obeng khusus, dimana bilahnya sekaligus menjadi tangkai. Kedua ujung dari obeng ini memiliki mata dengan bentuk positif (+) dan ujung negatif (-). Obeng jenis ini digunakan untuk membuka atau mengencangkan baut/ mur pada daerah yang sulit dijangkau dengan obeng biasa.



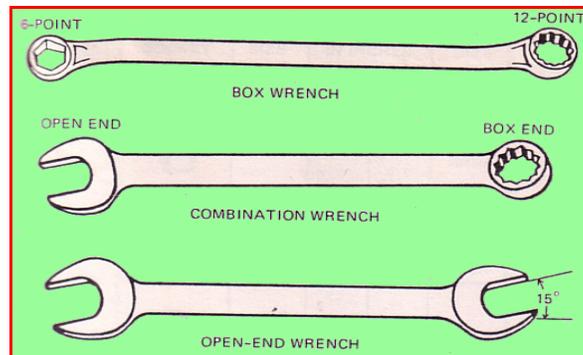
Gambar 5.4. Bentuk Mata Obeng

Obeng ketok memiliki fungsi yang sama dengan obeng lainnya, namun digunakan untuk membuka atau mengencangkan baut dan mur yang memiliki kekencangan pengerasan yang tinggi. Prinsipnya adalah menggunakan tenaga kejut dalam membuka baut atau mur dari komponen. Konstruksinya terdiri dari pemegang yang mempunyai penyetel untuk mengencangkan atau mengendorkan baut, kemudian hub (sambungan) dan mata obeng, juga dengan beberapa ukuran, tumpul, sedang dan lancip. Cara menggunakan obeng ketok adalah dengan memastikan mata obeng terpasang kuat pada baut/ mur kemudian memasang hub dan pemegang, serta memukul pemegang obeng dengan mendadak sehingga mata obeng akan berputar untuk mengencangkan atau membuka baut.



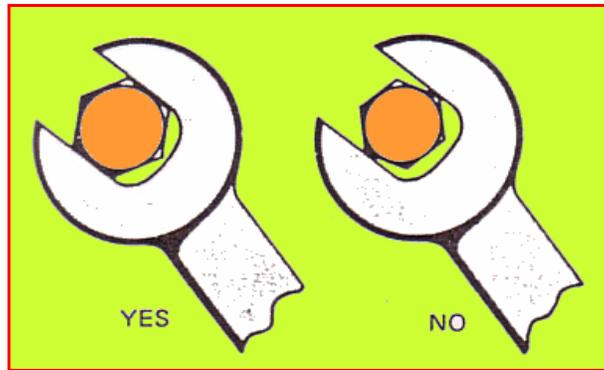
Gambar 5.5. Penggunaan Ketok

### 5.2. Kunci Pas dan Ring



Gambar 5.6. Jenis Kunci Ring dan Pas

Kunci pas dan kunci ring digunakan untuk mengencangkan atau membuka baut atau mur yang berbentuk segi enam (*hexagonal*) dari komponen kendaraan. Ukuran kunci pas dan ring biasanya memiliki ukuran metrik dengan kombinasi (*dalam mm*) 6-7, 8-9, 10-11, 12-13, 14-15, 16-17, 18-19, 20-22, dan 24-27. Namun ada juga kombinasi kunci bawaan kendaraan memiliki kombinasi (*dalam mm*) terdiri dari 10-12, 14-17. Ada juga ukuran kunci dalam satuan inggris inchi (in).



Gambar 5.7. Pilih Kunci yang Pas

Pada penggunaannya, usahakan selalu menggunakan kunci sesuai dengan ukuran yang tepat, karena jika tidak maka akan merusak kepala baut atau mur, bahkan kunci sendiri juga bisa mengalami kerusakan. Selain itu, sebisa mungkin menggunakan kunci ring terlebih dahulu sebelum kunci pas kalau memungkinkan, sebab kunci ring memiliki persinggungan 6 titik pada kepala baut/ mur, sedangkan pada kunci pas hanya 2 titik.

### **5.3. Kunci Sock**

Seperti halnya alat tangan diatas, kunci sock juga berfungsi untuk membuka atau mengencangkan baut dan mur yang memiliki torsi pengencangan yang tinggi. Penggunaannya harus menggunakan handle (pegangan) tersendiri.

Dalam satu box kunci sock, terdiri dari mata sock, handle serta sambungan-sambungan dan joint.



Gambar 5.8. Kunci Sock Set

a. *Mata sock*

Mata sock terdiri dari sock segi duabelas, segi delapan dan segi enam. Sedangkan variasi bentuknya, ada yang panjang maupun pendek. Biasanya mata sock memiliki ukuran 10-33 mm atau 7/16W-1/4W dan 3/16W-3/4W.



Gambar 5.9. Jenis Mata Sock

## Alat-alat Tangan



Gambar 5.10. Kunci Sock

### *b. Sliding handle*

Sliding handle merupakan salah satu alat pemegang mata sock yang yang bisa digeser posisinya sepanjang batang handle. Hal ini menguntungkan apabila digunakan pada area kerja yang sempit.



Gambar 5.11. Sliding handle

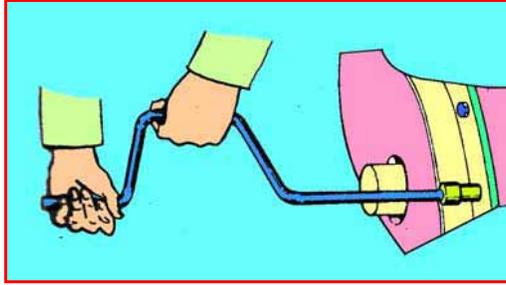
### *c. Speed handle*

Speed handle memiliki keuntungan bisa memutar baut dengan cepat, karena prinsipnya sama dengan menggunakan bor tangan manual. Untuk baut-baut yang panjang, tidak perlu melepas dan memasang handle pada mata sock.



Gambar 5.12. Speed handle

## Teknik Bodi Otomotif



Gambar 5.13. Penggunaan speed handle

### d. *Ratchet handle*

Pemegang mata sock jenis ini memiliki penyetel arah putaran yang mengunci, digunakan untuk membuka atau mengencangkan baut



Gambar 5.14. *Ratchet handle*

### e. *Extension*

Alat ini hanya merupakan alat bantu penyambung antara pemegang (handle) dengan mata sock. Extension ini memiliki panjang yang bervariasi misal 3, 6 dan 12 inchi.



Gambar 5.15. *extension*



Gambar 5.16. *extension*

f. *Nut spinner*

Merupakan alat pemegang (handle) yang memiliki ujung bebas bergerak, yang memudahkan untuk mengencangkan atau membuka baut-baut yang rumit.



Gambar 5.17. *Nut spinner*

g. *Universal joint*

Kadang kita menemui suatu keadaan dimana saat mengencangkan atau membuka tidak dalam posisi tegak lurus dan kesulitan dalam memutar, hal ini dapat diantisipasi menggunakan universal joint, yang merupakan sambungan multi engsel.



Gambar 5.18. *Universal Joint*

### **5.4. Kunci Heksagonal dan Kunci Bintang**

Kunci heksagonal dan kunci bintang pada prinsipnya hampir sama dengan kunci sock atau obeng, berfungsi untuk membuka dan melepas baut/sekrup dengan bentuk kepala heksagonal atau berbentuk bintang. Kunci tipe ini mempunyai ukuran beberapa ukuran dan menganut standar metrik dan inchi. Didalam prakteknya penggunaan baut atau sekrup ini sudah sangat luas dalam kontruksi permesinan.



Gambar 5.18. Kunci Heksagonal (kunci L)



Gambar 5.19. Kunci Bintang

### **5.5. Kunci Inggris**

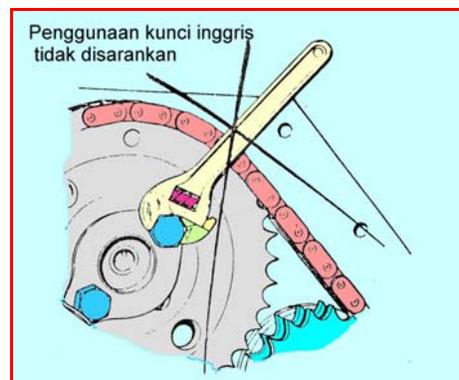
Kunci inggris adalah kunci untuk melepas atau memasang mur/baut yang dapat disetel menyempit atau melebar menyesuaikan dengan ukuran mur atau bautnya. konstruksinya terdiri dari rahang diam, rahang geser ulir penyetel dan lengan. Apabila ulir penyetel diputar rahang geser akan bergerak menyempit atau melebar.



Gambar 5.20. Kunci Inggris



Gambar 5.21. Variasi kunci Inggris



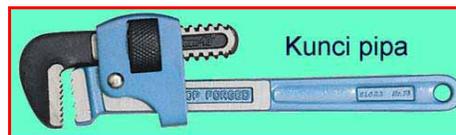
Gambar 5.22. Penggunaan Kunci Inggris yang Salah

## Teknik Bodi Otomotif

Penggunaan kunci ini sangat tidak dianjurkan, digunakan hanya pada saat tertentu saja. Melepas atau memasang mur/baut dianjurkan dengan kunci ring atau kunci sock, karena jika terlalu sering menggunakan kunci inggris dapat mengakibatkan sudut heksagonal mur atau kepala baut lebih cepat tumpul sehingga menjadi bundar (selek). Kunci inggris juga mempunyai nomor ukuran yang menunjukkan lebar jangkauan rahangnya.

### 5.6. Kunci Pipa

Kunci pipa biasa digunakan untuk melepas dan memasang pipa dengan sambungan ulir atau memegang benda silindris lainnya, konstruksinya hampir sama dengan kunci inggris, mempunyai rahang diam dan rahang geser serta ulir penyetel. Perbedaannya pada kedua rahang kunci pipa mempunyai gerigi untuk menahan pipa supaya tidak bergeser/lepas saat dijepit oleh kunci.



Gambar 5.23. Kunci Pipa



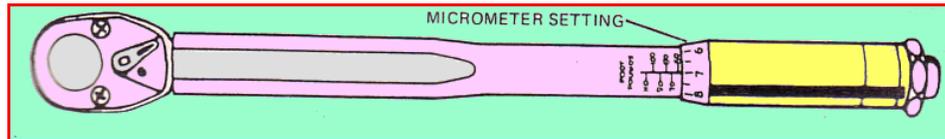
Gambar 5.24. Penggunaan Kunci Pipa

### 5.7. Kunci Momen (*Torque wrench*)

Pada kendaraan, baut dan mur harus dikencangkan sesuai dengan kebutuhan, karena apabila ikatannya tidak kuat maka ikatan akan lepas dan menimbulkan kecelakaan. Demikian juga bila ikatan terlalu kuat melebihi batas yang diijinkan, baut atau mur akan melebihi batas elastisitasnya dan memungkinkan patah, sehingga juga bisa menimbulkan kecelakaan.

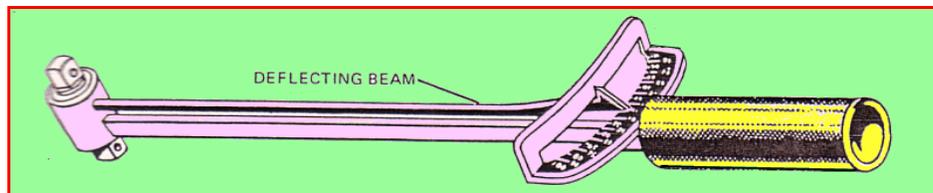
## Alat-alat Tangan

Untuk mengetahui apakah besarnya momen pengerasan sudah tepat atau belum, maka dapat dilakukan menggunakan kunci momen. Sebelum menggunakan kunci momen, baut atau mur terlebih dahulu dikencangkan dengan kunci sesuai dengan kekuatan tangan saja. Saat ini terdapat 3 jenis kunci momen, yaitu tipe penyetel mikrometer (*micrometer setting*), model batang jarum (*deflecting beam*), dan model dial indikator (*dial indicating*).



Gambar 5.25. Kunci Momen Mikrometer

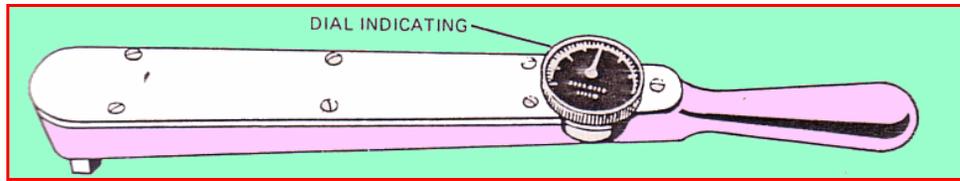
Tipe penyetel mikrometer diatas memiliki konstruksi hub mata sock, penyetel arah putaran, batang, skala ukur (yang mirip dengan dial indikator) sistem Inggris ataupun metrik, pegangan kunci momen dan pengunci sekaligus alat pemutar yang disembunyikan masuk dalam pegangan kunci momen. Apabila kita menginginkan torsi pengencangan  $6 \text{ kg/cm}^2$ , maka pada ujung pemegang terdapat pengunci yang tarik keluar dan kemudian sekaligus untuk memutar penyetel, sampai menunjukkan angka  $6 \text{ kg/cm}^2$ , setelah itu kunci dimasukkan kembali. Apabila torsi pengencangan telah melebihi torsi yang kita tetapkan, maka akan terjadi *loss* (bunyi *thek-thek*) pada kunci momen tersebut.



Gambar 5.26. Kunci Momen Jarum

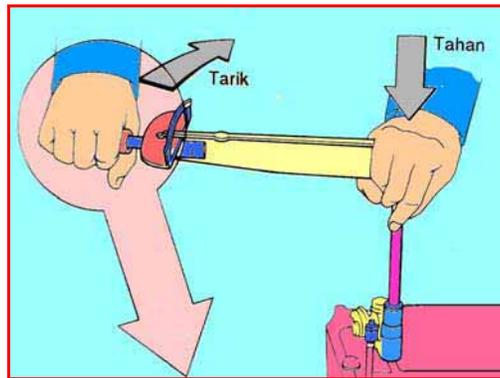
Tipe batang jarum memiliki konstruksi hub mata sock, jarum penunjuk, skala ukur dan pegangan. Baut yang kencangkan sampai pada skala ukur tertentu, langsung dibaca pada kunci momen yang ditunjukkan oleh jarum. Oleh karena itu perlu ketelitian dan kecermatan dalam mengencangkan baut, sekaligus melihat ukuran torsi pengencangan pada alat.

## Teknik Bodi Otomotif



Gambar 5.27. Kunci Momen Dial

Tipe yang ketiga di atas adalah dial indikator memiliki konstruksi hub mata sock, dial indikator dan pegangan. Hampir sama dengan model batang jarum, torsi pengencangan langsung dibaca pada dial ketika sedang mengencangkan baut atau mur.



Gambar 5.28. Penggunaan Kunci Momen

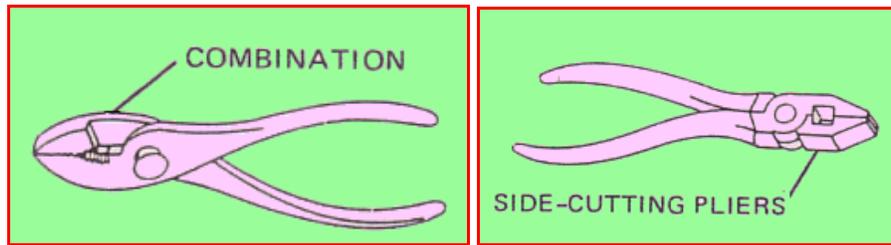
### 5.8. Tang

Tang merupakan salah satu peralatan bengkel yang spesial, karena merupakan salah satu kunci yang dapat distel atau diatur. Fungsi dari tang adalah untuk memegang, memotong, melepas dan memasang komponen dan lain sebagainya. Penggunaan tang yang tidak sesuai, misal dipukul, akan merusak alat itu sendiri maupun komponen yang dilakukan perbaikan.

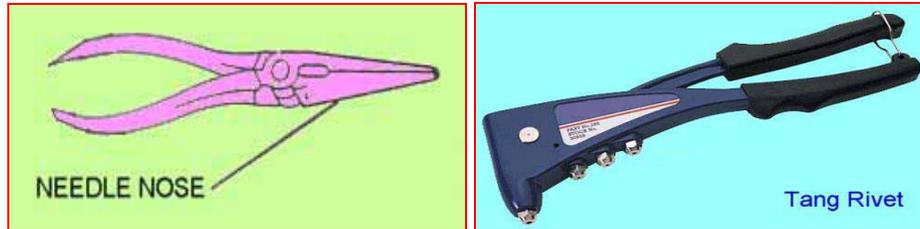
Terdapat beberapa jenis tang diantaranya adalah tang betet (*vise grip*) untuk menahan atau menjepit, menyatukan saat menyambung dengan las, tang potong untuk memotong kawat dan sebagainya, tang *poligrip* untuk melepas kepala baut yang sudah aus, tang *snap ring* atau *circlip* untuk melepas atau memasang *circlip*, ada dua macam yaitu *circlip* internal dan *circlip* external, tang moncong panjang (*long nose/needle nose*) untuk menjepit saat melepas/memasang benda-benda kecil yang sulit dipegang oleh tangan, tang kombinasi mempunyai fungsi lebih beragam bisa memotong, menjepit dan sebagainya merupakan gabungan dari fungsi berbagai jenis tang.

## Alat-alat Tangan

Berikut ini berbagai macam tang dan penggunaannya



Gambar 5.29. Tang Kombinasi dan Pemotong Sisi



Gambar 5.30. Tang lancip dan tang rivet



Gambar 5.31. Tang Betet dan tang Balancer



Gambar 5.32. Tang Baterai

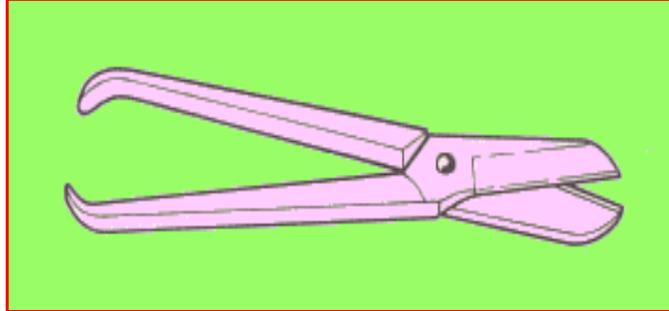
### **5.9. Gunting dan Pemotong Plat**

Pemotong plat ini bisa berbentuk gunting atau *cutter* atau *pisau*, yang digunakan untuk memotong plat-plat yang tipis. Dalam proses perbaikan bodi kendaraan, pemotong plat ini sangat diperlukan bila melakukan perbaikan-perbaikan kecil atau memperbaiki bodi yang keropos.

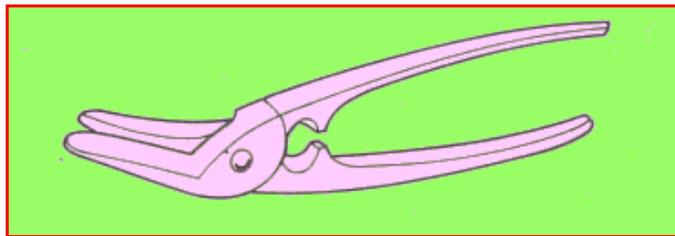
## Teknik Bodi Otomotif

Sedangkan untuk pemotongan lembaran plat yang tebal menggunakan alat khusus.

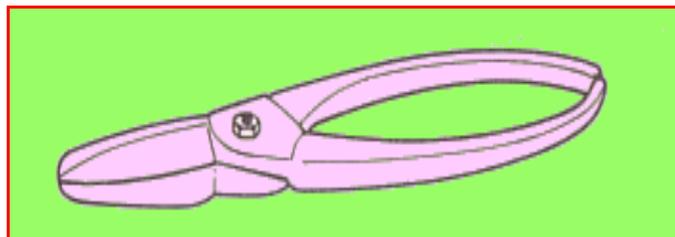
Ada berbagai macam gunting, baik untuk memotong lurus atau memotong yang berbentuk kurva.



Gambar 5.33. Gunting Lurus



Gambar 5.34. Gunting Kurva



Gambar 5.35. Gunting lengkung

### **5.10. Palu**

Palu adalah alat bantu untuk memukul benda kerja yang aman, konstruksinya terdiri dari kepala palu yang keras terbuat dari baja karbon (0.60-0.80%) tersedia dalam beberapa ukuran antara 150-1500 gr, Serta gagang yang disesuaikan dengan ukuran kepala palu. Kepala palu terdiri dari dua permukaan yang bisa dipergunakan untuk memukul.



Gambar 5.36. Palu kepala ball-pein



Gambar 5.37. Palu kepala cross pen

Bentuk, model, dan ukuran berat palu berbeda-beda sesuai dengan kebutuhan penggunaannya. Model dan ukuran palu dibedakan menjadi dua kelompok, model umum dan model khusus. Model yang umum dipakai adalah palu model ujung bulat (ball-pein), palu model ujung menyilang (cross-pein) dan palu model ujung lurus (stright-pein).



Gambar 5.38. Palu Cakar

## Teknik Bodi Otomotif



Gambar 5.39. Palu Martil

Palu model khusus dibuat untuk penggunaan khusus misalnya perbaikan bodi kendaraan, untuk menempa, meratakan plat atau membentuk plat.

Palu khusus lainnya yaitu kepala palu lunak yang terbuat dari tembaga, kuningan, kaleng, timbal, plastik, karet, kayu dan sebagainya. Digunakan untuk memukul benda-benda yang permukaannya halus sehingga tidak rusak saat dikerjakan.



Gambar 5.40. Palu Karet



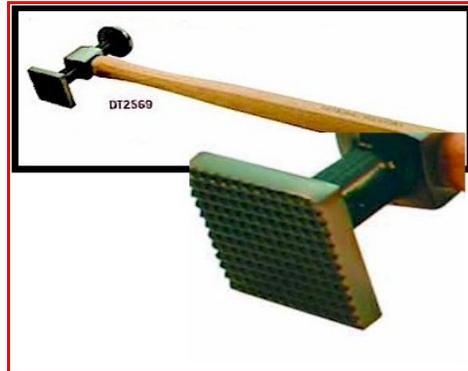
Gambar 5.41. Palu Plastik



Gambar 5.42. Palu Kayu

## Alat-alat Tangan

Palu khusus pekerjaan bodi mempunyai bentuk dan ukuran yang lebih beragam, biasanya palu bentuk tertentu digunakan bersama-sama dengan dolly.



Gambar 5.43. *Shrinking hammer*

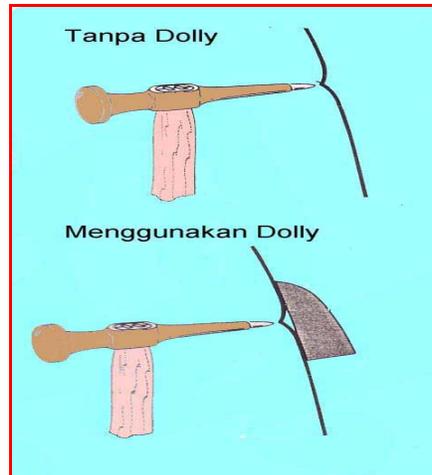


Gambar 5.44. *Pick hammer*



Gambar 5.45. *Standar bumping hammer*

## Teknik Bodi Otomotif



Gambar 5.46. Contoh Penggunaan Palu Khusus untuk Perbaikan Bodi

### 5.11. Dolly

Dolly adalah pasangan dari palu sebagai alas/landasan saat memukul atau membentuk benda kerja pada pekerjaan body, terbuat dari baja karbon yang sangat keras. Bentuk dan ukurannya disesuaikan dengan kebutuhan, bentuk permukaan rata, menyiku, melengkung, bulat, kerucut dan sebagainya. Ada jenis dolly duduk yang serbaguna berukuran besar dan berat untuk membentuk plat yang lebih tebal, menekuk besi pejal, bahkan bisa untuk menempa dan kerja bangku lainnya

Dolly untuk membentuk permukaan plat yang melengkung/cembung



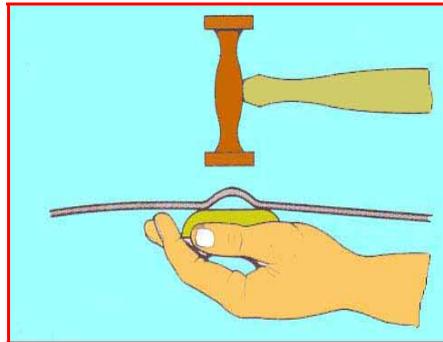
Gambar 5.47. Berbagai macam dolly

## Alat-alat Tangan

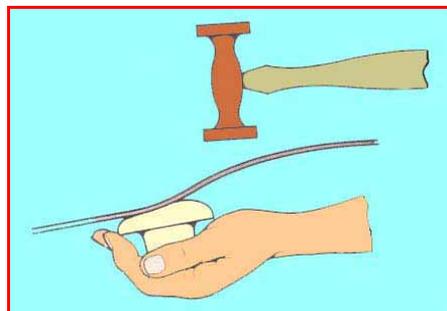
Penggunaan palu dan dolly dalam perbaikan body kendaraan dicontohkan seperti gambar berikut:



Gambar 5.48. Contoh penggunaan palu dan dolly untuk meratakan permukaan plat yang melengkung



Gambar 5.49. Metode perataan *on-dolly*, plat bodi dialasi dolly kemudian dipukul pelan dengan palu

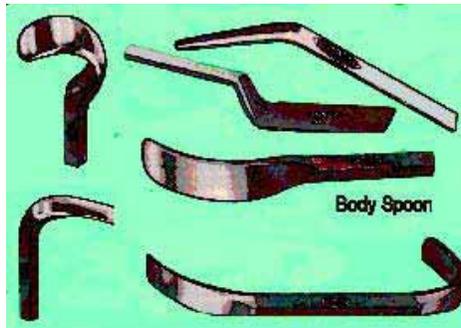


Gambar 5.50. Metode perataan *off-dolly*, dolly hanya sebagai penahan plat bodi saja, palu tidak langsung dipukulkan pada dolly

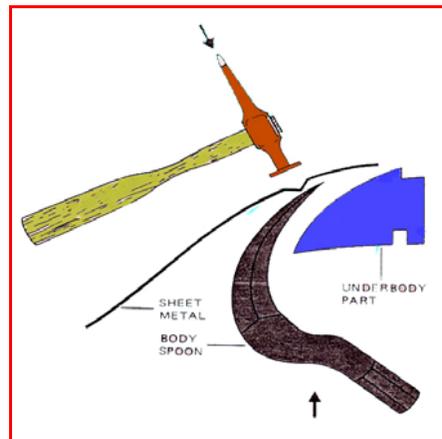
## Teknik Bodi Otomotif

### 5.12. Body Spoon

Body spoon mempunyai fungsi hampir sama dengan palu dan dolly, sebagai alat perata bagian bodi kendaraan yang berlekuk atau bentuk-bentuk tertentu yang tidak memungkinkan menggunakan dolly, yaitu dengan cara dicungkil atau sebagai alas pukul pada body yang sempit. Bentuknya seperti sendok terdiri dari batang sebagai pegangan atau pengungkit dan bagian kepala sebagai permukaan untuk mencongkel atau alas.



Gambar 5.51. Bentuk dan ukuran *body spoon*



Gambar 5.52. Penggunaan Body Spoon

### 5.13. Gergaji

Menggergaji merupakan salah satu metode dalam memotong benda kerja, gergaji terdiri rangka dan bilah. Rangka gergaji sebagai tempat bilah gergaji dikaitkan dan diklem/dijepit supaya aman serta mudah dalam melepas dan memasang.



Gambar 5.54. Sengkang Gergaji



Gambar 5.55. Gergaji Mini

Bilah gergaji mempunyai gerigi, gerigi tersebut mempunyai ukuran tertentu yaitu 18 *tpi*, 24 *tpi* dan 32 *tpi* (*teeth per inch*) atau jumlah mata gigi dalam satu inchi, pemilihan jumlah mata disesuaikan dengan bahan yang akan dipotong. Misalnya 18 *tpi* sesuai digunakan untuk memotong bahan yang cukup keras dengan ketebalan lebih dari 5 mm, semakin keras atau tipis bahan yang akan dipotong maka digunakan bilah gergaji yang lebih besar *tpi*-nya. Pemasangan bilah gergaji adalah mata gigi yang lurus mengarah ke depan.



Gambar 5.56. Cara Menggunakan Gergaji yang benar

## Teknik Bodi Otomotif

### 5.14. Kikir

Pekerjaan mengikir adalah kerja bangku yang belum dapat tergantikan oleh mesin, dengan kikir bisa membentuk atau hanya menghaluskan bagian tertentu dari benda kerja.

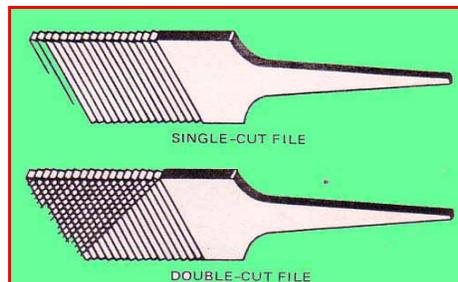


Gambar 5.57. Mata Kikir



Gambar 5.58. Gagang kikir

Kikir terdiri dari bilah kikir sebagai permukaan untuk mengikis benda kerja dipasangkan dengan gagang/*handle* dari kayu atau plastik. Bilah kikir mempunyai bentuk dan ukuran berbeda disesuaikan dengan bentuk benda yang dikerjakan, begitu pula dengan kekasaran permukaan kikisnya. Ukurannya dinyatakan dalam angka yang menunjukkan ukuran panjang dalam inchi. Ukuran yang umum 6", 8", 10", 12" dan 14".



Gambar 5.59. Jenis Alur Kikir

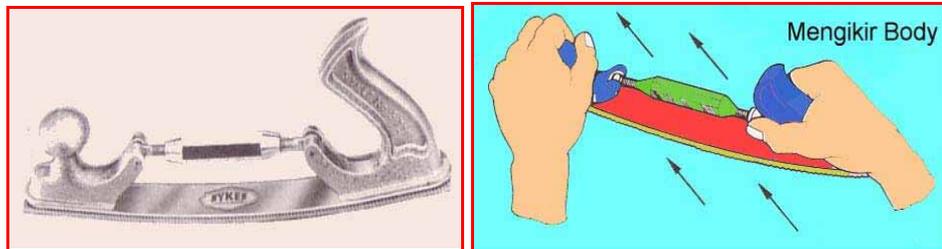
Alur permukaan pada kikir mempunyai dua jenis yaitu *single cut* yang mempunyai satu alur saja pada permukaan kikisnya dan yang paling banyak dipakai adalah alur *double cut* yang mempunyai dua alur yang saling menyilang.

Terdiri dari bermacam bentuk dasar bilah :

- Kikir plat berbentuk rata dan lebar di kedua permukaan, untuk mengikir benda yang permukaannya lebar dan rata.

## Alat-alat Tangan

- Kikir bilah persegi untuk mengikir sudut siku
- Kikir bilah bulat untuk mengikir lubang berbentuk bulat pada benda kerja.
- Kikir bilah segi tiga untuk mengikir lubang bersudut pada benda kerja
- Kikir jarum berfungsi untuk mengikir benda kerja yang kecil atau lubang-lubang sempit
- Kikir bodi digunakan untuk mengikir pada pekerjaan bodi misalnya meratakan permukaan dempul dan sebagainya, kikir bodi mempunyai rangka yang dapat disetel melengkung atau rata sesuai permukaan yang akan dikerjakan.



Gambar 5.60. Jenis Kikir Bodi

Cara penggunaan kikir body dengan menggunakan dua tangan, langkah pengikisan saat kikir bergerak maju

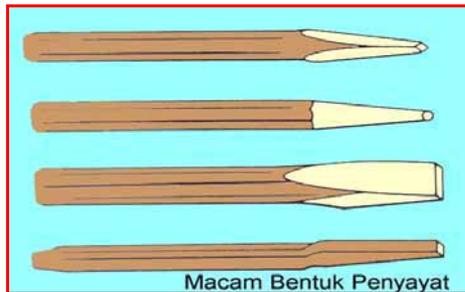
### **5.15. Pahat**

Dalam kerja bangku pahat dapat digunakan untuk memotong plat tipis, memotong mur/baut yang berkarat, membuka rivet atau paku keling. Pahat dibuat dari batang baja yang sangat keras (baja tuang atau baja karbon 0,80-0,90%), ujung mata potong/penyayat berbentuk pipih tajam dan dikeraskan sebagai permukaan potong sedangkan kepalanya untuk menerima tekanan pukul dari palu.

## Teknik Bodi Otomotif

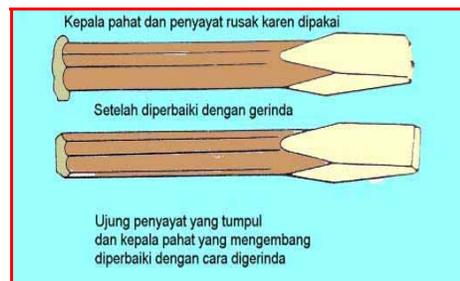


Gambar 5.61. Pahat Set

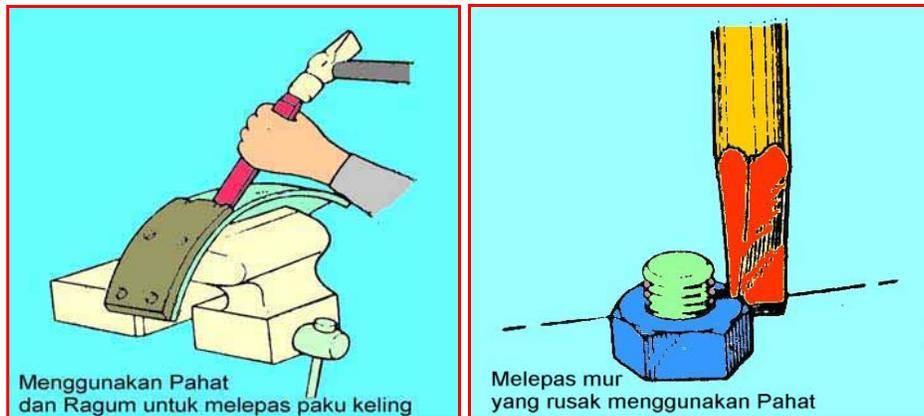


Gambar 5.62. Jenis pahat

Tersedia dalam berbagai bentuk ukuran disesuaikan dengan benda yang dikerjakan. Ujung penyayat akan menjadi tumpul apabila sering dipergunakan, maka bisa dibuat tajam lagi dengan cara digerinda. Begitu juga dengan ujung lainnya karena selalu menerima tekanan dari palu maka pada ujung akan mengembang, maka perlu digerinda untuk mengembalikan ke bentuk semula.



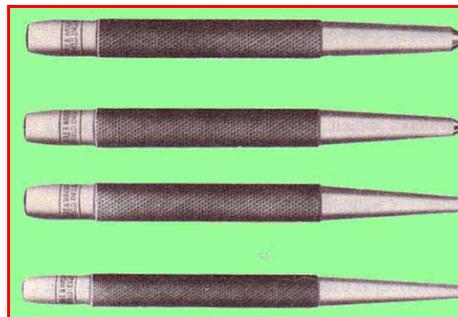
Gambar 5.63. Perbaikan pahat dengan gerinda



Gambar 5.64. Contoh penggunaan pahat

### 5.16. Penitik

Penitik berfungsi untuk memberi tanda berupa titik pada benda kerja supaya tidak tertukar, tanda garis yang akan dikerjakan/dipotong, pertemuan dua garis gambar atau tanda titik tengah (senter) saat akan mulai melubangi dengan mata bor. Penitik mempunyai kepala, dan ujung lancip untuk memberi tanda titik apabila kepalanya dipukul oleh palu, sudut lancip penitik ada dua macam yaitu sudut  $45^\circ$  dan  $60^\circ$ .



Gambar 5.65. Penitik

### 5.17. Penggores

Penggores adalah alat untuk memberikan tanda garis atau menggambar pada benda yang akan dikerjakan, misalnya memberi tanda untuk dilipat, dipotong, dilubangi dan sebagainya.

Untuk memberi tanda yang lurus digunakan penggores perata yang dilengkapi stand yang dapat disetel sesuai kebutuhan. Penggores

## Teknik Bodi Otomotif

dan benda kerja diletakan pada meja perata, kemudian penggores digeserkan maka garis lurus akan terbentuk pada benda kerja.



Gambar 5.66. Penggores biasa, penggores ballpoint, dan penggores perata



Gambar 5.67. Contoh Penggunaan Penggores



Gambar 5.68. Contoh Penggunaan Penggores perata

### **5.18. Jangka penggores**

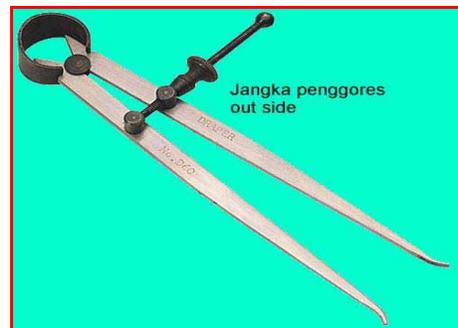
Jangka penggores mempunyai fungsi yang sama dengan penggores biasa, kelebihanannya yaitu bisa membuat dua garis lurus yang sejajar, hal ini untuk memudahkan saat memberi tanda pada benda kerja

## Alat-alat Tangan

dengan ukuran yang sama. Terdapat tiga jenis jangka penggores yaitu jangka penggores lurus untuk menandai garis sejajar diatas permukaan. Jangka penggores permukaan dalam (inside) untuk membuat garis kedua permukaan pada bagian dalam contohnya pada besi profil U. Jangka penggores permukaan luar (out side) untuk memberi garis pada kedua permukaan benda kerja tepi kanan dan kiri.



Gambar 5.69. Jangka penggores biasa



Gambar 5.70. Jangka penggores *out side*



Gambar 5.71. Jangka penggores *in side*

## Teknik Bodi Otomotif

### 5.19. Skrapper

Skrapper atau skrap fungsinya untuk mengaplikasikan dempul apada permukaan bodi kendaraan yang tidak rata, selain itu juga bisa untuk mengikis bekas gasket yang lengket pada blok mesin dan sebagainya.



Gambar 5.72. Skrap

### 5.20. Ragum/Cekam

Ragum digunakan untuk membantu pekerjaan memotong, mengikir, mengelas dan sebagainya dengan cara dicekam supaya pekerjaan menjadi lebih mudah dan aman. Ragum terbuat dari baja cor yang keras, tersedia dalam berbagai ukuran sesuai dengan kebutuhan.

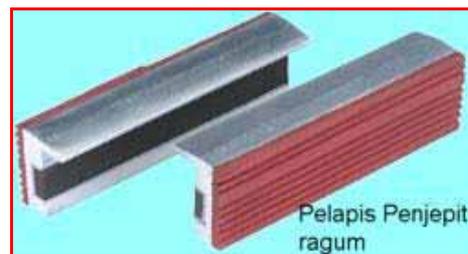
Ragum biasanya ditempatkan pada bangku kerja dengan cara dibautkan langsung (ragum tetap) namun adapula yang hanya dijepitkan dengan klem ulir saja sehingga lebih mudah untuk dipindah-pindahkan (*ragum portable*). Pada mesin bor terdapat ragum khusus yang mudah digeser-geserkan pada meja mesin bor supaya lebih mudah dalam proses pelubangan yang lebih dari satu titik pada benda kerja yang dicekam.



Gambar 5.73. Ragum meja



Gambar 5.74. Ragum portabel



Gambar 5.75. Pelapis penjepit ragum



Gambar 5.76. Ragum benda kerja yang akan di bor

Bagian permukaan untuk menjepit bisa dilepas dan diganti sesuai dengan benda kerjanya, apabila benda kerja yang akan dijepit lebih lunak maka permukaan untuk menjepitnya juga bisa diganti atau dilapisi bahan yang lebih lunak supaya permukaan benda kerja tidak rusak saat dikerjakan.

## Teknik Bodi Otomotif

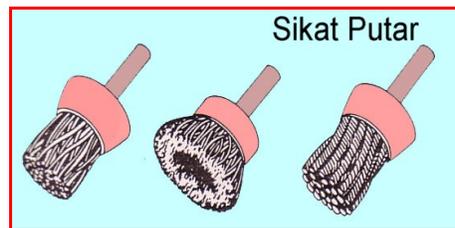
### 5.21. Sikat Logam

Sikat berfungsi untuk membersihkan permukaan benda kerja dari karat atau setelah pekerjaan mengikir, mengelas, menyekrap dan sebagainya. Sikat pada kerja bangku ada beberapa macam berdasarkan bahan kawatnya : sikat kawat baja, sikat kawat kuningan sikat kawat tembaga dan sebagainya



Gambar 5.77. Sikat Kawat

Adapula sikat yang dapat diputar menggunakan bor listrik untuk membersihkan permukaan plat dari karat atau bekas cat dan dempul, pemasangannya sama dengan pemasangan mata bor.



Gambar 5.78. Sikat khusus untuk mesin



Gambar 5.79. Sikat kawat tembaga

### 5.22. Kape Dempul

Kape dempul atau biasa disebut kape berfungsi untuk mengaduk dempul dengan hardener dan memoleskannya pada permukaan yang rata yang akan diberi dempul. Pisau dempul harus selalu dibersihkan setelah dipakai sebelum dempul mengering karena akan membuat permukaan pisau tidak rata saat digunakan kembali untuk mendempul.



Gambar 5.80. Kape dempul

Ukuran dari kape dempul bervariasi, yang terdiri dari ukuran sesuai lebarnya, yaitu: 100 mm, 80 mm, 60 mm, 40 mm maupun 20 mm.

### 5.23. Tap dan Snai

Tap dan snai adalah alat tangan yang berfungsi untuk membuat ulir atau memperbaiki ulir yang rusak. Tap adalah untuk membuat ulir dalam atau ulir pada mur sedangkan snai untuk membuat ulir luar atau ulir pada baut.

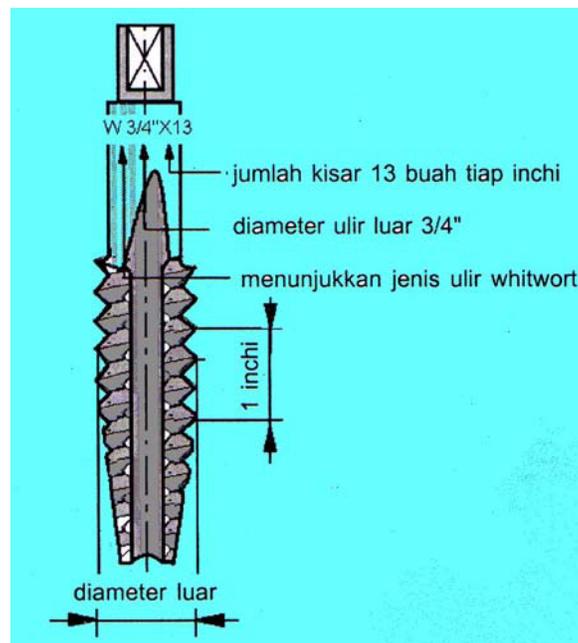
Tap dan snai mempunyai ukuran standar yaitu satuan metrik dan satuan inchi. Jika kita akan membuat atau memperbaiki ulir sebuah mur atau baut harus disesuaikan terlebih dahulu ukuran yang tepat.

## Teknik Bodi Otomotif

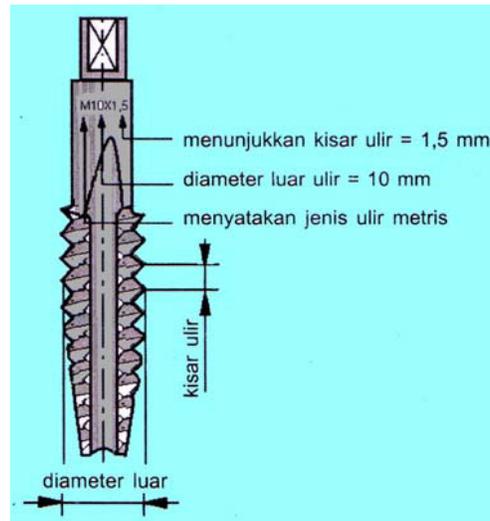


Gambar 5.81. Tap dan ukurannya

Ketika akan membuat mengetap untuk membuat ulir pada besi pejal, maka kita harus melakukan pengeboran terlebih dahulu dengan diameter yang lebih kecil dari ulir yang akan dibuat. Kemudian menggunakan ulir kasar nomor 3, nomor 2 dan finishing, seperti diuraikan berikut ini.



Gambar 5.82. Tap ulir *whitwort*



Gambar 5.83. Tap ulir *metris*

Tap dan snai terdiri dari tiga bagian bagian pertama yaitu tap pembentuk, pada ujungnya lebih tirus dan alur ulir pemakannya lebih dangkal karena hanya sebagai pembentuk alur saja untuk mempermudah proses berikutnya.

Bagian yang kedua adalah tap menengah, ulir pemakanannya lebih dalam sudah mulai membentuk alur ulir.

Bagian ketiga adalah tap akhir yang berfungsi sebagai penghalus alur sehingga bisa sesuai dengan ulir pasangannya. Selain menggunakan tap dan snai pembuatan ulir bisa dilakukan dengan menggunakan mesin bubut.

Untuk membuat tap, maka tap dipasangkan pada pemegang/ handle tap, kemudian dikencangkan dengan memutar handle yang juga berfungsi seperti ulir. Setelah kiat mencengkeram, baru tap digunakan.



Gambar 5.84. Gagang tap

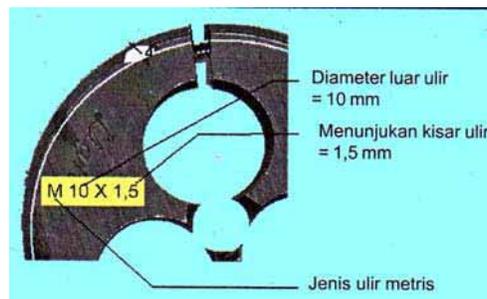
## Teknik Bodi Otomotif

Sedangkan untuk snei, juga dipasang pada handel, kemudian dikunci dengan mur pengunci.

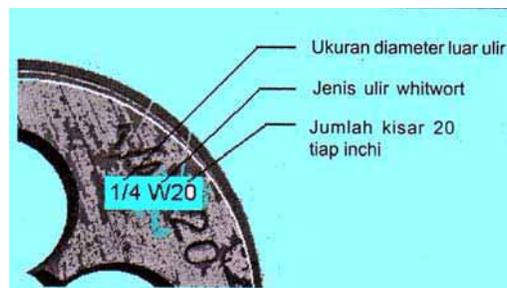


Gambar 5.85. Gagang snei

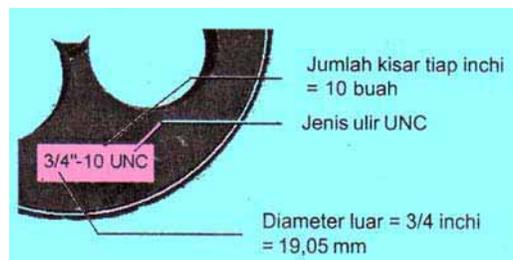
Ulir mempunyai standar dan ukuran tertentu, ada 3 jenis standar ulir yaitu: ulir metris, ulir whitwort dan ulir UNC.



Gambar 5.86. Snei ulir metris



Gambar 5.87. Snei ulir whitwort



Gambar 5.88. Snei ulir UNC

Pada snei maupun tap terdapat tanda jenis ulir dan ukurannya, misalnya :  $\frac{3}{4}$ "-10 UNC. Maksudnya :

$\frac{3}{4}$ " = diameter luar dalam inchi  
10 = menunjukkan jumlah kisaran ulir setiap inchi (kekasaran)  
UNC = menunjukkan ulir jenis UNC

Contoh lain :

M10x1,5

M = menunjukkan ulir jenis metris

10 = menunjukkan diameter dalam mm

1,5 = menunjukkan jarak kisar ulir 1,5 mm

### **5.24. Bolt extractor**

*Bolt extractor* adalah alat yang digunakan untuk mencabut baut yang patah. Alat ini penting untuk perbaikan bodi kendaraan, karena biasanya baut yang tidak pernah dibuka, kemungkinan sering terjadi patah. Caranya adalah dengan mengebor baut yang patah dengan diameter yang lebih kecil, kemudian *Bolt extractor* yang sesuai dengan ukurannya dibautkan. Konstruksi alat ini memiliki ulir kiri (kebalikan dari baut-baut biasanya) sehingga akan mengangkat baut yang patah tadi keluar.



Gambar 5.89. *Bolt extractor*

Pertanyaan:

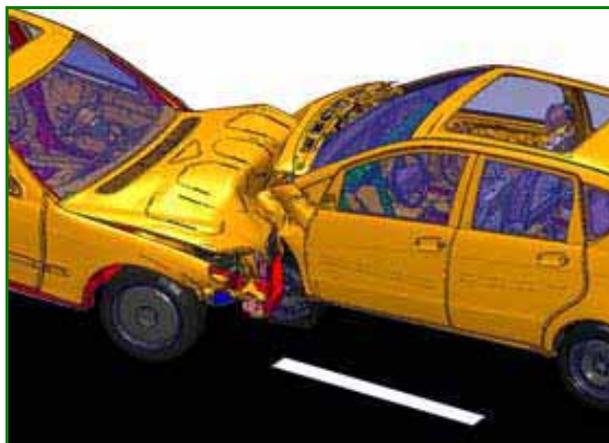
1. Apakah fungsi pahat dan pekerjaan apa saja yang bias menggunakan pahat?
2. Sebutkan jenis dan fungsi dari tang!
3. Sebutkan jenis-jenis palu biasa dan palu khusus perbaikan bodi kendaraan dan fungsinya!



**K**erusakan bodi akibat benturan atau tabrakan terkadang tidak hanya merusakkan bodi kendaraan bagian luar saja, namun tidak menutup kemungkinan kerusakan terjadi juga pada chassis/ rangka kendaraan. Kerusakan pada rangka kendaraan memerlukan perbaikan yang ekstra teliti, dikarenakan rangka memiliki konstruksi yang kuat dan sangat menentukan kestabilan, keamanan dan kenyamanan dari sebuah kendaraan.

Sebagai akibat dari tabrakan (seperti gambar 6.1), bodi kendaraan bisa dimungkinkan ada bagian kendaraan yang rusak, mengkerut, mulur, bengkok dan lain sebagainya. Untuk perbaikan bodi yang rusak tersebut, kadang tidak bisa dilakukan bagian per bagian, akan tetapi bersama-sama. Hal ini memerlukan beberapa peralatan yang dapat bekerja secara kompak dan bersama-sama.

Khusus pada bab ini, akan dijelaskan beberapa peralatan hidrolik yang digunakan untuk memperbaiki kerusakan bodi kendaraan. Proses perbaikan pada kendaraan maupun lama waktu perbaikan bodi tergantung dari jenis kerusakan.



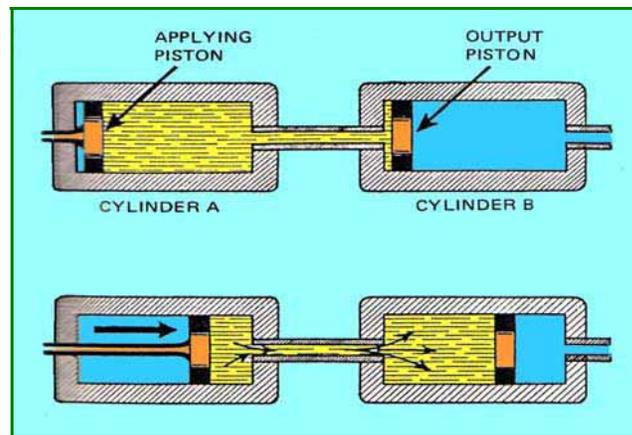
Gambar 6.1. Kerusakan bodi ketika tabrakan

### 6.1. Pengertian

Kata hidrolik berasal dari bahasa Inggris *hydraulic* yang berarti cairan atau minyak. Prinsip dari peralatan hidrolik memanfaatkan konsep tekanan, yaitu tekanan yang diberikan pada salah satu silinder akan diteruskan ke silinder yang lain., sesuai dengan hukum Pascal.

Peralatan hidrolik untuk memperbaiki bodi kendaraan memiliki ukuran yang sangat bervariasi, dari peralatan yang hanya memiliki kekuatan sekitar 1 ton, sampai dengan 50 ton. Jenis yang digunakan disesuaikan dengan kerusakan yang terjadi. Jenisnya juga beragam dan beberapa alat dapat saling dikombinasikan.

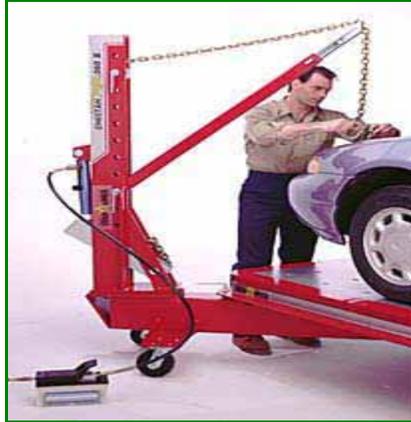
Untuk mendapatkan hasil yang maksimal, maka perlu diperhatikan prosedur perbaikan dengan alat hidrolik.



Gambar 6.2. Prinsip kerja hidrolik

Dalam penggunaan berbagai peralatan hidrolik, biasanya kita sering menggunakan oli sebagai perantara untuk menyalurkan tekanan. Jadi, perbaikan bodi kendaraan memanfaatkan oli untuk membantu pekerjaan kita. Konsep dari hidrolik banyak digunakan pada pemakaian sistem rem kendaraan, dongkrak kendaraan, alat pengangkat mobil ketika dicuci, juga pada berbagai alat berat seperti *back hoe*, *excavator* dan lain sebagainya.

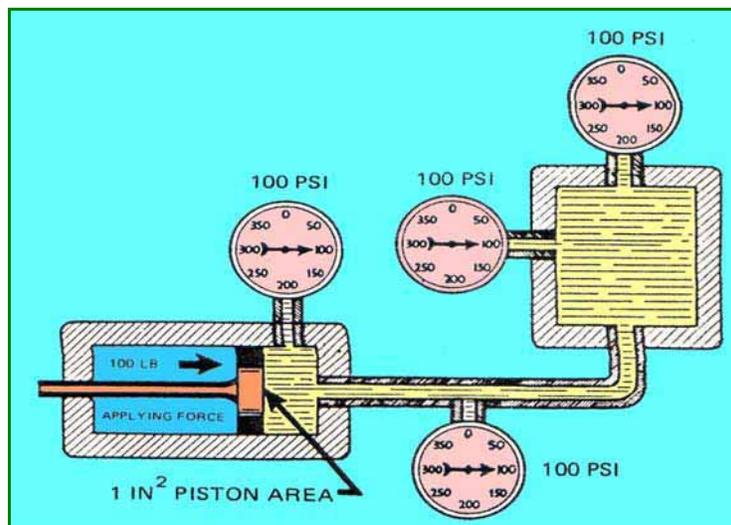
Dalam perbaikan bodi kendaraan, baik kerusakan ringan maupun kerusakan berat, sering diperlukan peralatan hidrolik untuk memperbaiki kerusakan tersebut. Peralatan hidrolik yang sering digunakan adalah alat pengangkat mobil (*car lift*), dongkrak rantai, *ram* atau dongkrak tenaga serta alat-alat penarik dan penekan.



Gambar 6.3. Penggunaan alat hidrolis untuk perbaikan bodi mobil

### 6.2. Alat-alat Pengangkat (*Car Lift*)

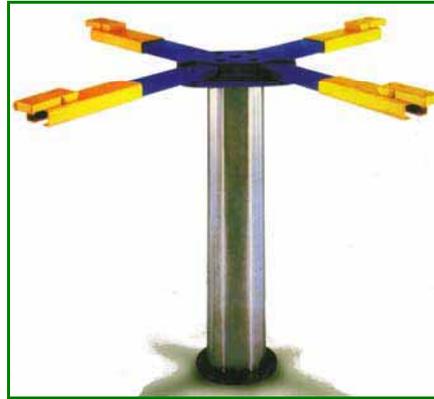
*Car lift* terdiri dari beberapa jenis, *single post*, *double post* ataupun *four post car lift*. Tenaga yang digunakan untuk mengalirkan oli menggunakan pompa yang digerakkan oleh tenaga manusia langsung, pompa yang digerakkan motor listrik, ataupun dengan pompa yang digerakkan dengan udara tekan. Aliran fluida dari pompa dialirkan ke silinder, yang menyebabkan piston akan terangkat ke atas dan penyangga akan mengangkat kendaraan.



Gambar 6.4. Tekanan hidrolis

Pada *car lift* tipe *single post* terdapat empat lengan yang dapat diatur sedemikian rupa baik panjang-pendeknya serta arah lengannya, sehingga mobil dapat terangkat dengan aman. Jenis ini banyak digunakan untuk membuka bengkel pencucian kendaraan, karena dapat menjangkau beberapa bagian mesin dengan leluasa. Namun untuk perbaikan bodi ataupun kaki-kaki kendaraan, faktor keamanannya kurang baik bila dibandingkan dengan jenis *car lift* yang lainnya.

Apabila bekerja di bawah *car lift* jenis ini, perlu hati-hati ketika dibawah kendaraan.



Gambar 6.5. *Single post car-lift*

Demikian juga untuk *car lift* jenis *double post car lift* juga memiliki landasan penyangga kendaraan yang dapat diatur untuk menyesuaikan dengan bodi/ rangka kendaraan. Alat pengangkat kendaraan ini cocok untuk perbaikan bodi khususnya kaki-kaki (roda) karena roda menggantung dan lebih aman daripada jenis *single post car lift*.



Gambar 6.6. *Two post car-lift*

## Teknik Bodi Otomotif

Sedangkan untuk tipe *four post car lift*, memiliki tingkat keamanan yang paling baik. Akan tetapi tidak cocok untuk perbaikan kaki-kaki kendaraan, dan lebih cocok untuk pekerjaan dibawah kendaraan seperti perbaikan transmisi, differensial (gardan), sistem rem dan sebagainya.



Gambar 6.7. *Four post car-lift*

Ketika mengoperasikan *car lift* dilarang membawa penumpang atau ada orang didalam kendaraan. Pintu kendaraanpun juga harus tertutup rapat atau lebih aman terkunci. Apabila *car lift* memiliki kunci tambahan sebagai pengaman ketika sedang digunakan, maka kunci harap dipasang. Apabila peralatan tidak bisa berfungsi dengan sempurna, maka alat tersebut jangan digunakan. Lakukan terlebih dahulu perbaikan, termasuk jika alat sudah tidak bisa bekerja cepat seperti biasanya, mungkin minyak pelumas perlu dicek, atau terdapat kebocoran pada sistem.

### ***Dongkrak***

Dongkrak rantai atau sering disebut dengan dongkrak saja, digunakan untuk mengangkat sebagian dari bodi kendaraan. Dongkrak dioperasikan dengan cara memompa silinder dengan tangan melalui *handle* (tuas pemompa). Pada dongkrak juga dilengkapi katup pembebas, yang digunakan untuk mengembalikan posisi piston pada kondisi semula. Ketika sedang menggunakan dongkrak, penyangga harus pada posisi yang tepat pada kendaraan, sebab bila tidak, maka dongkrak bisa terguling dan dapat menyebabkan bodi kendaraan terguling dan memungkinkan kerusakan.



Gambar 6.8. Dongkrak

Dongkrak dibedakan berdasar besar kekuatan yang dimilikinya. Terdapat salah satu jenis dongkrak yang memiliki kekuatan yang besar disebut dengan dongkrak buaya. Untuk tindakan keamanan, gunakan penyangga tambahan (*jack stand*) dibawah kendaraan pada chasis atau komponen yang kuat menahan beban mobil, agar kita aman bekerja dibawah kendaraan.



Gambar 6.9. Dongkrak buaya

### ***Portable Crane***

*Portable crane* adalah alat yang digunakan untuk mengangkat mesin yang akan dikeluarkan dari kendaraan yang dapat berpindah tempat (*portable*). Alat ini terdiri dari bagian bawah yang dilengkapi roda, tiang utama, pompa hidrolis, katu pembebas, serta tangkai pengangkat yang bisa diatur panjang-pendeknya sesuai kebutuhan.

## Teknik Bodi Otomotif

Alat ini dapat bekerja secara hidrolik juga, yaitu dengan cara memompa dengan menggunakan tangan pada tuas pemompa, sehingga piston dalam silinder akan mengangkat tangkai pengangkat.



Gambar 6.10. *Portable crane*

Ketika bekerja menggunakan *crane* pastikan bahwa mesin yang akan diangkat sudah benar-benar bebas dari kendaraan, termasuk baut-baut pengikat, *engine mounting* (dudukan mesin), kabel-kabel, selang dan komponen lainnya. Setelah terangkat, segera letakkan komponen yang diangkat pada tempat yang aman, baru kemudian mengerjakan perbaikan.

*Crane* juga bisa digunakan untuk keperluan lain selain mengangkat mesin, misalnya mengangkat benda-benda berat yang harus diangkat atau dipindahkan. Tentunya, dengan memperhatikan kekuatan maksimum dari *crane* yang bersangkutan.

### **6.3. Hydraulic Power Jack**

Peralatan hidrolik ini sering digunakan pada pekerjaan bodi kendaraan, pada umumnya memiliki bagian-bagian utama, yaitu:



Gambar 6.11. *Hydraulic power jack set*

**Pompa hidrolik**, yang berfungsi menghasilkan tekanan hidrolik yang digunakan untuk menarik, menekan, mencekam sesuai dengan *ram* yang digunakan. Pompa hidrolik ini terdiri dari reservoir (penampung oli), lengan pengungkit dan lubang untuk selang fleksibel *high pressure* serta katup pembebas (*release valve*).

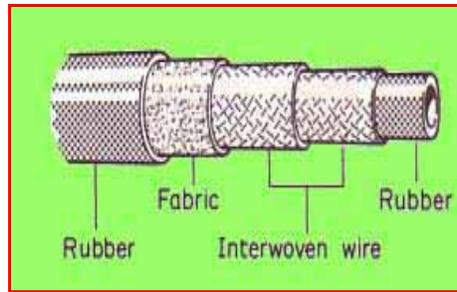
Komponen ini merupakan peralatan yang paling pokok pada pekerjaan yang menggunakan peralatan hidrolik.



Gambar 6.12. *Pump hydraulic power jack*

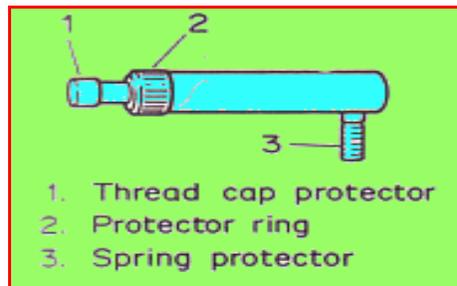
**Slang fleksibel *high-pressure***, sebagai saluran untuk mengalirkan oli dari pompa hidrolik ke *ram*, sesuai dengan fungsi *ram* masing-masing. Selang ini terbuat dari bahan karet yang dibungkus anyaman kabel, kain dan karet pada bagian luarnya. Pada bagian ujung selang terdapat *coupler* (penyambung) yang bisa dipasang atau dilepas dengan mudah tangan.

## Teknik Bodi Otomotif



Gambar 6.13. Slang dan bagiannya

**Ram**, berfungsi untuk menekan, menarik, mencekam dan pekerjaan lain sesuai pekerjaan yang diinginkan dengan tingkat kekuatan yang berbeda-beda.



Gambar 6.14. Ram dan bagiannya

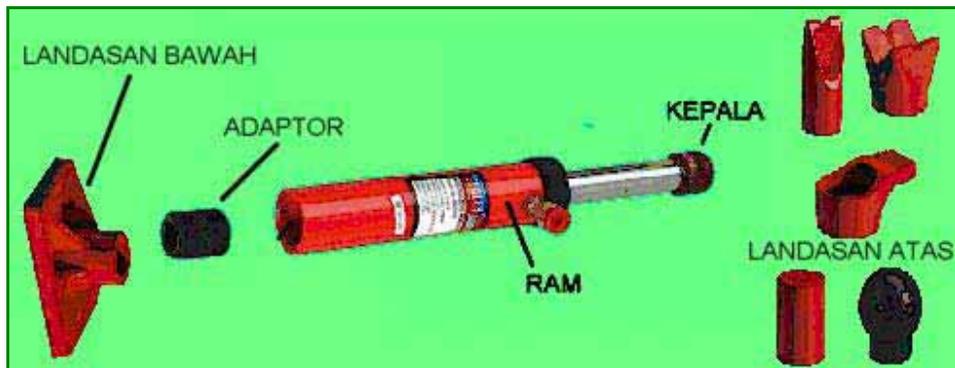
Gerak utama pada *ram* hanyalah mendorong atau menarik piston dengan memanfaatkan tekanan hidrolis. Pada *push-ram* berfungsi untuk mendorong piston keluar, ditandai dengan lubang masuk aliran oli berada dibawah silinder. Sedangkan pada *pull-ram* berfungsi menarik piston kedalam, karena posisi lubang aliran oli berada di atas dari silinder. Pemanfaatan masing-masing *ram* dilakukan dengan cara memasang *adaptor* (penyambung) seseuai perbaikan bodi kendaraan yang dilakukan.



Gambar 6.15. Push ram dan pull ram

### 6.4. Attachment (Peralatan Tambahan)

Untuk keperluan perbaikan kendaraan, penggunaan *hydraulic jack*, pada bagian *ram* dilengkapi dengan landasan. Bagian bawah biasanya dipasang landasan rata bila berada pada permukaan rata, tapi bisa juga menyesuaikan bentuk landasan. Pada bagian lainnya dipasang kepala yang menyesuaikan dengan bidang tekannya. Untuk bagian bodi yang tidak boleh tergores, maka dipasang kepala menggunakan karet.



Gambar 6.16. Ram dan peralatan tambahan

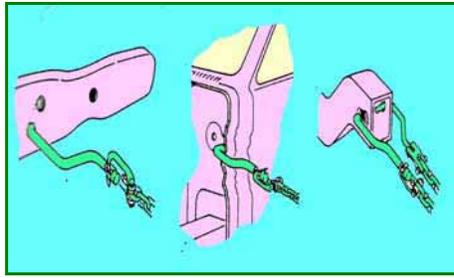
Sedangkan untuk peralatan tarik, diperlukan peralatan tambahan seperti pada gambar berikut ini:



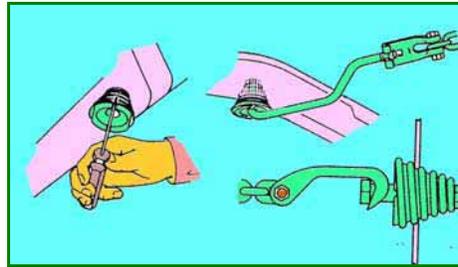
Gambar 6.17. Attachment

Berikut ini merupakan contoh dari beberapa penggunaan *attachment* (peralatan tambahan) yang digunakan pada perbaikan bodi kendaraan. Selain menggunakan pengait, biasanya juga digunakan kombinasi rantai.

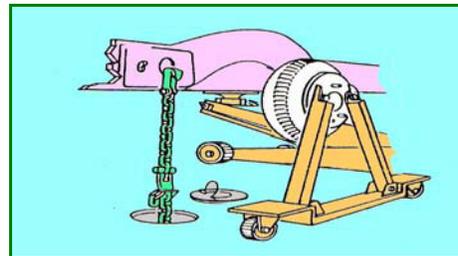
## Teknik Bodi Otomotif



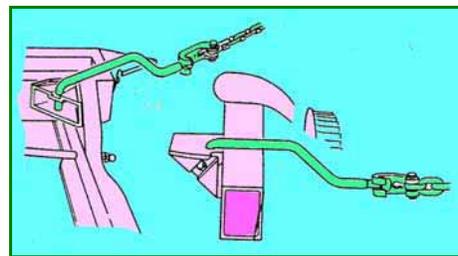
Gambar 6.18. Penggunaan beberapa pengait pada rangka dan bodi



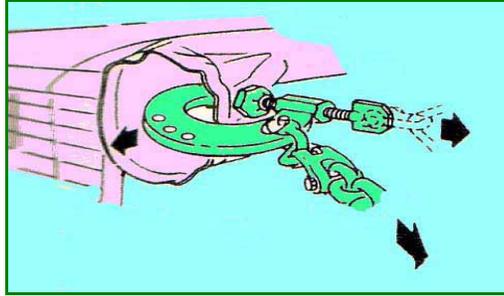
Gambar 6.19. Menarik rangka dari lubang yang dipasang ulir



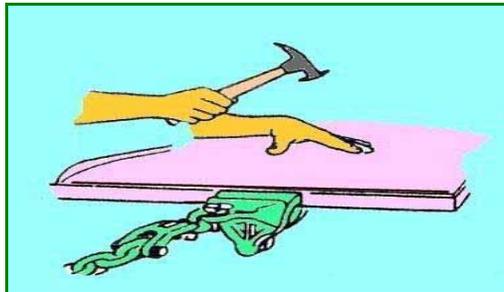
Gambar 6.20. Mencekam rangka kendaraan pada *anchor pots* di lantai



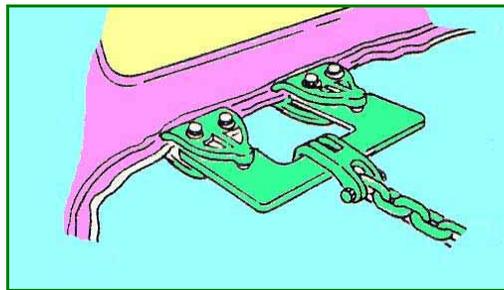
Gambar 6.21. Menarik rangka menggunakan pengait L pada lubang rangka



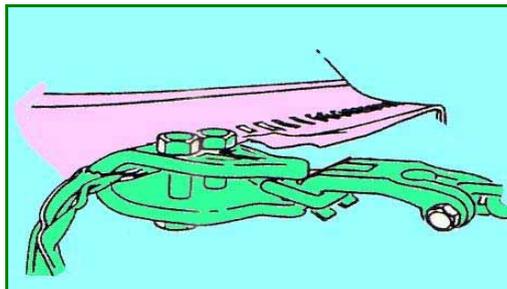
Gambar 6.22. Arah menarik plat bodi kendaraan yang penyok



Gambar 6.23. setelah plat ditarik, kemudian di palu untuk mempercepat proses



Gambar 6.24. Mencekam bodi pada bagian plat pada kedua sisi



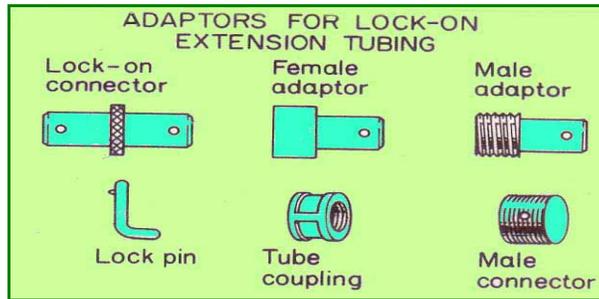
Gambar 6.25. Penggunaan pengait yang dibaut untuk menarik bodi

## Teknik Bodi Otomotif

### 6.5. Peralatan Tekan

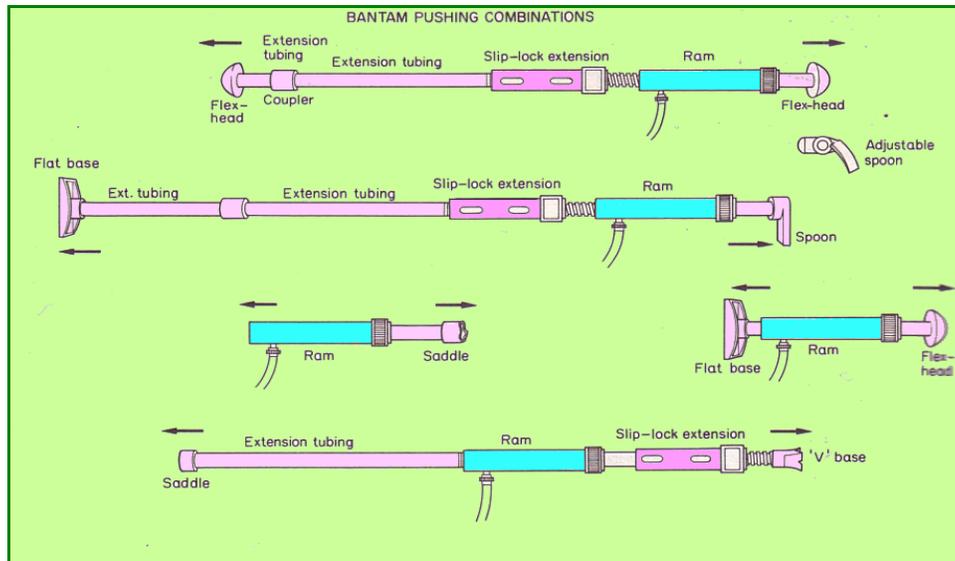
Pada perbaikan bodi kendaraan yang mengalami perubahan struktur dari bodi aslinya, kita bisa menggunakan alat penekan yang memanfaatkan sistem hidrolik.

Berikut ini beberapa peralatan tekan yang digunakan dalam perbaikan bodi kendaraan:

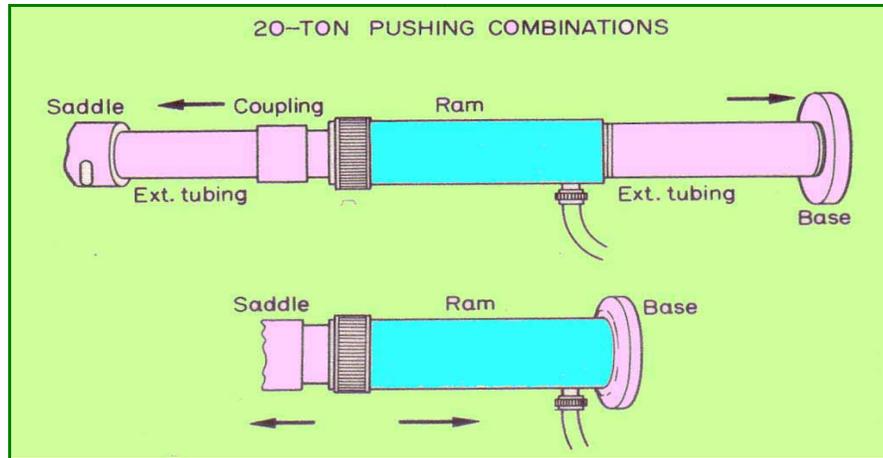


Gambar 6.26. Adaptor

Adaptor digunakan untuk menyambung *ram* dengan dudukan (ujung) dari *ram* yang digunakan untuk perbaikan bodi kendaraan.



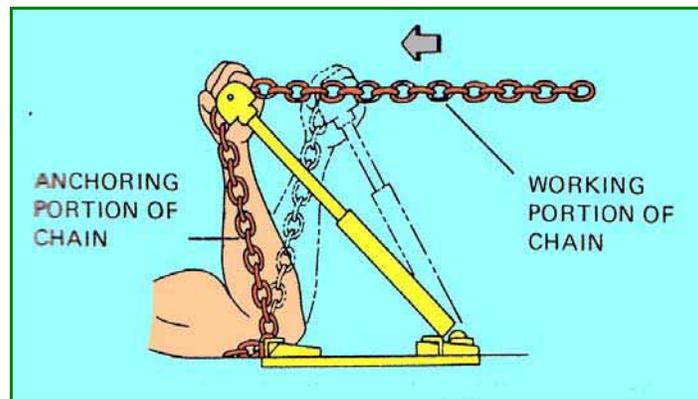
Gambar 6.27. Push *ram* dan variasi peralatan tambahan



Gambar 6.28. *Ram* khusus berkekuatan besar

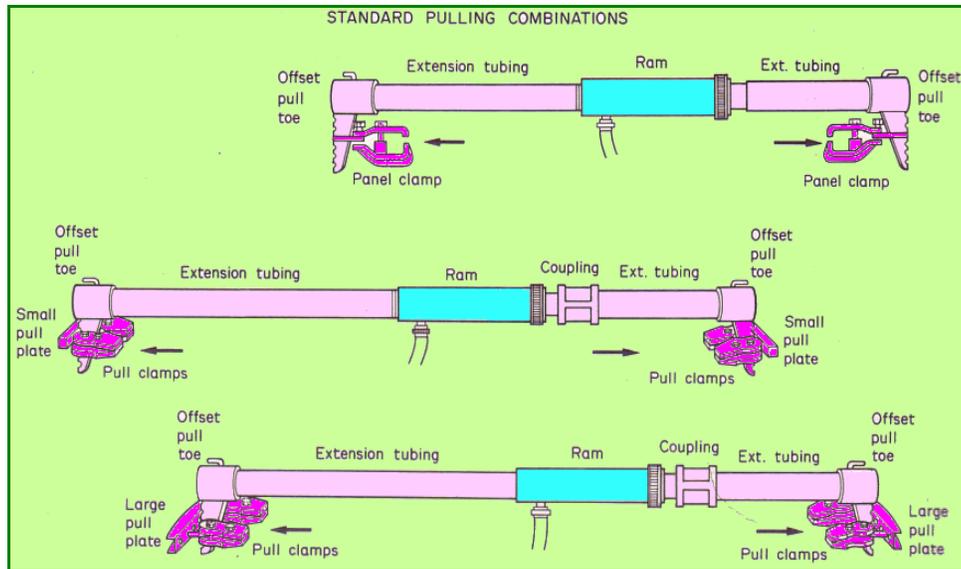
**6.6. Peralatan Tarik**

Perbaikan bodi kendaraan dengan menggunakan alat hidrolik yang menggunakan peralatan tarik. Tabrakan yang menyebabkan bodi rusak, salah satu caranya adalah ditarik.



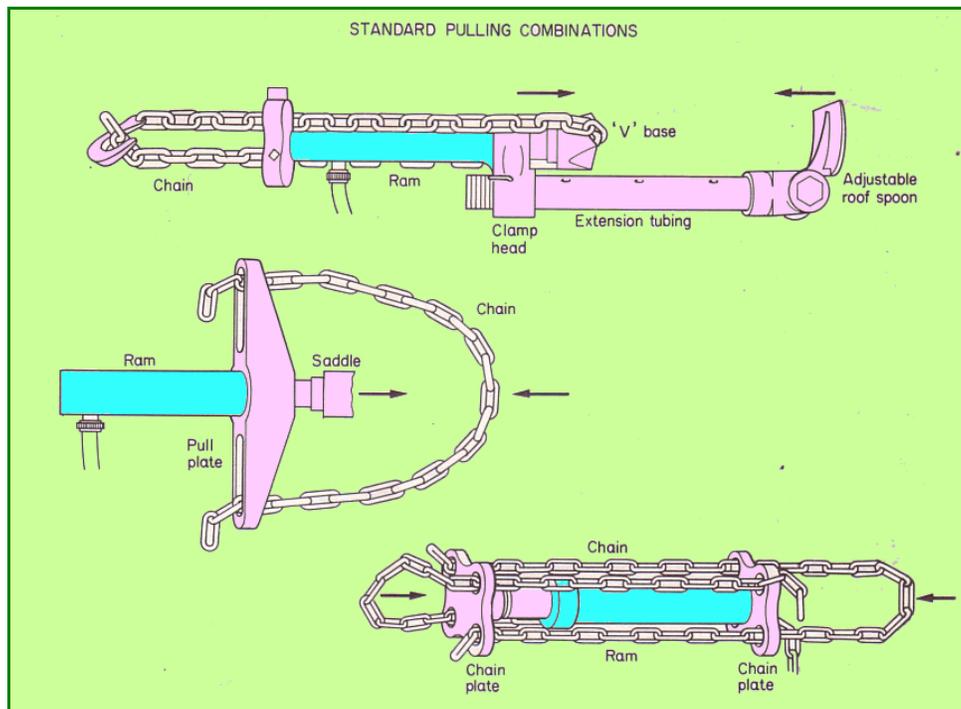
Gambar 6.29. Prinsip penarikan dengan pull *ram*

## Teknik Bodi Otomotif



Gambar 6.30. Pull *ram* dan variasi peralatan tambahan

Dengan menggunakan bantuan rantai dengan berbagai macam bentuk:

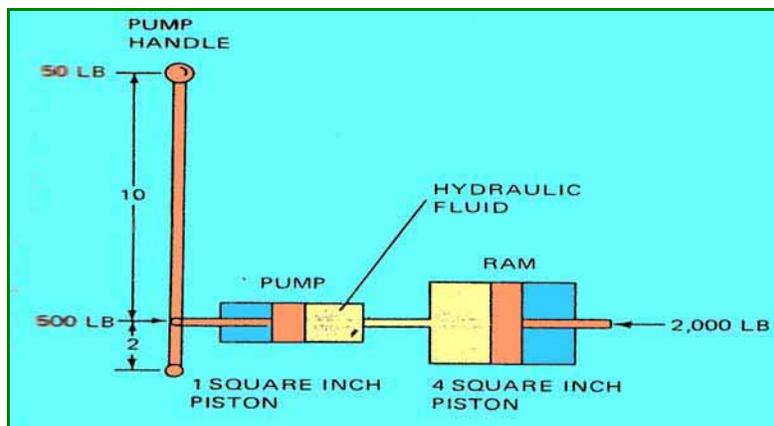


Gambar 6.31. Alat bantu rantai untuk pull *ram*

### 6.7. *Body-Frame Straighteners* (Pelurus Rangka dan Bodi Kendaraan)

Pekerjaan yang banyak dikerjakan pada perbaikan bodi kendaraan adalah menarik atau menekan pada permukaan bodi yang penyok atau rangka yang bengkok menjadi lurus kembali. Oleh karena itu, kita harus terbiasa menggunakan berbagai macam peralatan mekanik, pneumatik ataupun hidrolik dalam memperbaiki bodi kendaraan. Namun, kebanyakan peralatan *body-frame straighteners* banyak yang menggunakan hidrolik, karena memiliki daya yang besar.

Setiap kerusakan yang terjadi pada bodi kendaraan memiliki bentuk dan kasus yang selalu berbeda-beda. Tidak ada dalam sejarah, terjadinya tabrakan suatu kendaraan yang sama persis, sehingga pasti akan menyebabkan kerusakan yang tidak sama juga. Oleh karena itu pemilihan peralatan *body-frame straighteners* yang digunakan juga harus tepat sesuai dengan kerusakan yang terjadi.

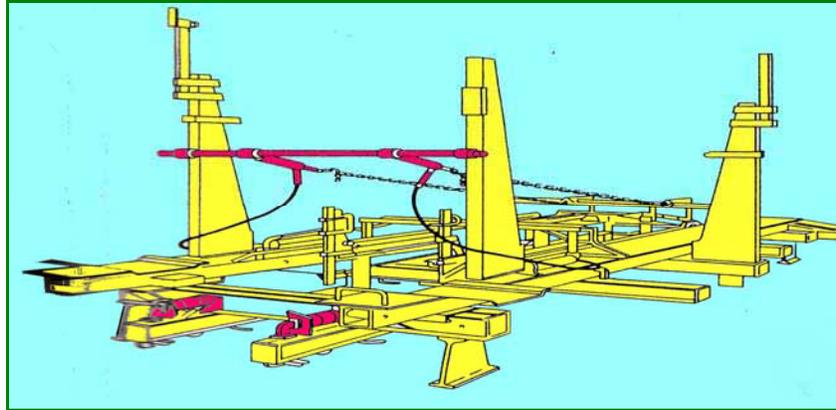


Gambar 6.32. Konsep hidrolik pada *body-frame straighteners*

Biasanya pekerjaan perbaikan bodi kendaraan diawali dengan menganalisis proses terjadinya kerusakan bodi kendaraan. Untuk memperjelas, biasanya pada bodi kendaraan yang mengalami kerusakan, diberi gambar gaya atau arah dimana terjadinya tumbukan yang menyebabkan kerusakan, kemudian arah penyebaran tumbukan, serta cara yang digunakan untuk mengembalikan kerusakan tersebut. Kemudian kita menentukan alat yang akan digunakan. Bodi kendaraan tidak bisa kembali seperti semula hanya dengan menggunakan peralatan *body-frame straighteners* saja, namun dalam proses pengerjaannya, ketika proses menarik bodi kendaraan berlangsung, teknisi juga

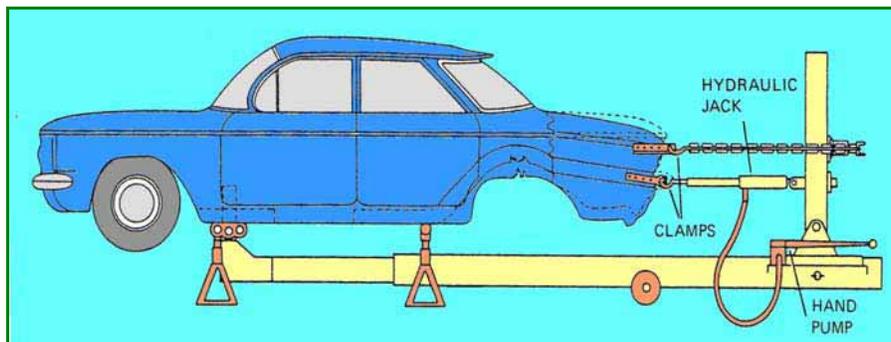


2. *stationary body-frame straighteners* (peralatan ini tidak dapat dipindah-pindah, bersifat tetap).



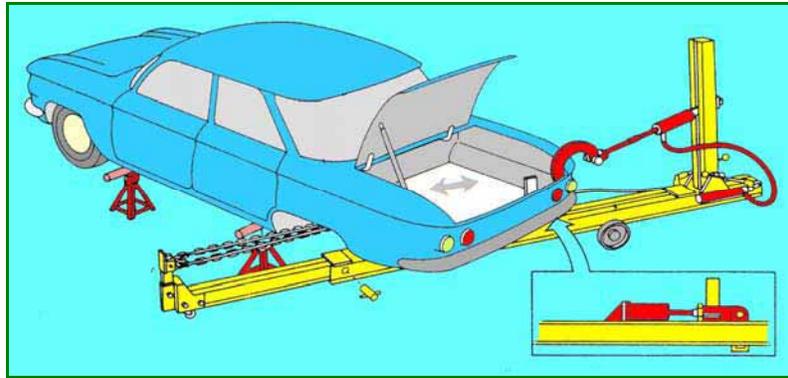
Gambar 6.35. *Stationey body-frame straighteners*

Berikut ini contoh peralatan *portable body-frame straighteners* yang digunakan untuk menarik bodi kendaraan yang mengalami tabrakan pada bagian belakangnya. *Body-frame straighteners* jenis ini bisa dipindah-pindah, dengan panjang landasan bisa diatur sesuai dengan panjang kendaraan atau keperluan perbaikan yang akan dilakukan. Ketika sedang digunakan, alat ini dikaitkan ke lantai dengan peralatan tambahan yaitu *anchor pots* (jangkar pengait) yang telah ditanam dilantai.

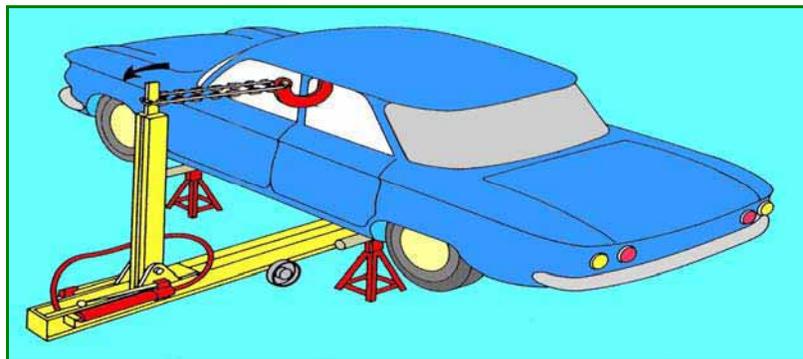


Gambar 6.36. Menarik bodi belakang dengan dengan *hydraulic jack*

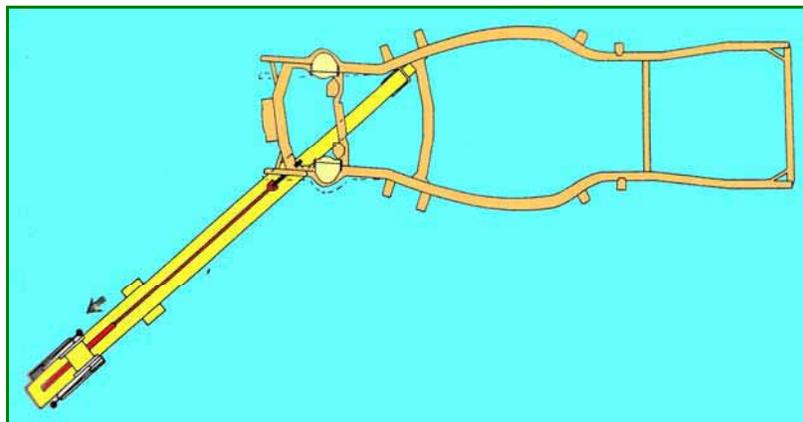
## Teknik Bodi Otomotif



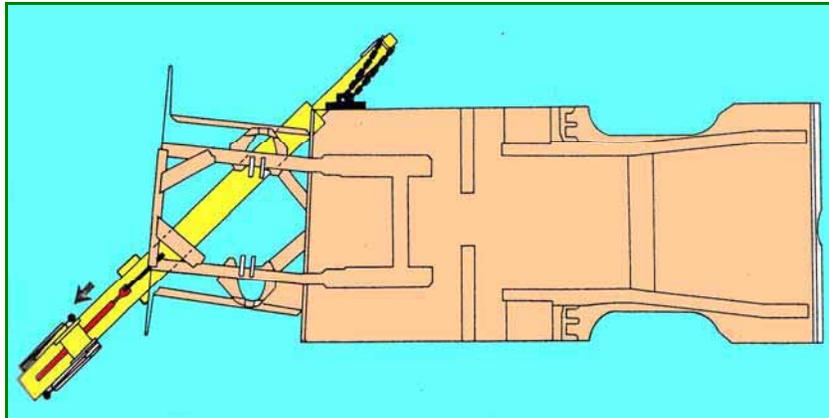
Gambar 6.37. Menarik pojok *deck lid* dengan dengan *hydraulic jack*



Gambar 6.38. Menarik atap kendaraan dengan dengan *hydraulic jack*



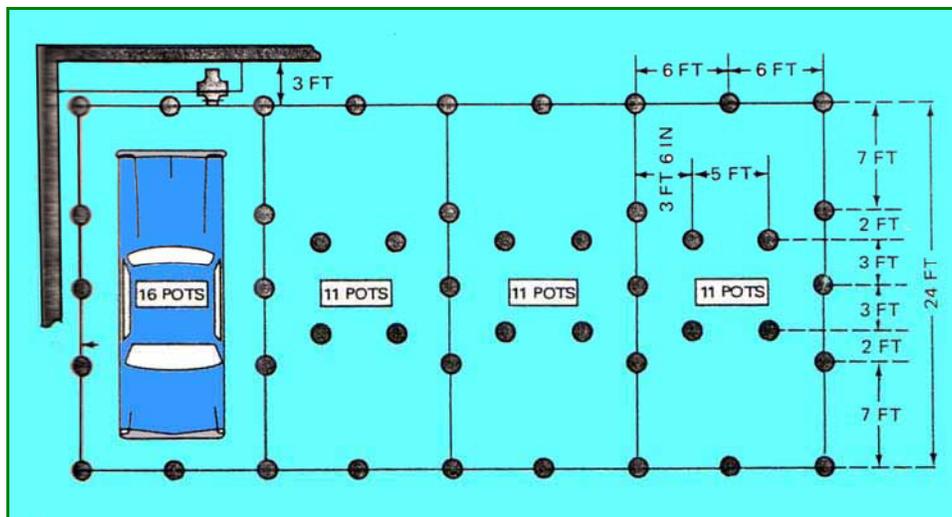
Gambar 6.39. Meluruskan rangka bodi komposit dengan dengan *hydraulic jack*



Gambar 6.40. Meluruskan rangka bodi *monocoq* dengan dengan *hydraulic jack*

**6.8. Anchor Pots**

Bengkel yang didesain khusus untuk perbaikan bodi, biasanya telah memasang *anchor pots* yang ada dilantai bengkel. *Anchor Pots* digunakan untuk mengaitkan rantai yang digunakan untuk menahan peralatan *portable body-frame straighteners*, sehingga ketika sedang digunakan, peralatan *portable body-frame straighteners* akan tetap pada posisinya dan tidak berpindah tempat.



Gambar 6.41. Posisi *anchor pots* pada lantai kendaraan

## Teknik Bodi Otomotif

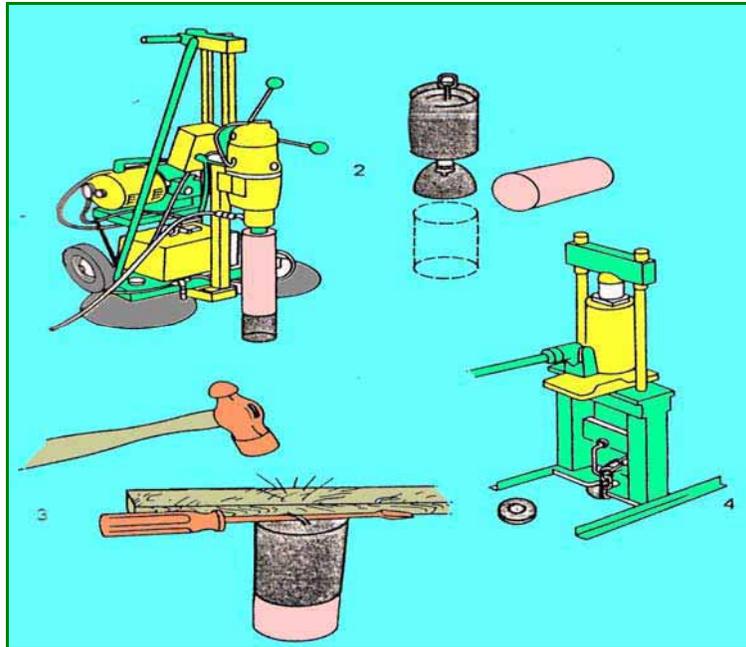


Gambar 6.42. *Anchor pots* , rantai dan penutupnya

*Anchor pot* yang ditanam dilantai bengkel tersebut terdiri dari silinder plat besi yang dilengkapi dengan rantai pengait yang dilengkapi dengan tutup (ketika sedang tidak digunakan). Pada bagian bawah dari silinder *anchor pot* terdapat coakan yang akan semakin membuka ketika rantai ditarik, dan semakin mengikat lantai dengan kuat.

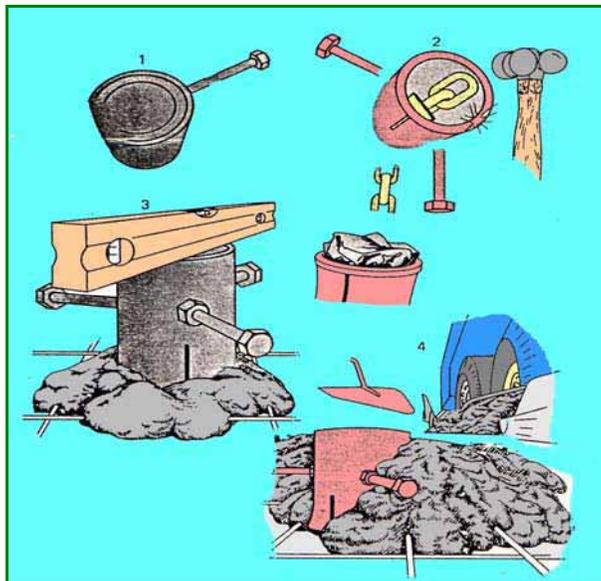
Apabila pemasangan *anchor pots* dilakukan pada lantai yang sudah jadi (lantai lama), maka dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- perlu membuat lubang pada lantai dengan cara mengebornya terlebih dahulu, sama dengan diameter dari *anchor pots*,
- kemudian *anchor pots* dimasukkan dengan paksa.
- Setelah itu *anchor pots* ditarik dengan peralatan hidrolik, maka *anchor pots* akan mengunci.
- Semakin besar tarikan yang diberikan, maka bagian bawah dari *anchor pots* akan semakin kuat mencekeram.



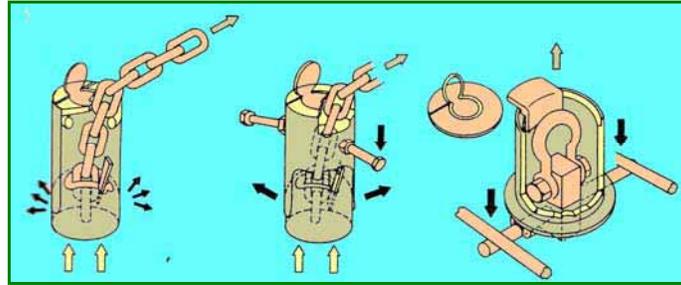
Gambar 6.43. Pemasangan *anchor pots* pada lantai 'lama'

Sedangkan untuk pemasangan *anchor pots* dari awal pembangunan lantai bengkel, maka dapat dilakukan dengan membuat pengait, misalnya baut pada dinding *anchor pots* yang akan ditanam pada lantai beton tersebut.



Gambar 6.44. Pemasangan *anchor pots* pada lantai 'baru'

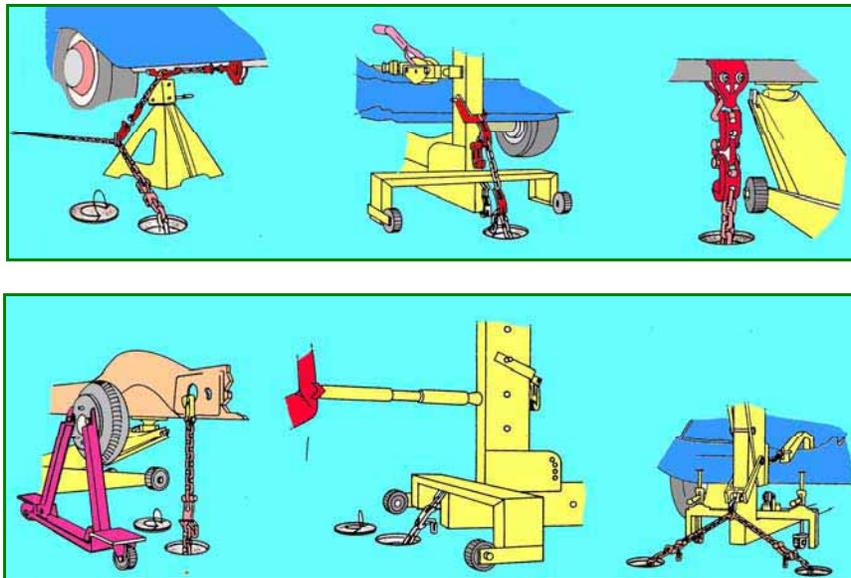
## Teknik Bodi Otomotif



Gambar 6.45. Arah tarikan dan arah kunci dari *anchor pin*

Gambar di atas menunjukkan arah ikatan *anchor pot* yang ada dilantai. Rantai yang terdapat pada *anchor pot* digunakan untuk mengaitkan peralatan perbaikan bodi yang digunakan.

Berikut ini beberapa cara penggunaan dari *anchor pots* .

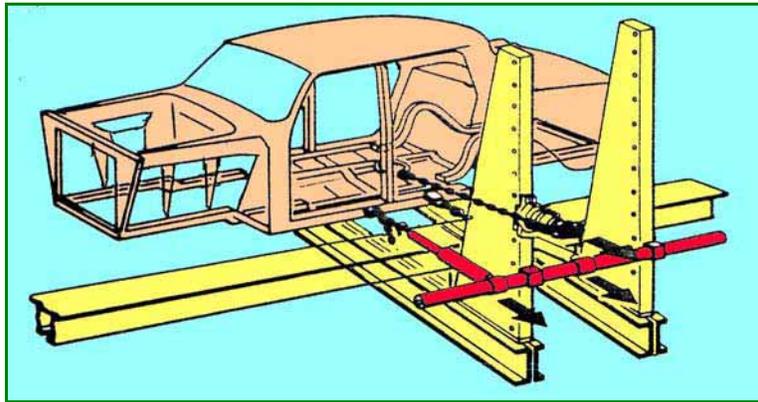


Gambar 6.46. Contoh penggunaan *anchor pots*

Pada jenis *stationary body-frame straighteners*, peralatan ini tidak bisa dipindah-pindah. Ada dua jenis *stationary body-frame straighteners*

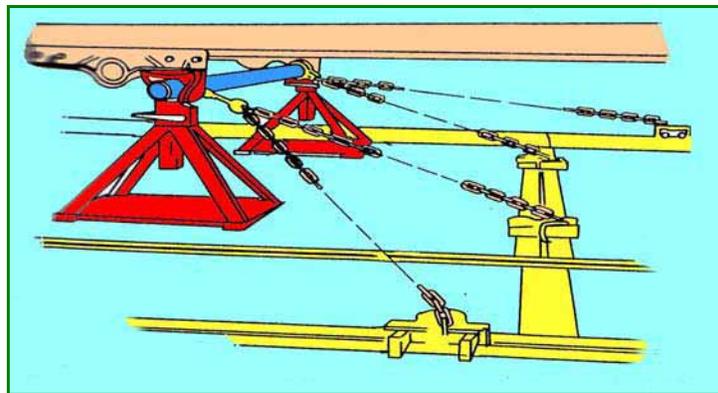
yang digunakan, yaitu peralatan tetap (tidak bisa dipindah) berada diatas lantai dan satunya adalah peralatan yang ditanam pada lantai.

Jenis yang pertama, rangkaian besi untuk menahan alat-alat yang digunakan untuk menarik, menjepit atau menekan bodi kendaraan terlihat dari luar.



Gambar 6.47. *Stasionary body-frame straighteners tipe 1*

Sedangkan pada jenis yang kedua, rangkaian pelurus bodi ini tidak tampak dari luar (rata dengan lantai bengkel). Ketika tidak digunakan, maka alur yang ada pada *stasionary body-frame straighteners* ini ditutup dengan menggunakan penutup plastik khusus yang elastis. Penutup ini akan menjaga alur tetap bersih dan menghindari benda yang jatuh dan masuk dalam rel.



Gambar 6.48. *Stasionary body-frame straighteners tipe 2*

## Teknik Bodi Otomotif

### 6.9. Keselamatan Kerja dengan Peralatan Hidrolik

Sebagian besar peralatan hidrolik yang digunakan untuk memperbaiki bodi kendaraan yang rusak, memanfaatkan prinsip tarikan. Ketika peralatan hidrolik sedang digunakan untuk menarik bodi kendaraan (biasanya menggunakan rantai tambahan), rantai akan menegang dengan kekuatan lebih dari 2 ton. Apabila klem tidak terpasang dengan benar, pengait lepas dari dudukannya, rantai yang putus, atau bodi/rangka kendaraan yang putus, maka dapat membahayakan teknisi yang sedang melaksanakan perbaikan. Oleh karena itu, bekerja dengan menggunakan peralatan hidrolik perlu diperhatikan hal-hal sebagai berikut:

- a. jika menggunakan klem, pastikan klem dapat mencengkeram kuat pada bodi kendaraan yang tepat
- b. pastikan bahwa gerigi dari klem bersih, sehingga dapat mencengkeram kuat. Bila perlu bersihkan dengan sikat baja.
- c. periksa rantai dari kemungkinan cacat sebelum digunakan.
- d. jika bodi atau rangka yang akan ditarik tersebut sudah keropos, hati-hati menarik pada bagian ini. Lakukan pengelasan tambahan (misalnya dengan plat) terlebih dahulu.
- e. apabila perbaikan kendaraan menggunakan alat-alat penyangga, pastikan kendaraan diikat dengan kuat, sehingga tidak menyebabkan kendaraan terguling.
- f. untuk melakukan penarikan pada bagian bodi/rangka yang kuat, gunakan dua rantai sekaligus
- g. bila perlu, rantai dan klep dibungkus dengan pembungkus yang kuat sehingga bila putus maka tidak menyebabkan kecelakaan kerja
- h. janganlah berdiri searah dengan rantai yang digunakan untuk menarik bodi/rangka kendaraan.

Pertanyaan:

1. Sebutkan macam dari alat-alat pengangkat, dan berikan penjelasan!
2. Apakah yang dimaksud dengan *pump hydraulic power jack*, *pull ram*, *push ram* dan *attachment*?
3. Bagaimanakah cara memasang *anchor pots* sebagai alat bantu memperbaiki bodi kendaraan?



## Daftar Pustaka

- A. Robinson. (1973). ***The Repair of Vehicle Bodies***. London: Heinemann Educational Books Ltd
- A.G. Deroche and Hildebrand. (tth). ***The Principle of Auto Body Repairing and Repainting***. New Jersey: Prentice-Hall Inc
- Alexandrou, Andreas. (2001). ***Principles of Fluid Mechanics***. New Jersey: Prentice Hall, Inc.
- Anderson, John D., Jr. (1986). ***Fundamentals of Aerodynamics***. New York:McGraw Hill.
- Anglin, Donald L. (1980). ***Automobiles Bodies Maintenance and Repair***. USA: Mc Graw-Hill
- Anonim. (1988). ***Welding of Stainless Steels and Other Joining Methods : A Designer Handbook Series No. 9 002***. USA : The Nickel Development Institute.
- Crouse, William Harry. (1980). ***Automotive Body Repair and Refinishing***. USA: Mc Graw-Hill
- Eka Yogaswara dan H. Rikam. (2006). ***Menggunakan Perkakas Tangan Bertenaga/ Operasi Digenggam***. Bandung: Armico
- <http://www.stanford.edu/group/prl/documents/html/OAweld.htm> download 29 Oktober 2007
- <http://en.wikipedia.org/wiki/Sandpaper.htm>
- <http://news.thomasnet.com/news/1184/20>
- [http://uniweld.com/catalog/oxycetylene/patriot/welding\\_brazing/k23c-t.htm](http://uniweld.com/catalog/oxycetylene/patriot/welding_brazing/k23c-t.htm)
- <http://www.europa-lehrmittel.de/4dcgi/page?responsePage>
- <http://www.abrasivematerials.saint-gobain.com/Data/Element/Node/Market/>
- <http://www.abrasiveproducts.com.au/>
- <http://www.achprivets.com/solid-rivets>
- <http://www.advantagefabricatedmetals.com/welding.html>
- [http://www.alcoa.com/fastening\\_systems/aerospace/en/home.asp](http://www.alcoa.com/fastening_systems/aerospace/en/home.asp)
- [http://www.americanbeautytools.com/soldering\\_tool](http://www.americanbeautytools.com/soldering_tool)
- [http://www.autobodyonline.com/products/product\\_guide.cfm](http://www.autobodyonline.com/products/product_guide.cfm)

<http://www.cfi1.com/anchor-bolts.htm> download 22 Oktober 2007

[http://www.donmet.com.ua/eng/cutting\\_2.php](http://www.donmet.com.ua/eng/cutting_2.php)

<http://www.emhart.com/products/pop.asp>

<http://www.engineershandbook.com/MfgMethods/fastening&joining.htm>  
download 22 Oktober 2007

[http://www.esabna.com/EUWeb/MIG\\_handbook/592mig1\\_1.htm](http://www.esabna.com/EUWeb/MIG_handbook/592mig1_1.htm)

<http://www.gison.com.tw/product/waterfed-tools.htm>

<http://www.hand-tools-manufacturers.com/engineering-tools.html>

<http://www.huck.com/marsoncorp/Types.htm> (blind rivets)

[http://www.inductionatmospheres.com/brazing\\_overview.html](http://www.inductionatmospheres.com/brazing_overview.html) download  
22 Oktober 2007

<http://www.justoffbase.co.uk/Tool-Shop/Oxy-Acetylene-Welding-Cutting> 6  
November 2007

<http://www.key-to-metals.com/Article136.htm> download 22 Oktober 2007

[http://www.lucasmilhaupt.com/htmldocs/brazing\\_support/everything\\_about\\_brazing/what\\_brazing\\_about.html](http://www.lucasmilhaupt.com/htmldocs/brazing_support/everything_about_brazing/what_brazing_about.html) download 22 Oktober 2007

[http://www.lucasmilhaupt.com/htmldocs/brazing\\_support/everything\\_about\\_brazing/when\\_think\\_braze.html](http://www.lucasmilhaupt.com/htmldocs/brazing_support/everything_about_brazing/when_think_braze.html) download 22 Oktober 2007

[http://www.lucasmilhaupt.com/htmldocs/brazing\\_support/everything\\_about\\_brazing/principles\\_joint\\_design.html](http://www.lucasmilhaupt.com/htmldocs/brazing_support/everything_about_brazing/principles_joint_design.html) download 22 Oktober 2007

[http://www.lucasmilhaupt.com/htmldocs/brazing\\_support/everything\\_about\\_brazing/6\\_basic\\_steps\\_braze.html](http://www.lucasmilhaupt.com/htmldocs/brazing_support/everything_about_brazing/6_basic_steps_braze.html) download 22 Oktober 2007

[http://www.lucasmilhaupt.com/htmldocs/brazing\\_support/everything\\_about\\_brazing/materials\\_comp\\_chart.html](http://www.lucasmilhaupt.com/htmldocs/brazing_support/everything_about_brazing/materials_comp_chart.html) download 22 Oktober 2007

[http://www.lucasmilhaupt.com/htmldocs/brazing\\_support/everything\\_about\\_brazing/handy\\_flux\\_temp\\_chart.html](http://www.lucasmilhaupt.com/htmldocs/brazing_support/everything_about_brazing/handy_flux_temp_chart.html) download 22 Oktober 2007

[http://www.lucasmilhaupt.com/htmldocs/brazing\\_support/everything\\_about\\_brazing/6\\_safety\\_braze\\_tips.html](http://www.lucasmilhaupt.com/htmldocs/brazing_support/everything_about_brazing/6_safety_braze_tips.html) download 22 Oktober 2007

[http://www.lucasmilhaupt.com/htmldocs/brazing\\_support/everything\\_about\\_brazing/pickling\\_solutions\\_chart.html](http://www.lucasmilhaupt.com/htmldocs/brazing_support/everything_about_brazing/pickling_solutions_chart.html) download 22 Oktober 2007

<http://www.millerwelds.com/education/articles/article105.html>

<http://www.millerwelds.com/education/dictionary.html>

<http://www.millerwelds.com/resources/improving-your-skills/stick/>

[http://www.norstate.com/arc\\_fund.html](http://www.norstate.com/arc_fund.html) download 28 September 2007

<http://www.norstate.com/proguide.html>

[http://www.otua.org/publication\\_case-study-welding-method.htm](http://www.otua.org/publication_case-study-welding-method.htm)

[http://www.otua.org/publication\\_case-study-welding-processes.htm](http://www.otua.org/publication_case-study-welding-processes.htm)

download 22 Oktober 2007

<http://www.weldingengineer.com/>

Hucho, Wolf-Heinrich. (1987). ***Aerodynamics of Road Vehicles***. 1st ed.  
London: Butterworths.

I Nyoman Sutantra. (2001). ***Teknologi Otomotif: Teori dan Aplikasinya***.  
Surabaya: Guna Widya

Sutantra, I Nyoman. (2001). ***Teknologi Otomotif***. Surabaya: Penerbit Guna  
Widya.

Team Toyota. (1995). ***NEW STEP 1: Training Manual***. Jakarta: Toyota  
Astra Motor PT

Team Toyota. (1995). ***Pedoman Pengecatan: Training Manual***. Jakarta:  
Toyota Astra Motor PT

Team Toyota. (1995). ***TOYOTA STEP 2: Materi Pelajaran Chassis Group***.  
Jakarta: Toyota Astra Motor PT

Wong, Jo Yung. (1978). ***Theory of Ground Vehicles***. New York: John Wiley  
& Sons, Inc.



## Glossarium

- abrasive* – bahan yang digunakan untuk memotong, menggrenda atau memoles logam
- acetone* – (aseton) cairan yang berwarna bening untuk mencairkan resin yang akan dibuat menjadi komponen fiberglass.
- acrylic* – bahan kimia jernih yang digunakan pada cat semprot dan memberi pengaruh mengkilap
- adhesive* – bahan perekat (lem)
- aki* – sumber listrik yang digunakan pada kendaraan untuk berbagai sistem kerja, seperti sistem pengapian, kelistrikan bodi, asesoris dan lainnya.
- arm rest* – komponen bodi otomotif sebagai penyangga (sandaran) lengan pada kendaraan, misalnya sandaran tangan pada kursi, juga pada door trim.
- attachment* – perangkat atau peralatan tambahan untuk mempermudah pekerjaan perbaikan kendaraan
- auto stop* – komponen yang berfungsi untuk menghentikan sistem kerja pada kendaraan pada kondisi tertentu.
- axle* – batang yang digunakan sebagai poros pada roda-roda kendaraan
- belt* – sabuk
- bracket* – konstruksi rangka yang digunakan untuk memasang komponen lainnya.
- bumper arm* – komponen penyangga bumper pada mobil (lengan) yang menghubungkan bumper kendaraan dengan rangka-chassis
- bumper sub* – sambungan bumper kendaraan, biasanya di bagian samping.
- center pillar* – bagian bodi kendaraan untuk menopang atap kendaraan, di sedan, digunakan untuk memisahkan pintu depan dan pintu belakang
- chassis* – rangka kendaraan yang digunakan sebagai menempelkan komponen yang lain.
- clip* – komponen pengunci untuk menempelkan komponen yang satu ke komponen yang lain, misal trim ke bodi kendaraan
- cobalt* - Cairan kimia berwarna kebiru-biruan sebagai bahan aktif pencampur katalis agar cepat kering, terutama apabila kualitas katalisnya kurang baik dan terlalu encer

*coil* – lilitan atau kumparan dari kabel seperti pada koil pengapian atau transformator.

*cold soldering* – menyatukan beberapa komponen dengan cara menempelkannya dengan timah.

*column switch* – panel yang berisi saklar-saklar pada kemudi digunakan untuk mengoperasikan berbagai sistem oleh pengemudi.

*composite* – konstruksi rangka kendaraan dimana antara bodi kendaraan dan rangkanya terpisah dan banyak digunakan pada kendaraan lama dan pangangkut beban seperti bus dan truck.

*constant voltage relay* – komponen yang mengatur pembatasan tegangan untuk keamanan dari sirkuit kelistrikan.

*crane* – alat yang digunakan untuk memindahkan komponen yang berat, biasanya menggunakan konsep hidrolis/dongkrak.

*crank arm* – komponen sistem kemudi sebagai lengan yang menempelkan batang-batang kemudi dengan rangka kendaraan.

*cutter* – alat pemotong

*dash panel* – bagian bodi kendaraan bagian depan kendaraan yang memisahkan ruang mesin dengan ruang penumpang

*deck lid* – komponen bodi kendaraan sebagai tempat mengangkut barang (bagasi) di bagian belakang kendaraan.

*distorsi* – perubahan yang terjadi karena adanya pengaruh lain atau karena adanya perlakuan.

*dolly* – peralatan terbuat dari logam dengan bentuk dan ukuran bervariasi digunakan untuk melakukan perbaikan bodi kendaraan, seperti fender dan bodi lainnya

*door regulator handle* – alat untuk memutar kaca pintu pada kendaraan.

*door trim* – penutup pintu bagian dalam dari sebuah kendaraan, sekaligus sebagai pemanis atau hiasan dan difungsikan untuk menempelkan komponen-komponen lainnya.

*epoxy* – bahan untuk meratakan permukaan dari logam yang berbahan dasar plastik

*ergonomi* – suatu ilmu yang mempelajari kesesuaian antara alat bantu manusia dengan struktur tubuh manusia sehingga nyaman digunakan dan mengurangi kelelahan.

*erosil* – bahan seperti bedak putih, sebagai perekat mat agar fiberglass menjadi kuat dan tidak mudah patah/pecah

*evaporator* – pengubah panas dalam sistem AC yaitu merubah dari cair ke gas dan menyerap panas dari lingkungan sekitar

*fading* – perubahan warna dari aslinya sebagai akibat dari cuaca

*fiberglass* – bahan yang dibuat dari gabungan beberapa zat kimia (bahan komposit) yang akan mengeras setelah waktu tertentu.

*frame* – struktur dari bodi kendaraan yang terbuat dari logam sebagai dudukan dari mesin, roda-roda, dan kabin

*fuel gauge* – alat (sensor) yang digunakan untuk mengukur jumlah bensin di dalam tanki

*fuse* – komponen yang didesain (dibuat) untuk membuka sirkuit kelistrikan ketika terjadi hubungan singkat untuk mencegah kebakaran

*fusible link* – komponen kelistrikan yang terdiri dari kabel yang mudah putus ketika dilalui oleh arus yang besar, berfungsi untuk keamanan apabila terjadi hubung singkat.

*grease* – bahan padat yang digunakan untuk memberikan pelumasan pada komponen-komponen kendaraan yang bergerak.

*halogen* – salah satu jenis lampu depan kendaraan yang memiliki sinar lebih terang dari pada lampu biasa.

*handle* – merupakan alat pemegang, bisa berfungsi untuk memegang alat-alat tangan atau komponen kendaraan yang berfungsi untuk membuka pintu kendaraan.

*hard soldering* – menyatukan beberapa komponen dengan cara memberikan perlakuan panas, sehingga kedua bahan mencair bersama untuk membuat ikatan., misal las

*hardwood* – merupakan komponen kendaraan yang terbuat dari bahan adonan kayu yang dipress sehingga menjadi keras.

*head lights* – lampu-lampu pada bagian kendaraan untuk memberikan sinar yang cerah di depan kendaraan

*headlining* – bagian kendaraan yang berfungsi sebagai hiasan atap kendaraan bagian dalam atau plafon kendaraan.

*hood* – bagian dari bodi kendaraan yang dipasang di atas mesin sekaligus melindungi mesin

*hydraulics* – penggunaan zat cair bertekanan untuk memindahkan tenaga atau menaikkan tenaga

*infra lamp* – lampu infra untuk membantu proses pencampuran warna cat.

*inside door handle* – pegangan pintu bagian dalam dari kendaraan, juga berfungsi untuk membuka pintu dari arah dalam.

*integral* – konstruksi yang menyatu

*jackstand* – alat yang digunakan untuk menyangga kendaraan saat melakukan perbaikan dan dapat distel ketinggiannya.

*junction block* – komponen dari sirkuit kelistrikan yang berisi sambungan dari kabel baterai ke sistem-sistem lainnya.

*katalis* - cairan jernih dengan bau menyengat berfungsi sebagai pengering agar resin lebih cepat mengeras.

*knuckle arm* – komponen sistem kemudi yang berfungsi sebagai engsel yang menopang roda-roda depan agar tetap bisa dibelokkan.

*laminated* – bahan yang terbuat dari lembaran tipis

*lid hange* – gantungan dari lid (kap)

*masking* – bahan yang digunakan untuk menutup bodi kendaraan, biasanya melindungi bodi kendaraan yang tidak akan dicat.

*mat* - anyaman mirip kain (model anyaman halus/ kasar/ atau besar dan jarang-jarang berfungsi sebagai pelapis campuran/adonan dasar fiberglass, sehingga sewaktu unsur kimia tersebut bersenyawa dan mengeras.

*metallurgi* – ilmu yang mempelajari tentang logam atau metal

*mirror* – kaca spion untuk bodi kendaraan atau cairan kimia kebiruan menyerupai spiritus untuk melapis antara master mal/cetakan dengan bahan fiberglass agar tidak lengket dicetakannya.

*monocoq* – konstruksi rangka kendaraan dimana antara bodi kendaraan dan rangkanya menyatu dan banyak digunakan pada kendaraan sedan.

*moulding* – komponen bodi kendaraan sebagai pelindung bodi kendaraan, misal moulding pada pintu, melindungi pintu dari goresan ketika dibuka.

*mounting bolt* – baut dudukan mesin

*packing* – bahan yang digunakan untuk menempelkan komponen yang satu dengan lainnya terbuat dari kertas atau kertas khusus.

*pigment* – zat yang digunakan untuk memberikan warna pada bahan lain, seperti cat atau fiberglass.

*polisher* – alat yang digunakan untuk memoles bodi kendaraan yang digerakkan oleh motor listrik

*polyurethene* – bahan membuat busa pada kursi kendaraan.

*porous* – proses pengeroposan dari plat bodi kendaraan.

*power steering* – sistem pegemudian yang menggunakan tekanan hidrolis untuk meringankan kerja pengemudi ketika akan membelok

*putty* – bahan tipis yang digunakan untuk mengisi permukaan yang tidak rata pada bodi kendaraan (dempul)

*ram* – silinder yang berisi piston yang digerakkan menggunakan tekanan oli/ hidrolis yang digunakan untuk memperbaiki rangka dan bodi kendaraan

*refrigerant* – cairan yang digunakan untuk menyerap panas pada sistem AC

*regulator* – pengatur

*relay* – komponen kelistrikan untuk memperpendek sirkuit kelistrikan dan memperkuat arus yang mengalir

*relay block* – kumpulan relay

*relay rod* – batang penyambung

*repainting* – pengecatan ulang

*reserve masking* – melaksanakan penutupan pada bagian bodi kendaraan untuk pengecatan dengan jalan melipat masking kearah dalam untuk menghindari membentuknya batas cat lama dengan cat baru.

*resin* - bahan berbentuk cairan kental seperti lem, berkelir hitam atau bening yang berfungsi untuk mengencerkan semua bahan – bahan untuk membuat fiberglass

*retainer* – alat yang digunakan untuk menahan komponen lain, seperti kap mesin.

*roof* – atap kendaraan

*rotary vane* – jenis dari pompa yang memanfaatkan sirip-sirip (sudu), dan karena putaran menimbulkan gaya sentrifugal.

*safety glass* – kaca yang didesain untuk kendaraan yang memiliki sifat tidak membahayakan penumpang bila terjadi kecelakaan.

*sander* – mesin pengamplas yang digerakkan oleh listrik atau udara dengan gerakan lurus atau melingkar

*sealed beam* – lampu kendaraan yang terbungkus kaca tetap sehingga kalau bolamnya putus harus diganti sekalian rumahnya.

*sealer* – bahan kendaraan sebagai perekat komponen baik berbentuk cair ataupun padat.

*shaft* – poros

*shielded metal arc welding/smaw* – cara pengelasan busur nyala listrik dengan elektrode terbungkus..

*shim* – lembaran tipis yang digunakan untuk memberikan ketebalan tertentu.

*soldering* – proses menempelkan beberapa komponen dengan cara memanaskannya

*solvent* – bahan kimia cair yang digunakan untuk mengencerkan cat

*spot repainting* – pengecatan sebagian pada bodi kendaraan yang cacat atau rusak, dan harus sama dengan warna secara keseluruhan.

*spray booth* – ruangan yang digunakan untuk melakukan pengecatan dilengkapi dengan cahaya dan ventilasi yang cukup

*steering gear* – roda-roda gigi yang terdapat pada rumah roda kemudi.

*steering linkage* – sambungan-sambungan dari sistem kemudi.

*steering main shaft* – batang utama kemudi.

*steering shaft center* – pusat batang kemudi kendaraan

*steering wheel* – roda kemudi untuk membelokkan kendaraan.

*stream lining* – permukaan bodi kendaraan yang dapat meminimalkan hambatan sehingga mengurangi beban kendaraan

*tack weld* – melakukan pengelasan awal dengan jalan membuat las titik pada dua plat atau logam.

*tensile strength* – kekuatan tarik

*thermistor* – komponen yang berfungsi sebagai sensor dari sistem tertentu yang memiliki tahanan yang berubah-ubah tergantung panas.

*tie rod* – komponen sistem kemudi paling luar yang dekat dengan roda dan dapat distel untuk menentukan besarnya toe in/out.

*tie root* – batang yang menghubungkan pitman arm dan knuckle arm atau komponen yang menghubungkan roda depan kendaraan dengan mekanisme kemudi

*tilt handle* – pengatur ketinggian batang kemudi kendaraan.

*track* – penjejakan roda kendaraan

*tubeless tire* – roda kendaraan yang tidak memerlukan ban dalam.

*vacuum* – tekanan negatif di bawah tekanan udara atmosfer

*vinil* – bahan yang terbuat dari kain untuk interior kendaraan.

*washer* – alat yang digunakan untuk memompa air untuk membersihkan kaca ketika wiper dihidupkan.

*welding – proses menyambung beberapa logam dengan jalan menyatukannya dengan panas*

*winshield – kaca depan kendaraan*

*wiper – alat yang digunakan untuk membersihkan kaca kendaraan.*

*wiring harness – kumpulan dari kabel-kabel dalam kendaraan yang disatukan untuk mempermudah perawatan dan perbaikan serta terlihat rapi.*

## Daftar Gambar

Gambar 1.1. Konstruksi Bodi Otomotif .....	1
Gambar 1.2. Bentuk mobil modern.....	2
Gambar 1.3. Kendaraan berbahan plat .....	3
Gambar 1.4. Proses <i>assembly</i> (merakit) kendaraan .....	5
Gambar 1.5. Konstruksi <i>Composite body</i> .....	5
Gambar 1.6. Konstruksi Bodi Integral ( <i>monocoq</i> ) .....	6
Gambar 1.7. Konstruksi Rangka Bentuk H.....	7
Gambar 1.8. Konstruksi Rangka Perimeter.....	8
Gambar 1.9. Konstruksi Rangka Bentuk X .....	8
Gambar 1.10. Konstruksi Rangka Bentuk <i>Back Bone</i> .....	9
Gambar 1.11. Mendesain kendaraan <i>tempo</i> dulu .....	9
Gambar 1.12. Menggambar model mobil .....	10
Gambar 1.13. Desain komputer dan bentuk jadinya .....	10
Gambar 1.14. Prototipe mobil.....	11
Gambar 1.15. Menggambar desain eksterior .....	11
Gambar 1.16. Pembuatan model interior mobil.....	12
Gambar 1.17. Interior dan eksterior Kendaraan .....	12
Gambar 1.18. Skema mesin 4 dan 2 langkah .....	14
Gambar 1.19. Mesin mobil yang semakin kompak.....	16
Gambar 1.20. Penggunaan rivet dan nut .....	16
Gambar 1.21. Pengelasan <i>listrik</i> .....	17
Gambar 1.22. Pengelasan bodi mobil dengan robot.....	17
Gambar 1.23. Perbaikan bodi mobil .....	18
Gambar 1.24. Pengecatan bodi mobil .....	20
Gambar 1.25. Ruang pemanas .....	21
Gambar 1.26. Polishing menghilangkan goresan pada cat.....	21
Gambar 2.1. Bekerja harus memperhatikan K3 .....	22
Gambar 2.2. Kecelakaan mengakibatkan kecelakaan.....	24
Gambar 2.3. Pahami karakter pekerjaan anda.....	24
Gambar 2.4. Kecelakaan berakibat fatal.....	26
Gambar 2.5. Tempat kerja yang tidak layak.....	27
Gambar 2.6. Peralatan pemotong plat .....	28
Gambar 2.7. Utamakan keselamatan.....	29
Gambar 2.8. Hati-hati terhadap transportasi bergerak.....	29
Gambar 2.9. Pastikan rangkaian kelistrikan aman .....	31
Gambar 2.10. Unsur terjadinya pembakaran .....	32
Gambar 2.11. Jagalah bahan-bahan yang berbahaya .....	34
Gambar 2.12. Instalasi pemadam kebakaran.....	35
Gambar 2.13. Tabung pemadam dan tanda bahaya.....	36
Gambar 2.14. Tanda keluar ketika terjadi kebakaran.....	36
Gambar 2.15. Pendidikan bahaya kebakaran kepada anak.....	37
Gambar 2.16. Memadamkan kebakaran dengan APAR .....	37

Gambar 3.1 Pensil .....	41
Gambar 3.2 Rautan .....	41
Gambar 3.3 Penghapus .....	42
Gambar 3.4. Mistar segitiga .....	42
Gambar 3.5. Satu Set Jangka .....	43
Gambar 3.6. Jangka Utama .....	43
Gambar 3.7. Sablon Huruf.....	44
Gambar 3.8. Mal Garis .....	44
Gambar 3.9. Mesin Gambar .....	45
Gambar 3.10. Huruf Miring .....	46
Gambar 3.11. Huruf Tegak .....	46
Gambar 3.12. Etiket 1.....	48
Gambar 3.13. Etiket 2.....	48
Gambar 3.14. Pembagian Garis-Garis Gambar .....	49
Gambar 3.15. Proyeksi.....	50
Gambar 3.16. Proyeksi Amerika .....	50
Gambar 3.17. Hasil Proyeksi Amerika.....	51
Gambar 3.18. Proyeksi Eropa .....	51
Gambar 3.19. Hasil Proyeksi Eropa .....	52
Gambar 3.20. Penunjukan Ukuran .....	53
Gambar 3.21. Penunjukan Ukuran Mendatar .....	53
Gambar 3.22. Toleransi.....	54
Gambar 4.1. Penggaris Segitiga .....	58
Gambar 4.2. Penggaris dengan skala metrik dan inchi.....	58
Gambar 4.3. Cara Pengukuran .....	59
Gambar 4.4. Penggaris Siku dan penggunaannya.....	59
Gambar 4.5. <i>Straightedge</i> .....	60
Gambar 4.6. Meter Pita .....	60
Gambar 4.7. Busur Derajat .....	61
Gambar 4.8. <i>Screwpitch Gauge</i> dan penggunaannya .....	62
Gambar 4.9 Jangka sorong dan bagan-bagiannya .....	62
Gambar 4.10 Jangka Sorong <i>Dial</i> .....	63
Gambar 4.11 Jangka Sorong Digital .....	63
Gambar 4.12 Penggunaan jangka sorong.....	64
Gambar 4.13 Jangka sorong mengukur kedalaman .....	64
Gambar 4.14 Dial Indikator .....	65
Gambar 4.15 Penggunaan dial indikator .....	65
Gambar 4.16 Mengukur <i>backlash</i> dan kelurusan .....	65
Gambar 4.17. <i>Wheel Alignment</i> .....	66
Gambar 4.18. <i>Spooring unit</i> dan <i>turning table</i> .....	66
Gambar 4.19. <i>Tram Gauge</i> .....	67
Gambar 4.20. <i>Balancer</i> Roda dan tang pengungkit .....	68
Gambar 4.21. Pengukur Tekanan Ban .....	69
Gambar 4.22. <i>Tracking</i> .....	70
Gambar 5.1.Tool Set Box .....	71

Gambar 5.2. Variasi Obeng .....	72
Gambar 5.3. Bagian dari Obeng .....	72
Gambar 5.4. Bentuk Mata Obeng .....	73
Gambar 5.5. Penggunaan Ketok .....	74
Gambar 5.6. Jenis Kunci Ring dan Pas .....	74
Gambar 5.7. Pilih Kunci yang Pas .....	75
Gambar 5.8. Kunci Sock Set .....	76
Gambar 5.9. Jenis Mata Sock .....	76
Gambar 5.10. Kunci Sock.....	77
Gambar 5.11. Sliding handle .....	77
Gambar 5.12. Speed handle .....	77
Gambar 5.13. Penggunaan speed handle .....	78
Gambar 5.14. <i>Rachet handle</i> .....	78
Gambar 5.15. <i>Short extension</i> .....	78
Gambar 5.16. <i>Long extension</i> .....	79
Gambar 5.17. <i>Nut Spnner</i> .....	79
Gambar 5.18. <i>Universal Joint</i> .....	79
Gambar 5.19. Kunci Heksagonal (kunci L) & kunci bintang .....	80
Gambar 5.20. Kunci Inggris .....	81
Gambar 5.21. Kunci Inggris .....	81
Gambar 5.22. Penggunaan Kunci Inggris yang Salah .....	81
Gambar 5.23. Kunci Pipa .....	82
Gambar 5.24. Penggunaan Kunci Pipa .....	82
Gambar 5.25. Kunci Momen Mikrometer .....	83
Gambar 5.26. Kunci Momen Jarum .....	83
Gambar 5.27. Kunci Momen Dial .....	84
Gambar 5.28. Penggunaan Kunci Momen .....	84
Gambar 5.29. Tang Kombinasi dan pemotong sisi .....	85
Gambar 5.30. Tang Lancip dan Rivet .....	85
Gambar 5.31. Tang Betet dan balancer .....	85
Gambar 5.32. Tang Baterai .....	85
Gambar 5.33. Gunting Lurus .....	86
Gambar 5.34. Gunting Kurva.....	86
Gambar 5.35. Gunting lengkung .....	86
Gambar 5.36. Palu kepala ball-pen .....	87
Gambar 5.37. Palu kepala cross pen .....	87
Gambar 5.38. Palu Cakar .....	87
Gambar 5.39. Palu Martil .....	88
Gambar 5.40. Palu Karet .....	88
Gambar 5.41. Palu Plastik .....	88
Gambar 5.42. Palu Kayu .....	88
Gambar 5.43. Shrinking hammer .....	89
Gambar 5.44. Pick hammer .....	89
Gambar 5.45. Standar bumping hammer .....	89
Gambar 5.46. Penggunaan Palu Khusus .....	90
Gambar 5.47. Berbagai macam dolly .....	90

Gambar 5.48. Contoh penggunaan palu dan dolly.....	91
Gambar 5.49. Metode perataan <i>on-dolly</i> .....	91
Gambar 5.50. Metode perataan <i>off-dolly</i> , .....	91
Gambar 5.51. Bentuk dan ukuran <i>body spoon</i> .....	92
Gambar 5.52. Penggunaan Body Spoon .....	92
Gambar 5.54. Senggang Gergaji .....	93
Gambar 5.55. Gergaji Mini .....	93
Gambar 5.56. Cara Menggunakan Gergaji yang benar .....	93
Gambar 5.57. Mata Kikir .....	94
Gambar 5.58. Gagang kikir .....	94
Gambar 5.59. Jenis Alur Kikir .....	94
Gambar 5.60. Jenis Kikir Bodi .....	95
Gambar 5.61. Pahat Set .....	96
Gambar 5.62. Jenis pahat .....	96
Gambar 5.63. Perbaikan pahat dengan gerinda .....	96
Gambar 5.64. Contoh penggunaan pahat .....	97
Gambar 5.65. Penitik .....	97
Gambar 5.66. Penggores biasa, ballpoint, dan perata .....	98
Gambar 5.67. Contoh Penggunaan Penggores .....	98
Gambar 5.68. Contoh Penggunaan Penggores perata .....	98
Gambar 5.69. Jangka .....	99
Gambar 5.70. Jangka penggores <i>out side</i> .....	99
Gambar 5.71. Jangka penggores <i>in side</i> .....	99
Gambar 5.72. Skrap .....	100
Gambar 5.73. Ragum meja .....	100
Gambar 5.74. Ragum portabel .....	101
Gambar 5.75. Pelapis penjepit ragum .....	101
Gambar 5.76. Ragum benda kerja yang akan di bor .....	101
Gambar 5.77. Sikat Kawat .....	102
Gambar 5.78. Sikat khusus untuk mesin .....	102
Gambar 5.79. Sikat kawat tembaga .....	103
Gambar 5.80. Kape dempul .....	103
Gambar 5.81. Tap dan ukurannya .....	104
Gambar 5.82. Tap ulir <i>whitwort</i> .....	104
Gambar 5.83. Tap ulir <i>metris</i> .....	105
Gambar 5.84. Gagang tap .....	105
Gambar 5.85. Gagang snei .....	106
Gambar 5.86. Snei ulir metris .....	106
Gambar 5.87. Snei ulir whitwort .....	106
Gambar 5.88. Snei ulir UNC .....	107
Gambar 5.89. <i>Bolt extractor</i> .....	107
Gambar 6.1. Kerusakan bodi ketika tabrakan .....	108
Gambar 6.2. Prinsip kerja hidrolik .....	109
Gambar 6.3. Penggunaan alat hidrolik.....	110
Gambar 6.4. Tekanan hidrolik .....	110
Gambar 6.5. <i>Single post car-lift</i> .....	111

Gambar 6.6. <i>Two post car-lift</i> .....	111
Gambar 6.7. <i>Four post car-lift</i> .....	112
Gambar 6.8. Dongkrak .....	113
Gambar 6.9. Dongkrak buaya .....	113
Gambar 6.10. <i>Portable crane</i> .....	114
Gambar 6.11. <i>Hydraulic power jack set</i> .....	115
Gambar 6.12. <i>Pump hydraulic power jack</i> .....	115
Gambar 6.13. Slang dan bagiannya .....	116
Gambar 6.14. <i>Ram</i> dan bagiannya .....	116
Gambar 6.15. <i>Push ram</i> dan <i>pull ram</i> .....	116
Gambar 6.16. <i>Ram</i> dan peralatan tambahan .....	117
Gambar 6.17. <i>Attachment</i> .....	117
Gambar 6.18. Penggunaan pengait pada rangka .....	118
Gambar 6.19. Menarik rangka dari lubang dipasang ulir.....	118
Gambar 6.20. Mencekam rangka pada anchor pot.....	118
Gambar 6.21. Menarik rangka menggunakan pengait L .....	118
Gambar 6.22. Arah menarik plat bodi.....	119
Gambar 6.23. Ditarik dan di pukul.....	119
Gambar 6.24. Mencekam bodi pada kedua sisi .....	119
Gambar 6.25. Penggunaan pengait untuk menarik bodi .....	119
Gambar 6.26. <i>Adaptor</i> .....	120
Gambar 6.27. <i>Push ram</i> .....	120
Gambar 6.28. <i>Ram</i> khusus berkekuatan besar.....	121
Gambar 6.29. Prinsip penarikan dengan <i>pull ram</i> .....	121
Gambar 6.30. <i>Pull ram</i> dan variasi peralatan tambahan .....	122
Gambar 6.31. Alat bantu rantai untuk <i>pull ram</i> .....	122
Gambar 6.32. Konsep hidrolis <i>body-frame traighteners</i> .....	123
Gambar 6.33. Menarik dengan klem .....	124
Gambar 6.34. <i>Portable body-frame straighttener</i> .....	124
Gambar 6.35. <i>Stationey body-frame straighteners</i> .....	125
Gambar 6.36. Menarik bodi dengan hydraulic jack .....	125
Gambar 6.37. Menarik <i>deck lid</i> dengan hydraulic jack .....	126
Gambar 6.38. Menarik atap dengan hydraulic jack .....	126
Gambar 6.39. Meluruskan rangka bodi komposit.....	126
Gambar 6.40. Meluruskan rangka bodi <i>monocoq</i> .....	127
Gambar 6.41. Posisi <i>anchor pots</i> pada lantai kendaraan .....	127
Gambar 6.42. <i>Anchor pots</i> , rantai dan penutupnya .....	128
Gambar 6.43. <i>Anchor pots</i> pada lantai 'lama' .....	129
Gambar 6.44. <i>Anchor pots</i> pada lantai 'baru'.....	129
Gambar 6.45. Arah mengunci anchor pots.....	130
Gambar 6.46. Contoh penggunaan <i>anchor pots</i> .....	130
Gambar 6.47. <i>Stasionary body-frame straighteners tipe 1</i> .....	131
Gambar 6.48. <i>Stasionary body-frame straighteners tipe 2</i> .....	131
Gambar 7.1. Pekerjaan Mengelas <i>Oxy-acetylene</i> .....	133
Gambar 7.2. Generator untuk Memproduksi Gas <i>Acetylene</i> .....	136
Gambar 7.3. Proses Nyala <i>Oxy-acetylene</i> .....	138

Gambar 7.4. Temperatur Nyala Api .....	138
Gambar 7.5. Bentuk Nyala Inti dan Karakteristiknya.....	139
Gambar 7.6. Api <i>Carburizing</i> .....	140
Gambar 7.7. Api <i>Oxidizing</i> .....	141
Gambar 7.8. Api Netral.....	141
Gambar 7.9. Ilustrasi pembuatan <i>Acetylene</i> .....	142
Gambar 7.10. Tabung <i>Acetylene</i> .....	143
Gambar 7.11. Penampang Tabung oksigen .....	144
Gambar 7.12. Katup Tabung Oksigen .....	145
Gambar 7.13. Penyimpanan <i>Acetylene</i> dan Oksigen.....	146
Gambar 7.14. Regulator <i>Acetylene</i> & Oksigen .....	147
Gambar 7.15. Membuang Kotoran Katup Tabung Oksigen .....	147
Gambar 7.16. Kunci Pembuka Katup Tabung.....	148
Gambar 7.17. Manometer .....	149
Gambar 7.18. Selang Las.....	149
Gambar 7.19. Konstruksi Selang Las.....	150
Gambar 7.20. Brander Las .....	151
Gambar 7.21. Penampang Brander Las.....	152
Gambar 7.22. Pembersih Moncong Brander .....	153
Gambar 7.23. Kunci Air Generator <i>Acetylene</i> .....	154
Gambar 7.24. Skema Kerja Kunci Air.....	155
Gambar 7.25. Katup Pengaman Nyala Balik .....	156
Gambar 7.26. Instalasi Las <i>Oxy-acetylene</i> Portabel .....	157
Gambar 7.27. <i>Apron</i> dan Sarung Tangan Las .....	158
Gambar 7.28. Kacamata Las <i>Oxy-acetylene</i> .....	158
Gambar 7.29. Korek Api Las .....	159
Gambar 7.30. Alat Pembersih Ujung Moncong Brander .....	159
Gambar 7.31. Pembersihan Ujung Moncong Brander .....	160
Gambar 7.32. Kereta Dorong untuk Peralatan Las Portabel.....	160
Gambar 7.33. Pembersihan Terak .....	161
Gambar 7.34. Sikat Kawat.....	161
Gambar 7.35. Tang Penjepit .....	161
Gambar 7.36. Alat Penghisap Asap Pengelasan .....	162
Gambar 7.37. Posisi Pemeriksaan Kebocoran Instalasi Las.....	163
Gambar 7.38. Jarak Nyala Api dan Temperatur Las .....	165
Gambar 7.39. Teknik Ayunan <i>Nozzle</i> .....	167
Gambar 7.40. Mengelas Tanpa Bahan Tambah .....	168
Gambar 7.41. Mengelas Kampuh I Pada Posisi <i>Flat</i> .....	169
Gambar 7.42. Mengelas Kampuh V Posisi <i>Flat</i> .....	170
Gambar 7.43. Mengelas Sambungan Berimpit .....	170
Gambar 7.44. Mengelas Kampuh T Posisi <i>Flat</i> .....	171
Gambar 7.45. Mengelas Kampuh Sudut Luar Posisi <i>Flat</i> .....	172
Gambar 7.46. Mengelas Posisi Horisontal Arah Maju (Kiri) .....	173
Gambar 7.47. Mengelas Horisontal Arah Mundur .....	173
Gambar 7.48. Posisi <i>Nozzle</i> & Bahan Tambah Vertikal .....	174
Gambar 7.49. Memulai Pengelasan Posisi Vertikal .....	174

Gambar 7.50. Gerakan <i>Nozzle</i> & Bahan Tambah Vertikal.....	175
Gambar 7.51. Jalur Lasan Posisi Vertikal .....	175
Gambar 7.52. Pengelasan Arah Maju Posisi <i>Overhead</i> .....	176
Gambar 7.53. Pengelasan Arah Mundur Posisi <i>Overhead</i> .....	176
Gambar 7.54. Dorongan Nyala Api Terhadap Kawah Lasan .....	177
Gambar 7.55. Mal Rigi-rigi.....	178
Gambar 7.56. Pengujian Ukuran Rigi-Rigi Lasan.....	179
Gambar 7.57. Pengujian Magnetis .....	179
Gambar 7.58. Pengujian dengan Rontgen .....	180
Gambar 7.59. Pemotongan dengan oxyacetylene. ....	180
Gambar 7.60. Brander Potong .....	181
Gambar 7.61. Proses Pemotongan .....	181
Gambar 7.62. Menyalakan Nyala Api Acetylene .....	183
Gambar 7.63. Jenis Nyala Api Potong .....	183
Gambar 7.64. Pemanasan dan Pemotongan .....	184
Gambar 7.65. Pemotongan Logam Tebal .....	185
Gambar 7.66. Pemotongan Besi Tuang .....	185
Gambar 8.1. Pekerjaan Mengelas busur nyala listrik.....	189
Gambar 8.2. Skema Dasar Las Busur Nyala Listrik .....	189
Gambar 8.3. Pembentukan Busur Nyala Listrik .....	190
Gambar 8.4. Peleburan Butiran Logam Busur Nyala Listrik.....	191
Gambar 8.5. Peleburan Butiran Logam Elektroda.....	191
Gambar 8.6. Kawah Lasan dan Sambungan Las.....	192
Gambar 8.7. Kecepatan, Busur Nyala dan Arus Pengelasan .....	194
Gambar 8.8. Mesin Las Busur Nyala Listrik .....	196
Gambar.8.9. Penurunan Tegangan Oleh <i>Transformator</i> .....	196
Gambar.8.10. Penyearahan Output Oleh <i>Rectifier</i> .....	197
Gambar.8.11. Perataan dan Penstabilan Tegangan .....	197
Gambar 8.12. Proses Kerja Mesin Las.....	198
Gambar 8.13. Mesin Las Busur Nyala Listrik .....	198
Gambar 8.14. Jenis Elektroda Las Busur Nyala Listrik .....	200
Gambar 8.15. Elektroda Terbungkus .....	200
Gambar 8.16. Pakaian Kerja dan Sarung Tangan Las.....	203
Gambar 8.17. Topeng Las Busur Listrik.....	204
Gambar 8.18. Sikat Kawat & Palu Terak.....	204
Gambar 8.19. Melaksanakan pengelasan.....	205
Gambar 8.20. Teknik Penyalaan Ayun.....	206
Gambar 8.21. Teknik Penyalaan Ketuk.....	207
Gambar 8.22. Posisi Elektroda pada sambungan celah .....	207
Gambar 8.23. Posisi Elektroda pada sambungan fillet.....	208
Gambar 8.24. Pola Ayunan Elektroda .....	209
Gambar 8.25. Pengaruh sudut elektroda .....	209
Gambar 8.26. Pengaruh panjang busur nyala elektroda.....	210
Gambar 8.27. Pengaruh kecepatan elektroda.....	210
Gambar 8.28. Karakter kualitas lasan yang buruk .....	210
Gambar 8.29. Karakter kualitas lasan yang baik.....	211

Gambar 8.30. Posisi Pengelasan Flat dan Horisontal.....	211
Gambar 8.31. Posisi Pengelasan Vertikal dan Atas Kepala.....	212
Gambar 8.32. Pengelasan Posisi Datar Sambungan Ujung .....	213
Gambar 8.33. Pengelasan Posisi Datar Sambungan T.....	214
Gambar 8.34. Pengelasan Datar Sambungan Tumpang .....	214
Gambar 8.36.a. Pengelasan Posisi Horisontal I.....	215
Gambar 8.36.b. Pengelasan Posisi Horisontal II.....	215
Gambar 8.37. Pengelasan Posisi Vertikal Satu Jalur .....	216
Gambar 8.38. Pengelasan Posisi Vertikal Lapis .....	217
Gambar 8.39. Pengelasan Posisi Vertikal Sambungan T .....	218
Gambar 8.40. Pengelasan Posisi Vertikal Tumpang.....	219
Gambar 8.41. Pengelasan Posisi Atas Kepala.....	220
Gambar 8.42. Pengelasan Posisi Atas Kepala Ujung .....	221
Gambar 9.1. Teknik Pematrian .....	229
Gambar 9.2. Prinsip Pematrian .....	231
Gambar 9.3. Bagan proses terjadinya ikatan patri .....	232
Gambar 9.4. Ikatan Pada Pematrian .....	233
Gambar 9.5. Lapisan Suatu Ikatan Patri Normal.....	233
Gambar 9.6. Grafik Pengaruh Besar Celah Pematrian .....	234
Gambar 9.7. Lebar Celah Pematrian.....	235
Gambar 9.8. Perbandingan Celah Pematrian .....	235
Gambar 9.9. Pengaturan Celah Pematrian .....	236
Gambar 9.10. Proses Kerja Bahan Pelumer .....	238
Gambar 9.11. Bahan Pelumer pada Pematrian .....	239
Gambar 9.12. Pematrian dengan Gas Pelindung .....	241
Gambar 9.13. Tahap Lebur Patri .....	241
Gambar 9.14. Pematrian Celah.....	245
Gambar 9.15. Pematrian Sambungan.....	245
Gambar 9.16. Pematrian dengan Tuas Patri.....	246
Gambar 9.17. Pematrian dengan Api .....	246
Gambar 9.18. Pematrian Tungku .....	247
Gambar 9.19. Pematrian Tahanan .....	248
Gambar 9.20. Pematrian Imbas .....	249
Gambar 9.21. Tuas Patri .....	251
Gambar 9.22. Tuas Patri Listrik (Solder Listrik).....	251
Gambar 9.23. Berbagai Model Mesin Patri Otomatis .....	252
Gambar 9.24. Sambungan Pekerjaan Pematrian Keras .....	255
Gambar 9.25. Perbandingan Celah Patri Kuningan & Perak .....	256
Gambar 9.26. Pematrian keras di udara bebas.....	259
Gambar 9.27. Pematrian keras Pada Ruang .....	259
Gambar 9.28. Pematrian Baja dengan Gas Argon .....	259
Gambar 9.29. Pematrian dengan Sepatu Kabel.....	264
Gambar 9.30. Pematrian Ujung-ujung Kawat dan Kabel.....	265
Gambar 10.1. Sambungan Tumpang .....	269
Gambar 10.2. Sambungan Ujung.....	269
Gambar 10.3. <i>Solid Rivets</i> .....	270

Gambar 10.4. Prosedur pengelingan .....	273
Gambar 10.5. Konstruksi <i>Blind Rivets</i> .....	274
Gambar 10.6. Pozidriv Head Self-Tapping Screws .....	275
Gambar 10.7. <i>Spat System Screws</i> .....	276
Gambar 10.8. <i>Screw Nails</i> .....	276
Gambar 10.9. <i>Steel Hammer Driven Screws</i> .....	277
Gambar 10.10. <i>Set Screws</i> .....	277
Gambar 10.11. <i>Clinch Nut (Hank Rivet Bushes)</i> .....	284
Gambar 10.12. Proses pemasangan <i>clinch nut</i> .....	284
Gambar 10.13. <i>Plastic Nuts</i> .....	285
Gambar 10.14. Konstruksi <i>Nyloc&amp; Clevelock Nuts</i> .....	285
Gambar 10.15. Konstruksi <i>Spire Speed Nuts</i> .....	286
Gambar 10.16. Konstruksi <i>Captive Nut “U” – Type</i> .....	288
Gambar 10.17. Konstruksi <i>Captive nut “J” – type</i> .....	290
Gambar 10.18. Beberapa jenis <i>Captive nut “J” – type</i> .....	290
Gambar 10.19. Konstruksi dan Pemasangan <i>Grip Nuts</i> .....	291
Gambar 10.20. Konstruksi dan Pemasangan <i>Cable Clips</i> .....	291
Gambar 10.21. <i>The Avdelok System</i> .....	294
Gambar 10.22. Proses Pemasangan <i>Avdelok system</i> .....	295
Gambar 10.23. <i>The Avlok system</i> .....	296
Gambar 10.24. Proses Pemasangan <i>Avlok system</i> .....	297
Gambar 10.25. Konstruksi <i>Nutsert system</i> .....	298
Gambar 10.26. Konstruksi <i>Jo-bolt System</i> .....	299
Gambar 10.27. <i>Simple Push-On Clips</i> .....	300
Gambar 10.28. Konstruksi <i>Tubular clips</i> Blanked-types) .....	301
Gambar 10.29. <i>Pin &amp; grommet</i> .....	302
Gambar 10.30. Posisi <i>Pin &amp; grommet</i> .....	302
Gambar 10.31. <i>Push Button</i> .....	303
Gambar 10.32. <i>Cable Retainers</i> .....	306
Gambar 10.33. Peralatan dan Aplikasi Adhesif .....	308
Gambar 10.34. Aplikasi sealer pada body kendaraan.....	309
Gambar 10.35. Aplikasi precuring sealer dan sealer biasa .....	310
Gambar 10.36. Alur pekerjaan aplikasi sealer .....	310
Gambar 10.37. Menajamkan nozzle dan tempat aplikasinya.....	311
Gambar 10.38. Bentuk ujung nozzle catridge dan hasilnya. ....	311
Gambar 10.39. Aplikasi sealer .....	312
Gambar 10.40. Hasil sealer yang baik .....	313
Gambar 10.41. Penekanan dan kecepatan aplikasi sealer .....	313
Gambar 10.42. Arah aplikasi sealer. ....	313
Gambar 10.43. Sudut aplikasi sealer. ....	314
Gambar 11.1. Pekerjaan dengan Peralatan Abrasif.....	315
Gambar 11.2. Material Abrasif.....	316
Gambar 11.3. Polisher.....	317
Gambar 11.4. Pelekatan Lapisan Terbuka.....	319
Gambar 11.5. Pelekatan Lapisan Tertutup.....	319
Gambar 11.6. Amplas Berbentuk Lembaran .....	321

Gambar 11.7. Amplas sabuk dan Belt Sander .....	321
Gambar 11.8. Amplas Spiral (Roll).....	322
Gambar 11.9. Grinding wheel.....	322
Gambar 11.10. Pemasangan Roda gerinda.....	323
Gambar 11.11. Berbagai Material Abrasif Roda gerinda.....	323
Gambar 11.12. Roda gerinda Dari Bahan Diamond .....	324
Gambar 11.13. Roda gerinda Bahan Cubic Boron Nitride .....	324
Gambar 11.14. Hand Block .....	325
Gambar 11.15. Pneumatic Sander .....	326
Gambar 11.16. Single Action Sander .....	326
Gambar 11.17. Orbital Action Sander .....	327
Gambar 11.18. Dual Action Sander.....	327
Gambar 11.19. Mesin Gerinda Tangan .....	328
Gambar 11.20. Pekerjaan Menggerinda .....	329
Gambar 11.21. Mesin Gerinda Duduk.....	329
Gambar 11.22. Mesin Gerinda Potong.....	330
Gambar 11.23. Menggunakan Mesin Gerinda Potong .....	330
Gambar 11.24. Sarung Tangan Kulit.....	331
Gambar 11.25 Kacamata Gerinda.....	332
Gambar 11.26. Menyetel Dudukan Gerinda .....	332
Gambar 12.1. Komponen bodi yang terbuat dari <i>fiberglass</i> .....	335
Gambar 12.2. Resin .....	336
Gambar 12.3. Katalis .....	337
Gambar 12.4. Mat .....	337
Gambar 12.5. Mirror .....	339
Gambar 12.6. Kuas .....	339
Gambar 12.7. Gunting .....	340
Gambar 12.8. Adonan <i>fiberglass</i> .....	341
Gambar 12.9. Adonan <i>Fiberglass</i> Diratakan .....	343
Gambar 13.1 Konstruksi Luar Bodi Sedan .....	345
Gambar 13.2 Konstruksi rangka.....	346
Gambar 13.3 Konstruksi Lantai (Under Body).....	347
Gambar 13.4 Konstruksi pengunci <i>engine hood</i> .....	348
Gambar 13.5 <i>Engine hood</i> .....	349
Gambar 13.7 Konstruksi engsel <i>engine hood</i> .....	350
Gambar 13.8 Penyetelan <i>hood lock</i> .....	351
Gambar 13.9. Konstruksi <i>fender</i> .....	353
Gambar 13.10 Komponen <i>Fender</i> .....	354
Gambar 13.11 Konstruksi <i>Cowl dan Dash</i> .....	355
Gambar 13.12 Konstruksi <i>Atap (Roof)</i> .....	355
Gambar 13.13 Konstruksi <i>Pillar</i> Tengah.....	356
Gambar 13.14 Konstruksi Pintu Depan dan Belakang.....	357
Gambar 13.15 Konstruksi Pintu.....	358
Gambar 13.17 Konstruksi door glass, regulator dan door.....	361
Gambar 13.16 Penyetelan engsel dan <i>lock striker</i> pintu .....	361
Gambar 13.18 Konstruksi Deck lid lock.....	362

Gambar 13.19 Konstruksi <i>Deck lid/Boot Lid</i> .....	363
Gambar 13.21 Konstruksi <i>Bumper</i> .....	364
Gambar 13.22 <i>Wind shield</i> .....	365
Gambar 13.23 <i>Konstruksi Pemasangan Roof Head lining</i> .....	366
Gambar 13.24 Bagian <i>headlining roof yang dilem</i> .....	367
Gambar 13.25 Pemasangan <i>retainer</i> .....	368
Gambar 13.25 Penempelan <i>roof headlining pada bodi</i> .....	368
Gambar 13.26 <i>Seats</i> .....	369
Gambar 13.27 Konstruksi Tempat duduk.....	370
Gambar 13.28 Konstruksi Panel Instrumen.....	371
Gambar 13.29 Konstruksi <i>Grill dan Moulding</i> .....	372
Gambar 14.1 <i>Laminated glass</i> .....	374
Gambar 14.2 Peralatan perbaikan kaca.....	376
Gambar 14.3 <i>Sealent gun</i> .....	377
Gambar 14.4 <i>Sealent temperatur rendah dan tinggi</i> .....	377
Gambar 14.5 Tipe pipih, oval dan bulat.....	377
Gambar 14.6 Tipe khusus dan adaptor .....	378
Gambar 14.7 Peralatan mengebor kaca untuk injeksi.....	378
Gambar 14.8 Peralatan perbaikan kaca.....	379
Gambar 14.9 Macam sealent dan sealent gun tipe listrik.....	379
Gambar 14.10 Komponen kaca depan.....	380
Gambar 14.11 <i>Retainer</i> .....	381
Gambar 14.12 Melepas <i>moulding</i> .....	381
Gambar 14.13 Melepas <i>weatherstrip</i> dengan pemanas.....	381
Gambar 14.14 Melepas karet kaca dengan pisau razor.....	382
Gambar 14.15 Melepas karet kaca .....	382
Gambar 14.16 Pemotongan bisa dilakukan sendiri.....	382
Gambar 14.17 Pelepasan Kaca .....	383
Gambar 14.18 Tambang untuk pemasangan kaca depan .....	383
Gambar 14.19 Cara menggunakan sealant gun .....	384
Gambar 14.20 Ujung dari sealant disesuaikan.....	384
Gambar 14.21 Posisi tambang saat akan pemasangan.....	384
Gambar 14.22 Memasukkan tambang ke karet kaca.....	385
Gambar 14.23 Pemukulan kaca ke flange bodi.....	385
Gambar 14.24 Komponen kaca belakang .....	386
Gambar 14.25 Melepas kaca belakang.....	387
Gambar 14.26 Mengangkat kaca dengan vacuum cup.....	388
Gambar 14.27 Alat pengangkat vacuum cup .....	388
Gambar 14.28 Defogger pada kaca belakang.....	389
Gambar 14.29 Konstruksi kaca pintu .....	389
Gambar 14.30 Konstruksi kaca tetap .....	390
Gambar 14.31 Regulator kaca samping.....	390
Gambar 14.32 Konstruksi kaca membuka samping.....	391
Gambar 15.1 Tegangan normal dan tegangan geser .....	394
Gambar 15.2 Regangan linier dan regangan geser .....	395
Gambar 15.3 Diagram regangan tegangan .....	396

Gambar 15.4 Kerusakan bodi akibat tabrakan .....	397
Gambar 15.5 Proses menekuk.....	397
Gambar 15.6 Bagian tekukan memiliki konstruksi lebih kuat .....	398
Gambar 15.7 Bagian dilas dan kompresi akan menjadi kuat .....	398
Gambar 15.8 Menggunakan vacuum cup .....	400
Gambar 15.9 Menggunakan bumping spoon .....	400
Gambar 15.10 Menarik dengan melubangi panel .....	401
Gambar 15.11 Peralatan perbaikan bodi hidrolik .....	402
Gambar 15.12 Panel ditarik dengan baut atau dilubangi .....	402
Gambar 15.13 Menggunakan <i>pry bar</i> .....	403
Gambar 15.14 Teknik <i>on-dolly hammering</i> .....	404
Gambar 15.15 Urutan memukul teknik <i>on-dolly hammer</i> .....	404
Gambar 15.16 Melatih pukulan .....	405
Gambar 15.17 Meratakan plat.....	406
Gambar 15.18 Teknik <i>off-dolly hammer</i> .....	406
Gambar 15.19 Arah pengikiran .....	407
Gambar 15.20 Teknik <i>hot shrinking</i> .....	407
Gambar 15.21 Bentuk plat yang dipanasi .....	408
Gambar 16.1. Baterai .....	411
Gambar 16.2. Konstruksi kabel tegangan rendah.....	412
Gambar 16.3. Kabel pengapian.....	412
Gambar 16.4. Konstruksi kabel berisolasi .....	413
Gambar 16.5 Pelindung Kabel .....	413
Gambar 16.6. Junction Block dan rellay block .....	414
Gambar 16.7. Pengaman <i>fusible link</i> , <i>relay</i> dan <i>fuse</i> .....	414
Gambar 16.8. Baut massa pada bodi.....	415
Gambar 16.9. Pemasangan fuse .....	416
Gambar 16.10. Macam Konektor .....	416
Gambar 16.11. Sekring cartridge dan blade.....	417
Gambar 16.12. Fusible link.....	418
Gambar 16.13. Circuit breaker .....	419
Gambar 16.14. Switch (saklar) .....	420
Gambar 16.15. Relay .....	420
Gambar 16.16. Relay, konstruksi dan simbolnya .....	420
Gambar 16.17. Aplikasi relay pada lampu utama.....	421
Gambar 16.18. Wiring Diagram Sederhana .....	421
Gambar 16.19. Contoh simbol-simbol komponen elektronik.....	422
Gambar 16.20. Lampu penerangan .....	422
Gambar 16.21. Lampu belakang .....	423
Gambar 16.22. Dimmer switch .....	423
Gambar 16.23. Lampu utama tipe sealed .....	424
Gambar 16.24. Konstruksi Bola Lampu Biasa dan Halogen .....	424
Gambar 16.25. <i>Coloumb Switch</i> .....	425
Gambar 16.26. Lampu rem .....	425
Gambar 16.27 Lampu sein ketika bekerja.....	426
Gambar 16.28. Lampu kota dan plat nomor .....	426

Gambar 16.29. Lampu hazard ketika bekerja .....	427
Gambar 16.30. Lampu mundur ketika bekerja .....	427
Gambar 16.31. Lampu ruangan ketika bekerja .....	427
Gambar 16.32. Lampu depan.....	428
Gambar 16.33. Menyetel jarak lampu .....	428
Gambar 16.34. Lampu Kombinasi.....	430
Gambar 16.35. Konstruksi <i>wiper</i> depan dan belakang.....	430
Gambar 16.36. <i>Motor wiper</i> .....	431
Gambar 16.37. Gerakan <i>wiper</i> .....	431
Gambar 16.38. Tuas <i>Wiper</i> .....	432
Gambar 16.39. <i>Wiper Blade</i> .....	432
Gambar 16.40. <i>Washer</i> .....	433
Gambar 16.41. <i>Tangki Washer</i> .....	433
Gambar 16.42. <i>Motor Washer</i> .....	434
Gambar 16.43. Circuit diagram <i>motor wiper</i> .....	435
Gambar 16.44. Meter Kombinasi.....	436
Gambar 16.45. <i>Fuel gauge unit (sensor)</i> dan <i>fuel gauge</i> .....	437
Gambar 16.46. <i>Temperatur gauge</i> .....	438
Gambar 16.47. Diagram alir refrigerant.....	440
Gambar 17.1. Kompresor <i>two stage</i> .....	442
Gambar 17.2. Unit kompresor berpengerak motor listrik.....	443
Gambar 17.3. Unit kompresor dengan pengerak motor .....	443
Gambar 17.4. Air pipe line/ saluran pemipaan .....	444
Gambar 17.5. <i>Regulator</i> dan <i>Filter Udara (Transformer)</i> .....	445
Gambar 17.6. Selang Fleksibel <i>spiral</i> .....	446
Gambar 17.7. Selang Fleksibel <i>roll</i> .....	446
Gambar 17.8. Bagian dalam ruang cat ( <i>Spray Booths</i> ).....	447
Gambar 17.9. Ruang Cat ( <i>Spray Booths</i> ) .....	447
Gambar 17.10 Ruang multi fungsi untuk pengecatan dan oven .....	448
Gambar 17.11 Lampu pemanas pada oven.....	449
Gambar 17.12 Prinsip kevakuman .....	449
Gambar 17.13 Atomisasi cat .....	450
Gambar 17.14 Tipe spraygun.....	450
Gambar 17.15 Konstruksi <i>Spraygun</i> .....	451
Gambar 17.16 Setelan fluida.....	451
Gambar 17.17 <i>Fan spreader</i> .....	452
Gambar 17.18 Setelan Udara.....	452
Gambar 17.19 <i>Fluid tip</i> .....	453
Gambar 17.20 Cap .....	453
Gambar 17.21 Kipas.....	454
Gambar 17.22 Kerja <i>spraygun</i> .....	454
Gambar 17.23 Konstruksi <i>spraygun</i> .....	455
Gambar 17.24 <i>Spraygun</i> model <i>pressure-feed</i> .....	456
Gambar 17.25 Kerugian <i>spraygun</i> model <i>pressure-feed</i> .....	457
Gambar 17.26 <i>Spraygun</i> model <i>gravity-feed</i> .....	457
Gambar 17.27 <i>Spraygun</i> model <i>pressure-feed</i> .....	458

Gambar 17.28 Aliran <i>Spraygun</i> Model <i>Pressure-feed</i> .....	458
Gambar 17.29 Tangki Cat <i>Spraygun</i> model <i>Pressure-feed</i> .....	459
Gambar 17.30 <i>Pen Brush Kit</i> .....	459
Gambar 17.31 Blok Tangan .....	460
Gambar 17.32 <i>Sanders</i> Tipe Elektrik .....	460
Gambar 17.33 <i>Sanders</i> Tipe <i>Pneumatic</i> .....	460
Gambar 17.34 Batang pengaduk/ <i>paddle</i> .....	461
Gambar 17.35 <i>Spatula</i> /pisau dempul/kape .....	461
Gambar 17.36 Pistol Udara/ <i>Duster</i> .....	462
Gambar 17.37 <i>Mixing Plate</i> .....	462
Gambar 17.38 Kertas <i>Masking</i> dan Mesin Pemotongnya .....	463
Gambar 17.39 <i>Masker</i> Pernafasan .....	463
Gambar 18.1 Amplas tipe rol dan lembaran.....	465
Gambar 18.2 Permukaan kikis amplas.....	466
Gambar 18.3 Amplas fiber.....	467
Gambar 18.4 <i>Air Polisher</i> .....	468
Gambar 18.5 <i>Masking Paper</i> .....	472
Gambar 18.6 <i>Spesial Masking Cover</i> .....	473
Gambar 18.7 <i>Masking Tape</i> .....	474
Gambar 18.8 <i>Gap Tape</i> .....	475
Gambar 18.9 <i>Masking</i> untuk <i>weatherstrip</i> .....	475
Gambar 19.1 <i>Spot Repainting</i> .....	479
Gambar 19.2 <i>Spot Repainting Reverse Masking</i> .....	479
Gambar 19.3 <i>Masking</i> pintu .....	479
Gambar 19.4 <i>Masking</i> Blok <i>Repainting</i> .....	480
Gambar 19.5 <i>Masking</i> quarter panel .....	480
Gambar 19.6 <i>Masking</i> Ujung Kendaraan .....	481
Gambar 19.7 <i>Border</i> pada gap diantara panel-panel .....	481
Gambar 19.8. <i>Border</i> pada body sealer .....	482
Gambar 19.9 <i>Masking</i> tape pada lebar body sealer.....	482
Gambar 19.10 <i>Border</i> pada garis karakter .....	483
Gambar 19.11 <i>Border</i> pada bagian yang rata .....	483
Gambar 19.12 Bagian Kendaraan yg dimasking lepas .....	484
Gambar 19.13 <i>Border Masking</i> pintu belakang .....	484
Gambar 19.14 <i>Masking</i> pada handel luar pintu belakang .....	484
Gambar 19.15 <i>Masking</i> bagian lipatan pintu belakang .....	485
Gambar 19.16 <i>Masking</i> area belt molding.....	486
Gambar 19.17 <i>Masking</i> bagian luar pintu belakang .....	486
Gambar 19.18 <i>Masking</i> area flange depan pintu belakang.....	487
Gambar 19.19 <i>Masking</i> bagian dalam pintu depan .....	487
Gambar 19.20 Pemasangan vinyl sheet .....	488
Gambar 19.21 <i>Masking</i> tepi belakang pintu depan .....	488
Gambar 19.22 <i>Masking</i> kaca pintu belakang. ....	488
Gambar 19.23 <i>Masking</i> quarter panel kendaraan .....	489
Gambar 19.24 <i>Masking</i> rumah roda dan roda.....	489

Gambar 19.25 Menggerakkan Spray Gun .....	490
Gambar 19.26 Jarak yang sesuai .....	490
Gambar 19.27 Jarak pengecatan.....	491
Gambar 19.28 Posisi penyemprotan.....	491
Gambar 19.29 Kecepatan konstan .....	492
Gambar 19.30 <i>Over lapping vertikal</i> .....	493
Gambar 19.31 <i>Over lapping horizontal</i> .....	493
Gambar 19.32 Pengecatan sudut .....	494
Gambar 19.33 Over lapping pada sambungan .....	494
Gambar 19.34 <i>Spot repainting</i> .....	497
Gambar 19.35 Membersihkan <i>spraygun</i> .....	497

ISBN 978-979-060-051-5  
ISBN 978-979-060-052-2

Buku ini telah dinilai oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP) dan telah dinyatakan layak sebagai buku teks pelajaran berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 45 Tahun 2008 tanggal 15 Agustus 2008 tentang Penetapan Buku Teks Pelajaran yang Memenuhi Syarat Kelayakan untuk digunakan dalam Proses Pembelajaran.

HET (Harga Eceran Tertinggi) Rp. 12.386,00