

KODE MODUL

OPKR-10-005B



SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN
BIDANG KEAHLIAN TEKNIK MESIN
PROGRAM KEAHLIAN TEKNIK MEKANIK OTOMOTIF

PEMELIHARAAN/SERVIS DAN PERBAIKAN KOMPRESOR UDARA DAN KOMPONEN- KOMPONENNYA



BAGIAN PROYEK PENGEMBANGAN KURIKULUM
DIREKTORAT PENDIDIKAN MENENGAH KEJURUAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH
DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL

2004

KATA PENGANTAR

Modul OPKR-10-005B tentang **Pemeliharaan/servis dan Perbaikan Kompresor Udara dan Komponen-komponennya** ini digunakan sebagai panduan kegiatan belajar untuk membentuk salah satu kompetensi, yaitu : memelihara/menservis, melepas, mengganti dan memperbaiki kompresor udara dan komponen-komponennya. Modul ini digunakan untuk siswa peserta diklat pada SMK Program Keahlian Teknik Mekanik Otomotif.

Modul ini memberikan latihan untuk mempelajari jenis-jenis, konstruksi, prinsip kerja, pemeriksaan, pelepasan/ penggantian, perbaikan dan penyetelan unit kopling dan sistem pengoperasiannya. Modul ini terbagi menjadi dua kegiatan belajar. Kegiatan belajar ke-1 membahas tentang jenis-jenis, cara kerja dan instalasi kompresor udara. Kegiatan belajar ke-2 membahas tentang pemeliharaan, identifikasi kerusakan dan perbaikan kompresor udara.

Penyusun menyadari banyak kekurangan dalam penyusunan modul ini, sehingga saran dan masukan yang konstruktif sangat penyusun harapkan. Semoga modul ini banyak memberikan manfaat.

Yogyakarta, Desember 2004
Penyusun,

Tim Fakultas Teknik
Universitas Negeri Yogyakarta

DAFTAR ISI MODUL

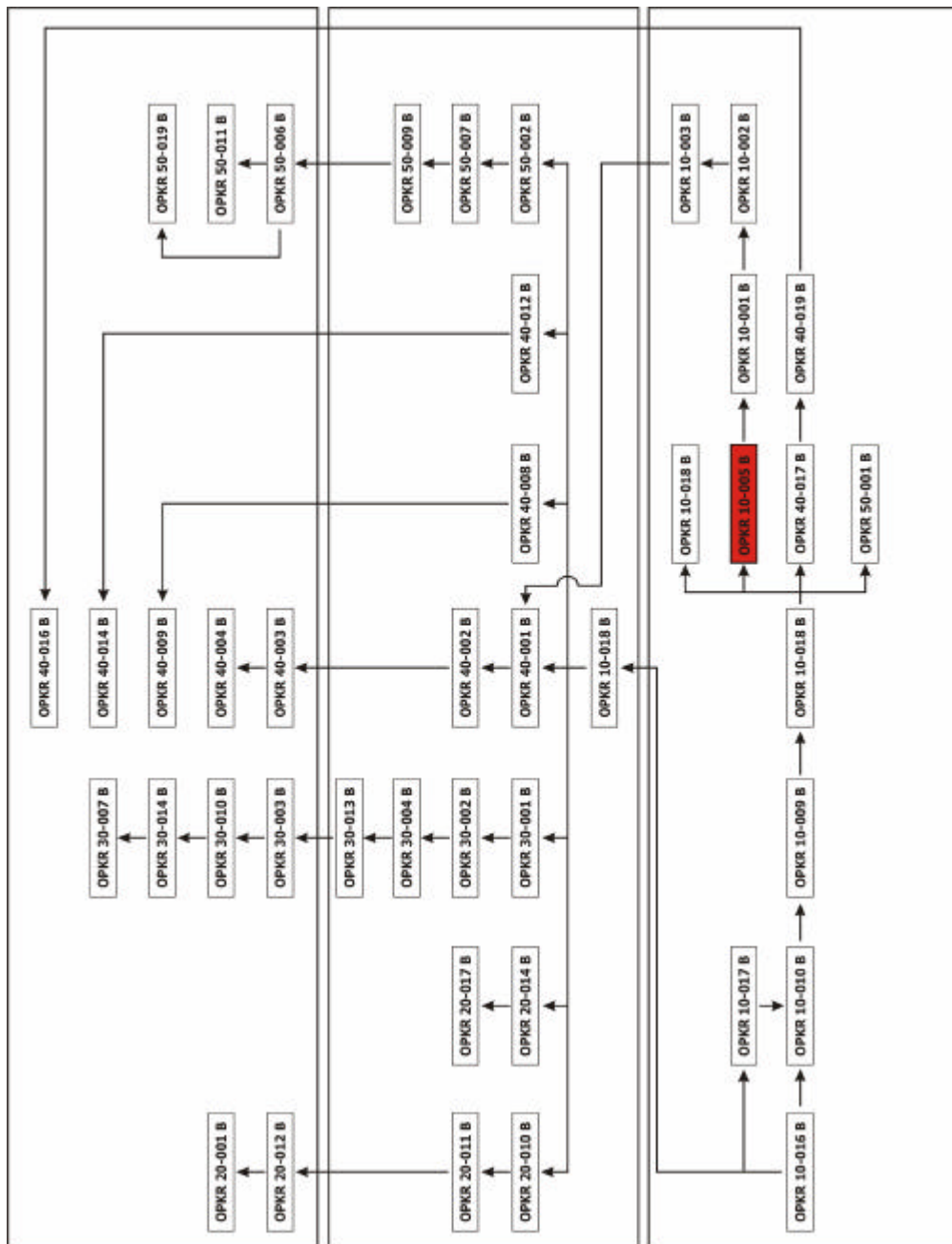
	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN FRANCIS	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
PETA KEDUDUKAN MODUL	vi
PERISTILAHAN/GLOSSARY	ix
I. PENDAHULUAN	1
A. DESKRIPSI	1
B. PRASYARAT	1
C. PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL	1
1. Petunjuk Bagi Peserta Diklat	1
2. Petunjuk Bagi Guru	2
D. TUJUAN AKHIR	3
E. KOMPETENSI	4
F. CEK KEMAMPUAN	5
II. PEMELAJARAN	6
A. RENCANA BELAJAR SISWA	6
B. KEGIATAN BELAJAR	6
1. Kegiatan Belajar 1 : Jenis-jenis dan cara kerja kompresor udara	6
a. Tujuan kegiatan belajar 1	6
b. Uraian materi 1	6
c. Rangkuman 1	62
d. Tugas 1	63
e. Tes formatif 1	63
f. Kunci jawaban formatif 1	64
g. Lembar kerja 1	67

2. Kegiatan Belajar 2 : Pemeliharaan, Identifikasi Kerusakan dan Perbaikan Kompresor Udara dan Komponen-komponennya	69
a. Tujuan kegiatan belajar 2	69
b. Uraian materi 2	69
c. Rangkuman 2	95
d. Tugas 2	96
e. Tes formatif 2	96
f. Kunci jawaban formatif 2	97
g. Lembar kerja 2	102
III.EVALUASI	104
A. PERTANYAAN	104
B. KUNCI JAWABAN	105
C. KRITERIA KELULUSAN	130
IV.PENUTUP	131
DAFTAR PUSTAKA	132

PETA KEDUDUKAN MODUL

A. Diagram Pencapaian Kompetensi

Diagram ini menunjukkan tahapan atau tata urutan pencapaian kompetensi yang dilatihkan pada peserta diklat dalam kurun waktu tiga tahun, serta kemungkinan *multi entry–multi exit* yang dapat diterapkan.



Keterangan Diagram Pencapaian Kompetensi

Kode	Kompetensi	Judul Modul
OPKR 10-001B	Pelaksanaan pemeliharaan/ servis komponen	Pelaksanaan pemeliharaan/ servis komponen
OPKR 10-002B	Pemasangan sistem hidrolik	Pemasangan sistem hidrolik
OPKR 10-003B	Pemeliharaan/servis sistem hidrolik	Pemeliharaan/servis sistem hidrolik
OPKR 10-005B	Pemeliharaan/servis dan perbaikan kompresor udara dan komponen-komponennya	Pemeliharaan/servis dan perbaikan kompresor udara dan komponen-komponennya
OPKR 10-006B	Melaksanakan prosedur pengelasan, pematrian, dan pemotongan dengan panas dan pemansan	Melaksanakan prosedur pengelasan, pematrian, dan pemotongan dengan panas dan pemansan
OPKR 10-009B	Pembacaan dan pemahaman gambar teknik	Pembacaan dan pemahaman gambar teknik
OPKR 10-010B	Penggunaan dan pemeliharaan alat ukur	Penggunaan dan pemeliharaan alat ukur
OPKR 10-016B	Mengikuti prosedur kesehatan dan keselamatan kerja	Mengikuti prosedur kesehatan dan keselamatan kerja
OPKR 10-017B	Penggunaan dan pemeliharaan peralatan dan perlengkapan tempat kerja	Penggunaan dan pemeliharaan peralatan dan perlengkapan tempat kerja
OPKR 10-018B	Kontribusi komunikasi di tempat kerja	Kontribusi komunikasi di tempat kerja
OPKR 10-019B	Pelaksanaan operasi penanganan an secara manual	Pelaksanaan operasi penanganan secara manual
OPKR 20-001B	Pemeliharaan/servis engine dan komponen-komponennya	Pemeliharaan/servis engine dan komponen-komponennya
OPKR 20-010B	Pemeliharaan/servis sistem pendingin dan komponen-komponennya	Pemeliharaan/servis sistem pendingin dan komponen-komponennya
OPKR 20-011B	Perbaikan sistem pendingin dan komponen-komponennya	Perbaikan sistem pendingin dan komponen-komponennya
OPKR 20-012B	Overhaul komponen sistem pendingin	Overhaul komponen sistem pendingin
OPKR 20-014B	Pemeliharaan/servis sistem bahan bakar bensin	Pemeliharaan/servis sistem bahan bakar bensin
OPKR 20-017B	Pemeliharaan/servis sistem injeksi bahan bakar diesel	Pemeliharaan/servis sistem injeksi bahan bakar diesel
OPKR 30-001B	Pemeliharaan/servis kopling dan komponen-komponennya sistem pengoperasian	Pemeliharaan/servis kopling dan komponen-komponennya sistem pengoperasian
OPKR 30-002B	Perbaikan kopling dan komponen-komponennya	Perbaikan kopling dan komponen-komponennya
OPKR 30-003B	Overhaul kopling dan komponen-komponennya	Overhaul kopling dan komponen-komponennya
OPKR 30-004B	Pemeliharaan/servis transmisi manual	Pemeliharaan/servis transmisi manual
OPKR 30-007B	Pemeliharaan/servis transmisi	Pemeliharaan/servis transmisi

Kode	Kompetensi	Judul Modul
	otomatis	otomatis
OPKR 30-010B	Pemeliharaan/servis unit final drive/gardan	Pemeliharaan/servis unit final drive/ gardan
OPKR 30-013B	Pemeliharaan/servis poros roda penggerak	Pemeliharaan/servis poros roda penggerak
OPKR 30-014B	Perbaikan poros penggerak roda	Perbaikan poros penggerak roda
OPKR 40-001B	Perakitan dan pemasangan sistem rem dan komponen-komponennya	Perakitan dan pemasangan sistem rem dan komponen-komponennya
OPKR 40-002B	Pemeliharaan/servis sistem rem	Pemeliharaan/servis sistem rem
OPKR 40-003B	Perbaikan sistem rem	Perbaikan sistem rem
OPKR 40-004B	Overhaul komponen sistem rem	Overhaul komponen sistem rem
OPKR 40-008B	Pemeriksaan sistem kemudi	Pemeriksaan sistem kemudi
OPKR 40-009B	Perbaikan sistem kemudi	Perbaikan sistem kemudi
OPKR 40-012B	Pemeriksaan sistem suspensi	Pemeriksaan sistem suspensi
OPKR 40-014B	Pemeliharaan/servis sistem suspensi	Pemeliharaan/servis sistem suspensi
OPKR 40-016B	Balans roda/ban	Balans roda/ban
OPKR 40-017B	Melepas, memasang dan menyetel roda	Melepas, memasang dan menyetel roda
OPKR 40-019B	Pembongkaran, perbaikan, dan pemasangan ban luar dan ban dalam	Pembongkaran, perbaikan, dan pemasangan ban luar dan ban dalam
OPKR 50-001B	Pengujian, pemeliharaan/servis dan penggantian baterai	Pengujian, pemeliharaan/servis dan penggantian baterai
OPKR 50-002B	Perbaikan ringan pada rangkaian/sistem kelistrikan	Perbaikan ringan pada rangkaian/ sistem kelistrikan
OPKR 50-007B	Pemasangan, pengujian, dan perbaikan sistem penerangan dan wiring	Pemasangan, pengujian, dan perbaikan sistem penerangan dan wiring
OPKR 50-008B	Pemasangan, pengujian, dan perbaikan sistem pengaman ke listrik dan komponennya	Pemasangan, pengujian, dan perbaikan sistem pengaman ke listrik dan komponennya
OPKR 50-009B	Pemasangan kelengkapan kelistrikan tambahan (aksesoris)	Pemasangan kelengkapan kelistrikan tambahan (aksesoris)
OPKR 50-011B	Perbaikan sistem Pengapian	Perbaikan sistem Pengapian
OPKR 50-019B	Memelihara/servis sistem AC (Air Conditioner)	Memelihara/servis sistem AC (Air Conditioner)

B. Kedudukan Modul

Modul dengan kode OPKR-10-005B tentang **“Pemeliharaan/Servis dan Perbaikan Kompresor Udara dan Komponen-komponennya”** ini merupakan prasyarat untuk menempuh modul OPKR-10-001B.

PERISTILAHAN / GLOSSARY

Fluida yaitu zat alir, terdiri dari dua jenis yaitu fluida cair dan fluida gas.

Kompresor yaitu pesawat/ mesin yang berfungsi untuk memampatkan atau menaikkan tekanan atau memindahkan fluida gas dari suatu tekanan statis rendah ke keadaan tekanan statis yang lebih tinggi.

Kopling yaitu suatu perangkat/ sistem yang merupakan bagian dari sistem pemindah tenaga yang berfungsi untuk memutus dan menghubungkan putaran dan daya dari mesin ke unit pemindah tenaga selanjutnya dengan lembut dan cepat.

Mekanisme Hidrolik yaitu suatu sistem pengoperasian dengan menggunakan tenaga hidrolis (fluida cair) dengan suatu silinder/ actuating silinder.

Mekanisme Pneumatik yaitu suatu sistem pengoperasian dengan menggunakan tenaga pneumatik (fluida gas) dengan suatu silinder/ actuating silinder.

Roda Gila (*Fly Wheel*) yaitu salah satu komponen motor yang berfungsi sebagai penyeimbang putaran motor (*balancer*) sekaligus penyimpan tenaga putar yang dihasilkan oleh putaran poros engkol, sehingga poros engkol dapat berputar terus guna menghasilkan langkah usaha kembali (kesinambungan kerja).

Transmisi yaitu sistem pemindah tenaga dari sumber tenaga/ gerak ke peralatan/ pesawat pemakai tenaga.

Tekanan Atmosfer yaitu tekanan udara luar pada setiap tempat kejadian, biasanya dihubungkan dengan tinggi tempat diukur dari permukaan air laut = 1 kg/cm^2 atau tekanan kolom 76 cmHg atau tekanan kolom 10.333 m H₂O.

Tekanan Mutlak yaitu besarnya tekanan yang diukur dari 0 (nol) atmosfer.

Tekanan Kerja yaitu besarnya tekanan yang diukur dari satu atmosfer.

Udara yaitu gas yang terdiri dari campuran unsur-unsur oksigen, nitrogen dan argon serta unsur-unsur lain yang relatif sangat kecil yang biasanya diabaikan.

Udara Normal yaitu udara pada tekanan 76 cmHg, suhu 0°C atau biasa didefinisikan lain sebagai udara dengan lengas relatif 36% pada 68°F.

BAB I PENDAHULUAN

A. DESKRIPSI

Modul OPKR-10-005B tentang “Pemeliharaan/ servis dan perbaikan kompresor udara dan komponen-komponennya” ini membahas beberapa hal penting yang perlu diketahui agar dapat memelihara, melepas/membongkar, merakit/memasang kompresor udara dan komponen-komponennya secara benar dan aman.

Modul ini terdiri atas dua cakupan materi yang akan dipelajari meliputi: Kegiatan belajar ke-1 membahas tentang jenis-jenis, cara kerja dan instalasi kompresor udara. Kegiatan belajar ke-2 membahas tentang pemeliharaan dan perbaikan kompresor udara.

Setelah mempelajari modul ini siswa diharapkan dapat memahami konstruksi dan cara kerja kompresor, pemeliharaan/ servis dan perbaikan kompresor udara beserta komponen-komponennya.

B. PRASYARAT

Sebelum memulai modul ini, peserta diklat pada Bidang Keahlian Mekanik Otomotif harus sudah menyelesaikan modul-modul prasyarat seperti terlihat dalam diagram pencapaian kompetensi maupun peta kedudukan modul. Prasyarat mempelajari modul OPKR-10-005B adalah OPKR-10-016B, OPKR-10-017B, OPKR-10-010B, OPKR-10-009B dan OPKR-10-018B.

C. PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL

1. Petunjuk Bagi Siswa

Untuk memperoleh hasil belajar secara maksimal, dalam menggunakan modul ini maka langkah-langkah yang perlu dilaksanakan antara lain :

- a. Bacalah dan pahami dengan seksama uraian-uraian materi yang ada pada masing-masing kegiatan belajar. Bila ada materi yang kurang jelas, siswa dapat bertanya pada guru atau instruktur pengampu kegiatan belajar.
- b. Kerjakan setiap tugas formatif (soal latihan) untuk mengetahui seberapa besar pemahaman yang telah dimiliki terhadap materi-materi yang dibahas dalam setiap kegiatan belajar.
- c. Untuk kegiatan belajar yang terdiri dari teori dan praktik, perhatikanlah hal-hal berikut ini :
 - 1). Perhatikan petunjuk keselamatan kerja yang berlaku.
 - 2). Pahami setiap langkah kerja dengan baik.
 - 3). Sebelum melaksanakan praktikum, identifikasi (tentukan) peralatan dan bahan yang diperlukan dengan cermat.
 - 4). Gunakan alat sesuai prosedur pemakaian yang benar.
 - 5). Untuk melakukan kegiatan praktikum yang belum jelas, harus meminta ijin guru atau instruktur terlebih dahulu.
 - 6). Setelah selesai, kembalikan peralatan ke tempat semula
- d. Jika belum menguasai level materi yang diharapkan, ulangi lagi pada kegiatan belajar sebelumnya atau bertanyalah kepada guru yang mengajar kegiatan belajar tersebut.

2. Petunjuk Bagi Guru

Dalam setiap kegiatan belajar guru atau instruktur berperan untuk:

- a. Membantu siswa dalam merencanakan proses belajar
- b. Membimbing siswa melalui tugas-tugas pelatihan yang dijelaskan dalam tahap belajar
- c. Membantu siswa dalam memahami konsep, praktik baru, dan menjawab pertanyaan siswa mengenai proses belajar siswa

- d. Membantu siswa untuk menentukan dan mengakses sumber tambahan lain yang diperlukan untuk belajar.
- e. Mengorganisasikan kegiatan belajar kelompok jika diperlukan
- f. Merencanakan seorang ahli dari tempat kerja (DU/ DI) untuk membantu jika diperlukan

D. TUJUAN AKHIR

Setelah mempelajari secara keseluruhan materi kegiatan belajar dalam modul ini siswa diharapkan :

1. Memahami jenis-jenis, prinsip kerja, dan konstruksi kompresor udara dengan baik.
2. Melakukan instalasi/ pemasangan kompresor udara dengan prosedur yang tepat.
3. Melakukan pemeliharaan dan perbaikan kompresor udara dengan prosedur yang tepat.

E. KOMPETENSI

Modul OPKR-10-005B membentuk kompetensi pemeliharaan/ servis dan perbaikan kompresor udara dan komponen-komponennya. Uraian kompetensi dan subkompetensi ini dijabarkan seperti di bawah ini.

KOMPETENSI : Pemeliharaan/ servis dan perbaikan kompresor udara dan komponen-komponennya
 KODE : OPKR-10-005B
 DURASI PEMELAJARAN : 20 Jam @ 45 menit

Sub Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Lingkup Belajar	Materi Pokok Pembelajaran		
			Sikap	Pengetahuan	Keterampilan
1. Pemeliharaan/ servis dan perbaikan kompresor udara dan komponen-komponennya	<ul style="list-style-type: none"> ✘ Pemeliharaan/ servis dan perbaikan kompresor udara dilaksanakan tanpa menyebabkan kerusakan terhadap komponen/ sistem lainnya ✘ Informasi yang benar diakses dari spesifikasi pabrik dan dipahami ✘ Pemeliharaan/ servis dan perbaikan kompresor udara dilaksanakan dengan menggunakan metode dan perlengkapan yang ditentukan berdasarkan spesifikasi yang sesuai terhadap komponen ✘ Pekerjaan pemeliharaan/ servis dilaksanakan dengan pedoman dari industri yang telah ditetapkan ✘ Data yang tepat dilengkapi sesuai hasil pemeliharaan/ servis dan perbaikan ✘ Seluruh kegiatan pelepasan dan penggantian dilaksanakan berdasarkan SOP (<i>standard operation Procedures</i>), undang-undang K-3 (Keselamatan dan Kesehatan Kerja), peraturan perundang-undangan dan prosedur kebijakan perusahaan. 	<ul style="list-style-type: none"> ✘ Prinsip - prinsip kerja kompresor udara ✘ Konstruksi dan kerja kompresor udara yang sesuai dengan penggunaannya ✘ Prosedur pemeliharaan/ servis, perbaikan dan pengujian 	<ul style="list-style-type: none"> ✘ Bekerja hati-hati terhadap arus listrik dan tekanan udara. ✘ Air dalam kompresor dapat menimbulkan korosi dalam tangki ✘ Dilarang bermain dengan udara yang bertekanan 	<ul style="list-style-type: none"> ✘ Memahami prinsip kerja kompresor udara ✘ Memahami konstruksi dan cara kerja kompresor udara ✘ Mengetahui cara pemeliharaan/ servis, perbaikan dan pengujian kompresor udara 	<ul style="list-style-type: none"> ✘ Melaksanakan pemeliharaan secara berkala pada kompresor ✘ Melaksanakan perbaikan pada kompresor

F. CEK KEMAMPUAN

Sebelum mempelajari modul **OPKR-10-005B**, isilah dengan cek list (☐) kemampuan yang telah dimiliki siswa dengan sikap jujur dan dapat dipertanggung jawabkan :

Sub Kompetensi	Pernyataan	Jawaban		Bila jawaban 'Ya', kerjakan
		Ya	Tidak	
1. Memelihara/ servis kompresor udara dan komponen-komponennya	Saya mampu memelihara/ servis kompresor udara dan komponen-komponennya dengan baik			Soal Tes Formatif 1.
2. Memperbaiki kompresor udara dan komponen-komponennya	Saya mampu melepas/ membongkar, mengganti, memperbaiki & merakit/ memasang kompresor udara & komponen-komponennya dengan baik			Soal Tes Formatif 2.

5

Apabila siswa menjawab **Tidak**, pelajari modul ini

BAB II PEMELAJARAN

A. RENCANA BELAJAR SISWA

Rencanakan setiap kegiatan belajar anda dengan mengisi tabel di bawah ini dan mintalah bukti belajar kepada guru jika telah selesai mempelajari setiap kegiatan belajar.

Jenis Kegiatan	Tanggal	Waktu	Tempat Belajar	Alasan Perubahan	Paraf Guru
1. Memelihara/ servis kompresor udara dan komponen-komponennya					
2. Memperbaiki kompresor udara dan komponen-komponennya					

B. KEGIATAN BELAJAR

1. Kegiatan Belajar 1 : Jenis-jenis dan cara kerja kompresor udara

a. Tujuan Kegiatan Belajar 1

- 1). Siswa dapat memahami jenis-jenis konstruksi kompresor udara dengan benar.
- 2). Siswa dapat memahami prinsip kerja/ cara kerja kompresor udara dengan benar.
- 3). Siswa dapat memahami cara instalasi/ pemasangan kompresor udara dengan benar.

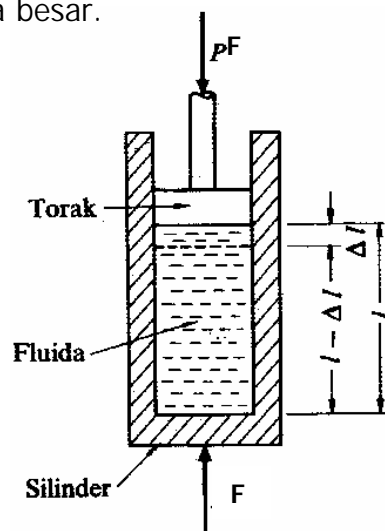
b. Uraian Materi 1

1) Prinsip Pengkompresian Fluida Gas/ Udara

Kompresor adalah pesawat/ mesin yang berfungsi untuk memampatkan atau menaikkan tekanan udara atau fluida gas atau memindahkan fluida gas dari suatu tekanan statis rendah ke suatu keadaan tekanan statis

yang lebih tinggi. Udara atau fluida gas yang diisap kompresor biasanya adalah udara/ fluida gas dari atmosfer walaupun banyak pula yang menghisap udara/ fluida gas spesifik dan bertekanan lebih tinggi dari atmosfer (kompresor berfungsi sebagai penguat atau *booster*). Kompresor ada pula yang mengisap udara/ fluida gas yang bertekanan lebih rendah daripada tekanan atmosfer yang biasa disebut pompa vakum.

Pemampatan fluida gas dapat dijelaskan dengan hukum Pascal yaitu tekanan yang dikenakan pada satu bagian fluida dalam wadah tertutup akan diteruskan ke segala arah sama besar.



Gambar 1. Kompresi fluida

Perhatikan Gb. 1 dimana fluida ditempatkan dalam silinder dengan luas penampang A dan panjang langkahnya l dan dikompresi dengan gaya F melalui sebuah piston, sehingga tekanan fluida di dalam silinder adalah :

$$p = \frac{F}{A}$$

Tekanan ini akan diteruskan ke semua titik dalam silinder dengan sama besar.

Jika fluida mempunyai volume awal V dan kemudian mengecil menjadi ΔV akibat kompresi regangan volumetrisnya adalah $\Delta V/V$, sedangkan tekanannya dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$p = K \frac{\Delta V}{V} = K \frac{\Delta l}{l} \quad (\text{jika } A \text{ tetap})$$

K adalah modulus bulk (curah) fluida. Pada fluida gas, modulus curah (K) tidak tetap harganya dan tergantung pada tekanan gas yang bersangkutan.

Hubungan antara tekanan dan volume gas dalam proses kompresi dapat diuraikan sebagai berikut. Jika selama kompresi, temperatur gas dijaga tetap (isothermal) maka pengecilan volume menjadi $\frac{1}{2}$ kali dan akan menaikkan tekanan 2 kali. Jadi pada proses kompresi isothermal tekanan akan berbanding terbalik dengan volume. Pernyataan ini disebut dengan hukum Boyle yang dinyatakan dengan persamaan :

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 = \text{tetap} \quad (p : \text{kgf/cm}^2 \text{ atau Pa dan } V : \text{m}^3)$$

Modulus bulk (K) pada gas berdasarkan persamaan di atas dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$K = \frac{dp}{\frac{\Delta v}{v}} = \gamma \cdot p$$

di mana γ : perbandingan panas jenis pada volume tetap dan tekanan tetap (c_p/c_v) dari gas yang bersangkutan
 p : tekanan mutlak gas

Untuk kasus seperti Gambar 1, U dapat dinyatakan sebagai :

$$U = A \int_{l_1}^{l_2} p \, dl$$

sehingga energi regangan U dapat ditulis :

$$U = A \int_{p_1}^{p_2} p \, dl = \frac{Al}{p_1} \int_{p_1}^{p_2} p \, dp = \frac{Al}{2} \int_{p_1}^{p_2} p \, dp$$

Jadi besarnya energi yang disimpan dalam proses pemampatan gas tergantung pada kenaikan tekanan p dan harga l . Besarnya energi yang tersimpan pada proses pemampatan zat padat, cair dan gas dengan volume ($A \times l$) yang sama, ditunjukkan pada tabel 1. sebagai berikut :

Tabel 1. Energi yang tersimpan pada proses kompresi

	Zat padat: baja keras	Zat cair: air		Gas: udara	
Rumus	(1.1)	(1.3)		(1.5)	
σ	$8 \times 10^4 \text{ kgf/m}^2$ { $780 \times 10^4 \text{ kPa}$ }	p	$8 \times 10^8 \text{ kgf/m}^2$ { $780 \times 10^4 \text{ kPa}$ }	Δp	$7 \times 10^4 \text{ kgf/m}^2$ { $690 \times 10^4 \text{ kPa}$ }
E	$2,1 \times 10^{10} \text{ kgf/m}^2$ { $206 \times 10^{10} \text{ kPa}$ }	K	$2,1 \times 10^8 \text{ kgf/m}^2$ { $206 \times 10^{10} \text{ kPa}$ }	p_1	10^4 kgf/m^2 { $98 \times 10^4 \text{ kPa}$ }
$\frac{\sigma^2}{2E}$	$1,5 \times 10^{-1} \text{ kgf/m}^2$ { $14,7 \text{ kPa}$ }	$\frac{p^2}{2K}$	15 kgf/m^2 { 1470 kPa }	p_2	$8 \times 10^4 \text{ kgf/m}^2$ { $780 \times 10^4 \text{ kPa}$ }
				κ	1,4
				$\frac{\Delta p}{\kappa}$	$5 \times 10^4 \text{ kgf/m}^2$ { $490 \times 10^4 \text{ kPa}$ }

Jadi harga untuk zat padat, cair dan gas adalah :

$$\frac{\sigma^2}{2E}, \frac{p^2}{2K} \text{ dan } \frac{p_2}{p_1}$$

dari harga-harga yang dipaparkan di atas nyatalah bahwa harga untuk fluida gas jauh lebih besar daripada yang lain. Hal itu menunjukkan bahwa fluida gas mempunyai

kemampuan besar untuk menyimpan energi persatuan volume dengan menaikkan tekanannya.

2) Udara Bertekanan dan Pemanfaatannya

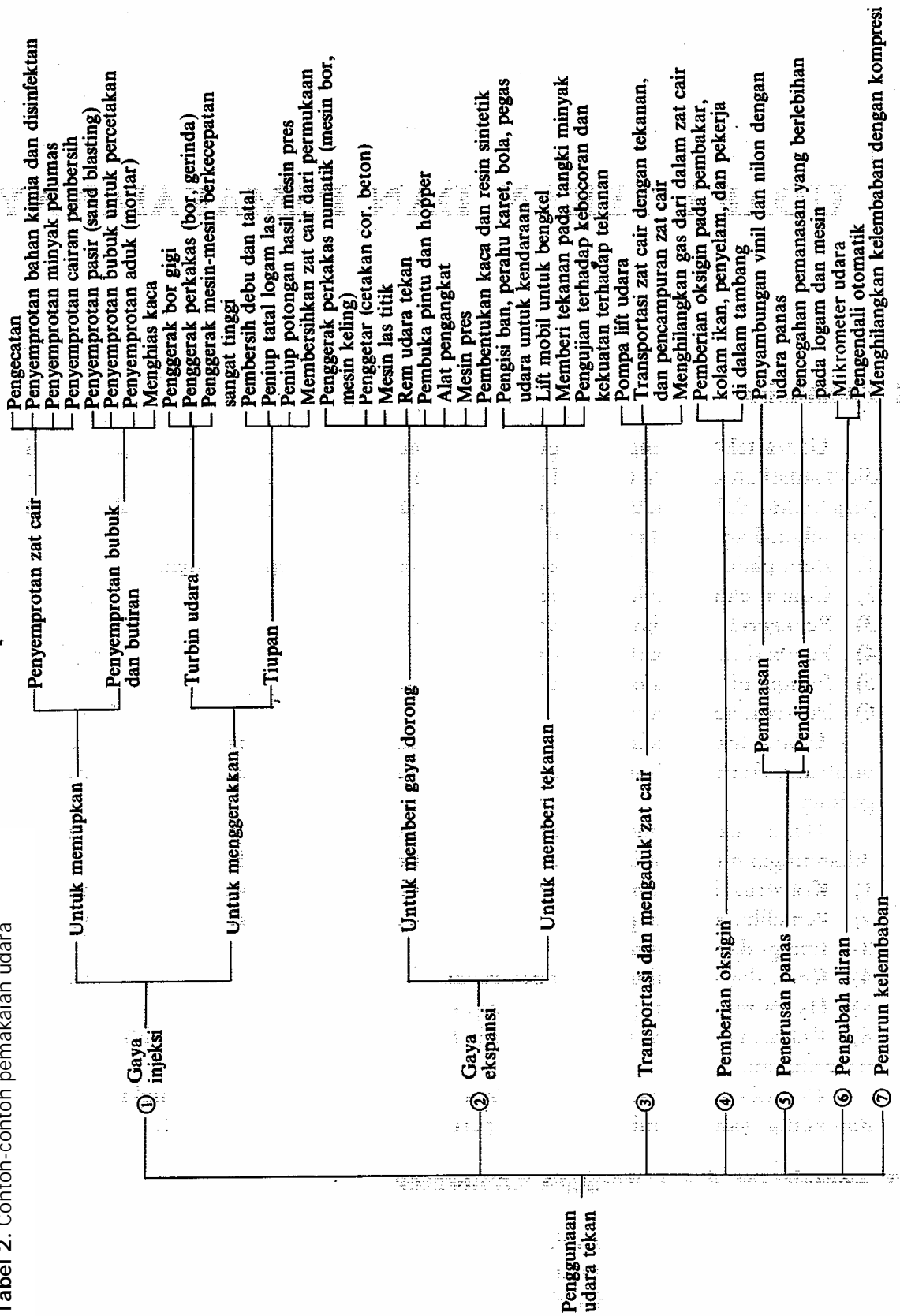
Udara bertekanan yang dihasilkan kompresor mempunyai beberapa kelebihan dibandingkan dengan tenaga listrik dan hidrolik, yang antara lain adalah :

- a) Konstruksi dan operasi mesin serta fasilitasnya adalah sangat sederhana
- b) Pemeliharaan dan pemeriksaan mesin dan peralatan dapat dilakukan dengan mudah
- c) Energi dapat disimpan
- d) Kerja dapat dilakukan dengan cepat
- e) Harga mesin dan peralatan relatif lebih murah
- f) Kebocoran udara yang dapat terjadi tidak membahayakan dan tidak menimbulkan pencemaran

Pemanfaatan udara bertekanan sangat banyak dan bervariasi, terutama sebagai sumber tenaga. Pada praktik dilapangan penggunaan udara bertekanan digolongkan menurut gaya dan akibat yang ditimbulkannya, seperti diuraikan dalam Tabel 2.

Pemilihan kompresor udara pada pemakaian perlu memperhatikan dan memahami karakteristik, konstruksi dan model kompresor udara serta faktor-faktor pendukungnya. Contoh-contoh pemakaian kompresor yang sesuai diperlihatkan pada Tabel 3.

Tabel 2. Contoh-contoh pemakaian udara



Tabel 3. Penggunaan dan pemilihan Kompresor

Industri	Kelas pemakaian	Pemakaian	Keterangan tentang pemakaian	Keterangan tentang kompresor yang dipilih
Pusat listrik; paberik gas	Listrik	Menyalakan dan mematikan CCB dan ABB		Pemboran dan tambang arang batu
		Kendali otomatis pada pembakar dalam ketel uap		Kompresor jenis bebas minyak
		Transportasi arang batu halus dengan tekanan; pembersihan debu	Sumber udara untuk konveyor numatik	
		Lain-lain: pembakar minyak berat	Penyemprotan minyak berat	Tekanan keluar 7-15 kg/cm ² (0,69-1,47 MPa)
		Penutup jelaga	Untuk menutup jelaga pada ketel uap	Tekanan keluar 20-35 kg/cm ² (1,96-3,43 MPa)
		Lift gas, transportasi gas dengan tekanan, mengisi bom, sumber udara untuk pengaturan		
		Pengendalian otomatis		Jenis bebas minyak
		Pengisian muck	Untuk mengisi muck ke dalam lubang bor pada arang batu atau mineral dengan mesin pengisi yang digerakkan oleh tekanan udara.	
		Lokomotif udara; motor udara	Sebagai penggerak mula di mana ada kemungkinan bahaya ledakan.	
		Rotor udara	Untuk mengeruk tanah dan memuatkannya ke atas kereta dalam tambang atau ke atas truk pada pekerjaan sipil.	
Tambang	Gas	Pengaduk	Untuk mengaduk dan memisahkan mineral dalam proses pemurnian emas dan tembaga.	
		Mesin bor, pemecah batu bara	Pemboran dan penambangan batu bara	
		Instalasi pertambangan, bor traktor		

berambung ...

lanjutan Tabel 3.

Industri	Kelas pemakaian	Pemakaian	Keterangan tentang pemakaian	Keterangan tentang kompresor yang dipilih
Keramik	Semen	Pengantongan, pengaduk Transportasi produk dan bahan mentah	Semen dimasukkan ke dalam kantong dengan tekanan udara. Sumber udara tekan untuk konveyor otomatis.	
	Kaca/gelas	Mesin pembuat botol, pembakar, pendinginan produk, pendinginan gelas yang dikeraskan	Sebagai sumber udara tekan untuk pembuatan gelas. Pada masa lampau orang menutup gelas dengan mulut. Tetapi sekarang digunakan udara tekan, kecuali untuk beberapa produk khusus.	
	Keramik	Pengeringan dan penyemprotan dalam proses pelapisan gelas, pendinginan produk		Kompresor jenis bebas minyak.
Pekerjaan sipil dan pembangunan gedung	Pekerjaan sipil	Penggetar beton	Untuk pemeroleh keseragaman dalam pengecoran beton; untuk memecahkan dinding, pondasi dan jalan beton.	Kompresor jenis portabel
		Penumbuk tiang pancang	Sebagai sumber udara tekan pada penumbuk tiang pancang.	
		Penyekat kebocoran air ke dalam terowongan	Untuk mencegah kebocoran air ke dalam terowongan di bawah laut atau sungai. Udara dimasukkan dengan tekanan yang lebih tinggi dari pada tekanan air dari luar terowongan.	Kompresor berukuran besar
		Pekerjaan caisson	Untuk mengurangi gesekan pada daerah yang digali untuk struktur.	
Pembangunan gedung		Crawler, mesin bor, penyemprot aduk		
		Palu paku, palu perapat, bor dan gergaji kayu, alat pengangkat, penyemprot aduk dan cat		Kompresor jenis portabel.

berambung ...

lanjutan Tabel 3.

Industri	Kelas pemakaian	Pemakaian	Keterangan tentang pemakaian	Keterangan tentang kompresor yang dipilih	
Transportasi	Otomobil	Palu udara tekan, pres, penyemprot cat, pemutar mur, pengangkat mobil, pemompa ban	Udara tekan disimpan dalam silinder udara.	Kompresor berkapasitas besar.	
	Bangunan kapal	Penyemprot cat, palu pengeling, penyemprot pasir, dll			
Industri logam	Pengecoran	Mesin pembuat cetakan, palu udara tekan, penyemprot pasir,	Untuk menjalankan mesin pengecoran otomatis.		
	Penempaan	Palu udara tekan			
	Pekerjaan plat logam	Pres Gerinda Pengendali otomatis Pengecatan			
Pekerjaan plat dan permukaan	Karet	Mesin pembentuk ban	Untuk menambahkan bebarang pada proses pembuatan ban	Kompresor jenis bebas minyak	
	Alat musik	Pengecatan dan pengeringan piano, organ, dll			
	Kayu lapis	Pres kayu lapis	Produksi kayu lapis		
	Plastik	Pres pembentuk			
	Pelapisan keramik	Penyemprot pasir		Untuk membersihkan karat sebelum pelapisan keramik.	
		Pembakar		Untuk pembakar di dalam tungku setelah pelapisan.	
	Pengisian logam panas	Penyemprotan logam			

berambung ...

lanjutan Tabel 3.

Industri	Kelas pemakaian	Pemakaian	Keterangan tentang pemakaian	Keterangan tentang kompresor yang dipilih
Makanan dan minuman	Pembuatan bir	Untuk mencampur bahan mentah pembuat bir		Kompresor jenis bebas minyak.
	Pembuatan minuman lunak	Mesin pengisi botol		
	Pengalengan	Mesin pemasang tutup botol		
	Pembuatan minyak dan saus	Untuk pengisian		
	Rokok	Untuk measang filter		
	Sumber air panas	Untuk menaikkan air panas dari sumbernya		
Pariwisata	Mesin pembuat saju		Efisiensinya lebih rendah dari pada pompa, tetapi tidak menimbulkan banyak kesulitan karena tidak ada bagian-bagian yang bergerak.	Kompresor bertekanan sedang dan bertkapasitas rendah.
	Kimia	Produksi vinil klorida dan ammonium sulfida	Saju buatan dapat dibuat pada kondisi -10°C dan 60% kelembaban udara luar	Air diubah menjadi kabut untuk menghasilkannya saju.
Kimia	Minyak bumi	Minyak sintetis	Kompresor jenis khusus sering dipakai	
		Pemindahan LPG dari kapal ke kereta api atau ke tangki dengan memberikan tekanan		
	Kimia	Pengaduk tangki kultur penisilin Pengisian dan pengangkutan bahan kimia dengan tekanan		Jenis bebas minyak.

berambung ...

lanjutan Tabel 3.

Industri	Kelas pemakaian	Pemakaian	Keterangan tentang pemakaian	Keterangan tentang kompresor yang dipilih
Transportasi	Konveyor otomatis	Semen		Kompresor jenis bebas minyak.
		Gandum		
		Kedele		
		Logam		
Alat presisi	Kamera Jam tangan Bantalan Instrumen Peralatan elektronik	Pengecatan, pelapisan, perakitan, pembersihan, pengadukan, pengujian		Kompresor jenis bebas minyak
Pertanian dan kehutanan		Pengergajian dengan mesin udara tekan		
		Penyemprotan bahan kimia		
Perikanan		Pembiakan ikan		
		Sirkulasi air		
Tekstil		Untuk mesin-mesin otomatis		Kompresor jenis bebas minyak
		Pengeringan dan pewarnaan		
		Pembersih		
Peralatan mekanik dan listrik		Perkakas berpengerak udara tekan		
		Pengecatan		
		Operasi otomatis		

berambung ...

lanjutan Tabel 3.

Industri	Kelas pemakaian	Pemakaian	Keterangan tentang pemakaian	Keterangan tentang kompresor yang dipilih
Kedokteran	Peralatan kedokteran			Kompresor jenis bebas minyak
Besi dan baja	Menyeluruh			
Keseluruhan	Kendali otomatis	Peralatan pengendali otomatis		Kompresor jenis bebas minyak.
	Fasilitas otomatisasi	Untuk penggerak silinder udara tekan		

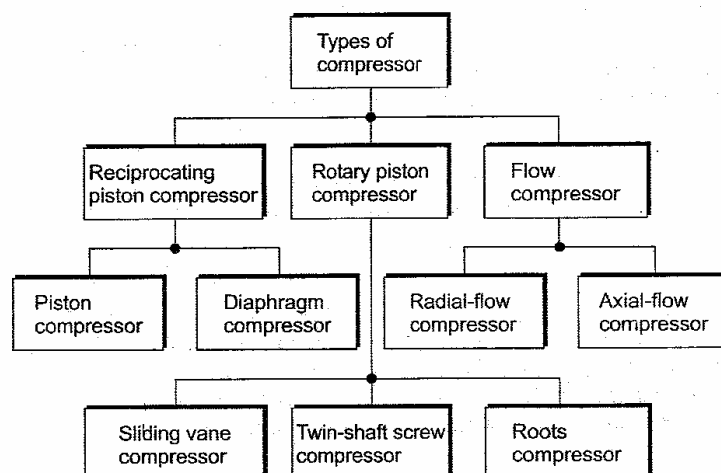
3) Klasifikasi dan Konstruksi Kompresor Udara

a) Klasifikasi Kompresor

Kompresor terdapat dalam berbagai jenis dan model, tergantung pada volume dan tekanan yang dihasilkan. Istilah kompresor banyak dipakai untuk yang bertekanan tinggi, blower untuk yang bertekanan menengah rendah dan fan untuk yang bertekanan sangat rendah.

Ditinjau dari cara pemampatan (kompresi) udara, kompresor terbagi dua yaitu jenis perpindahan dan jenis turbo. Jenis perpindahan adalah kompresor yang menaikkan tekanan dengan memperkecil atau memampatkan volume gas yang diisap ke dalam silinder atau stator oleh torak atau sudu, sedangkan jenis turbo menaikkan tekanan dan kecepatan gas dengan gaya sentrifugal yang ditimbulkan oleh impeller atau dengan gaya angkat (lift) yang ditimbulkan oleh sudu.

Klasifikasi kompresor udara dapat dicermati pada Gb. 2 berikut :



Gambar 2. Tipe-tipe kompresor

Ada juga yang mengklasifikasikan kompresor udara sebagai berikut :

Nama		Fan dan blower		Kompresor
		Fan (kipas)	Blower (peniup)	
Jenis	Tekanan	Kurang dari 1000 mm Air (9800 Pa)	1-10 m Air (9800 Pa-98 Pa)	Lebih dari 1 kg/cm ² (98 kPa)
	Jenis turbo	Jenis aksial		
Sudu banyak				
Jenis sentrifugal		Radial		
Turbo				
Jenis perpindahan (displacement)	Jenis putar (rotary)		Roots	
	Sudu luncur			
	Sekrup			
	Jenis bolak-balik			

Gambar 3. Klasifikasi kompresor

Kompresor juga dapat diklasifikasikan atas dasar konstruksinya seperti diuraikan sebagai berikut :

- (1) Klasifikasi berdasar jumlah tingkat kompresi (mis : satu tingkat, dua tingkat, ... , banyak tingkat)
- (2) Klasifikasi berdasarkan langkah kerja (mis : kerja tunggal/ *single acting* dan kerja ganda/ *double acting*)
- (3) Klasifikasi berdasarkan susunan silinder “khusus kompresor torak” (mis: mendatar, tegak, bentuk L, bentuk V, bentuk W, bentuk bintang dan lawanimbang/ *balans oposed*)
- (4) Klasifikasi berdasarkan cara pendinginan (mis : pendinginan air dan pendinginan udara)
- (5) Klasifikasi berdasarkan transmisi penggerak (mis: langsung, sabuk V dan roda gigi)
- (6) Klasifikasi berdasarkan penempatannya (mis : permanen/ *stationary* dan dapat dipindah-pindah/ *portable*)
- (7) Klasifikasi berdasarkan cara pelumasannya (mis : pelumasan minyak dan tanpa minyak)

b) Konstruksi Kompresor

Dalam modul ini hanya akan dibahas khusus konstruksi kompresor torak, karena pada umumnya kompresor udara yang digunakan pada bidang kerja otomotif skala menengah kecil adalah kompresor torak.

Kompresor torak atau kompresor bolak-balik pada dasarnya adalah merubah gerakan putar dari penggerak mula menjadi gerak bolak-balik torak/ piston. Gerakan ini diperoleh dengan menggunakan poros engkol dan batang penggerak yang menghasilkan gerak bolak-balik pada torak.

Gerakan torak akan menghisap udara ke dalam silinder dan memampatkannya. Langkah kerja kompresor torak hampir sama dengan konsep kerja motor torak yaitu:

(1). Langkah Isap

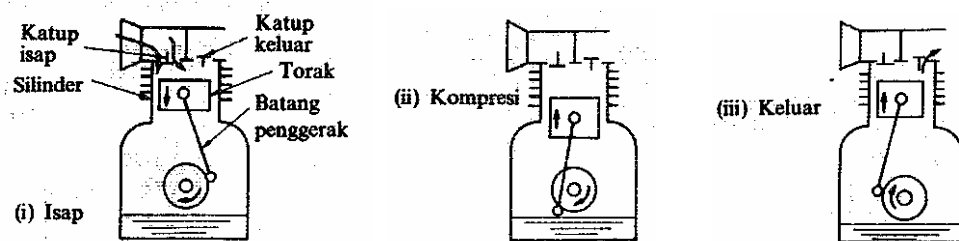
Langkah isap adalah bila poros engkol berputar searah putaran jarum jam, torak bergerak dari titik mati atas (TMA) ke titik mati bawah (TMB). Tekanan negatif terjadi pada ruangan di dalam silinder yang ditinggalkan torak sehingga katup isap terbuka oleh perbedaan tekanan dan udara terisap masuk ke silinder.

(2). Langkah Kompresi

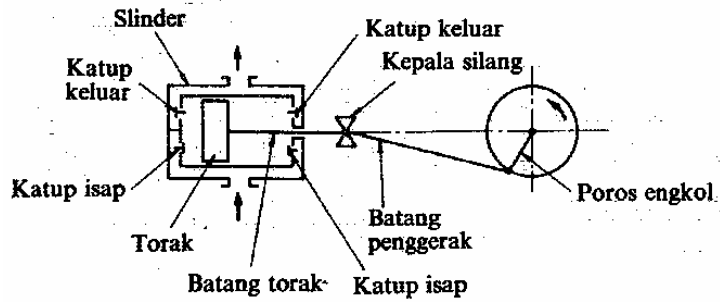
Langkah kompresi terjadi saat torak bergerak dari TMB ke TMA, katup isap dan katup buang tertutup sehingga udara dimampatkan dalam silinder

(3). Langkah Keluar

Bila torak meneruskan gerakannya ke TMA, tekanan di dalam silinder akan naik sehingga katup keluar akan terbuka oleh tekanan udara sehingga udara akan keluar.

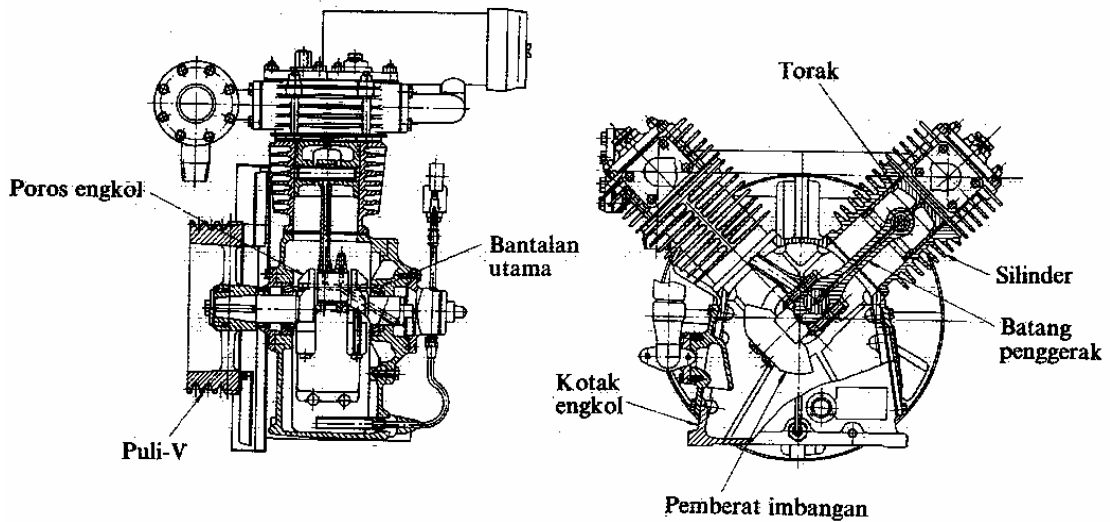


Gambar 4. Kompresor Kerja Tunggal

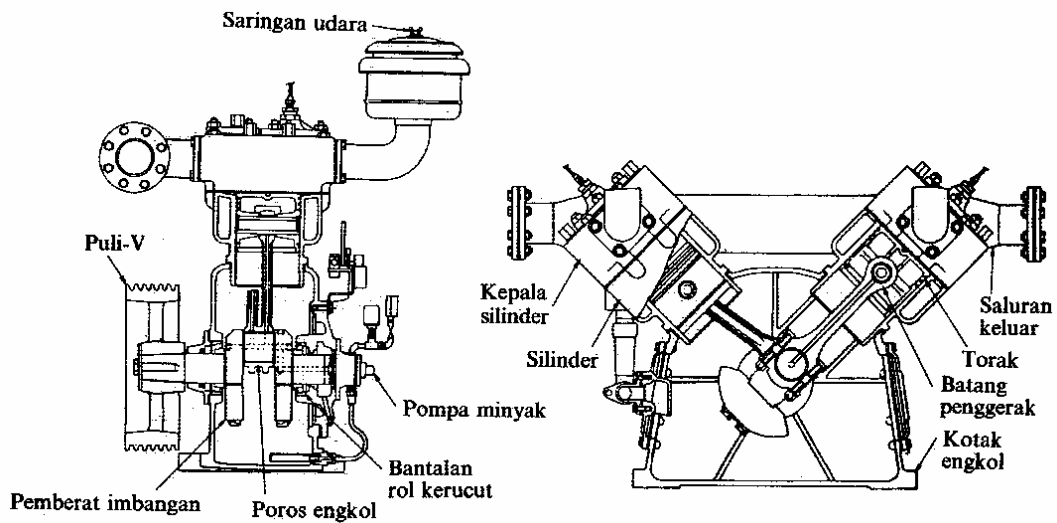


Gambar 5. Kompresor Kerja Ganda

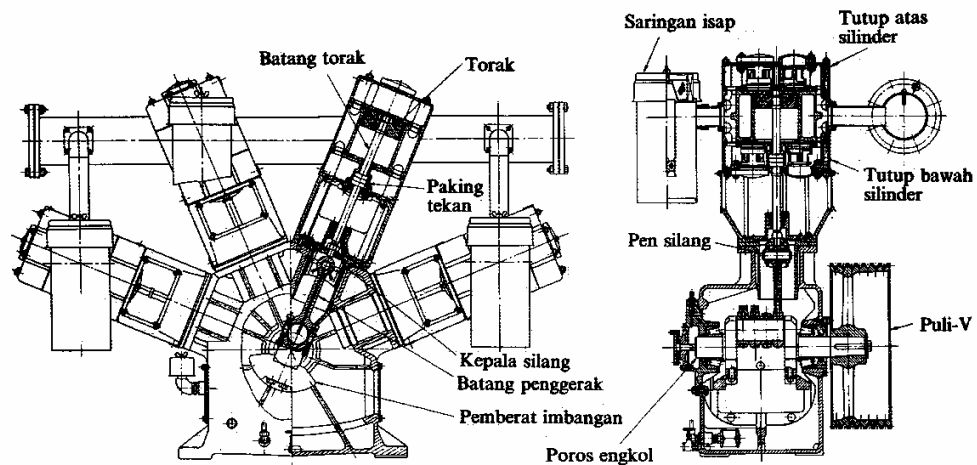
Profil detail konstruksi kompresor torak kerja tunggal dan kerja ganda dicontohkan pada gambar berikut :



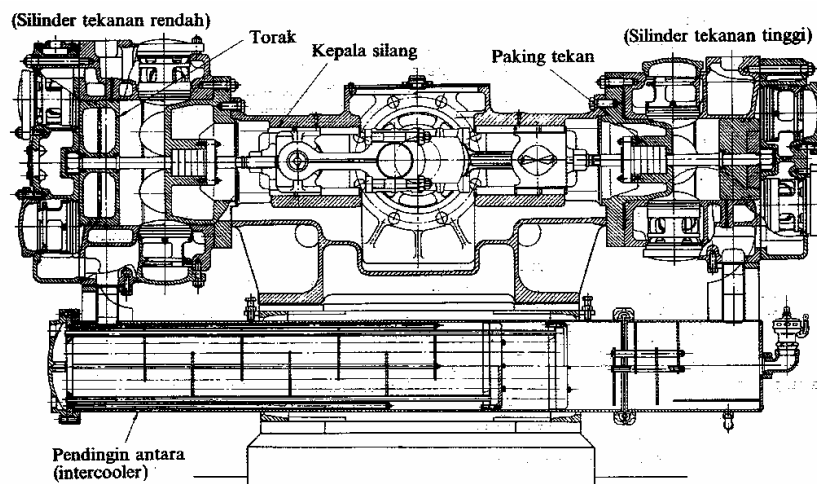
Gambar 6. Kompresor Kerja Tunggal 1 Tingkat Pendingin Udara



Gambar 7. Kompresor Kerja Tunggal 1 Tingkat Pendingin Air



Gambar 8. Kompresor Kerja Ganda 1 Tingkat



Gambar 9. Kompresor Kerja Ganda 2 Tingkat Lawan Imbang

Beberapa bagian dari konstruksi kompresor udara jenis torak/ piston antara lain meliputi silinder, kepala silinder, torak/ piston, batang torak, poros engkol, katup-katup, kotak engkol dan alat-alat bantu. Berikut ini akan diuraikan beberapa bagian utama dari kompresor torak.

a) Silinder dan Kepala Silinder

Silinder mempunyai bentuk silindris dan merupakan bejana kedap udara dimana torak bergerak bolak-balik untuk mengisap dan memampatkan udara.

Silinder harus kuat menahan beban tekanan yang ada. Silinder untuk tekanan kurang dari 50 kgf/cm^2 (4.9 Mpa) pada umumnya menggunakan besi cor sebagai bahan silindernya. Bagian dalam silinder diperhalus sebab cincin torak akan meluncur pada permukaan dalam silinder. Dinding bagian luar silinder diberi sirip-sirip untuk memperluas permukaan sehingga lebih cepat/kuat memancarkan panas yang timbul dari proses kompresi di dalam silinder. Kompresor dengan pendingin air diperlengkapi dengan selubung air di dinding luar silinder.

Kepala silinder terbagi menjadi dua bagian, satu bagian sisi isap dan satu bagian sisi tekan. Sisi isap dilengkapi dengan katup isap dan sisi tekan dilengkapi dengan katup tekan. Pada kompresor kerja ganda terdapat dua kepala silinder, yaitu kepala silinder atas dan kepala silinder bawah. Kepala silinder juga harus menahan tekanan sehingga bahan pembuatnya adalah besi cor. Bagian dinding luarnya diberi sirip-sirip pendingin atau selubung air pendingin.

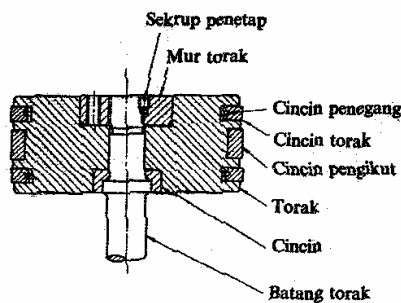
b) Torak dan cincin torak

Torak merupakan komponen yang bertugas untuk melakukan kompresi terhadap udara/ gas, sehingga torak harus kuat menahan tekanan dan panas. Torak juga harus dibuat seringan mungkin untuk mengurangi gaya inersia dan getaran.

Cincin torak dipasangkan pada alur-alur torak dan berfungsi sebagai perapat antara torak dan dinding silinder. Jumlah cincin torak bervariasi tergantung

perbedaan tekanan sisi atas dan sisi bawah torak. Pemakaian 2 s.d. 4 cincin torak biasanya dipakai pada kompresor dengan tekanan kurang dari 10 kgf/cm².

Pada kompresor tegak dengan pelumasan minyak, pada torak dipasangkan sebuah cincin pengikis minyak yang dipasang pada alur terbawah. Sedangkan pada kompresor tanpa pelumasan, cincin torak dibuat dari bahan yang spesifik yaitu karbon atau teflon.

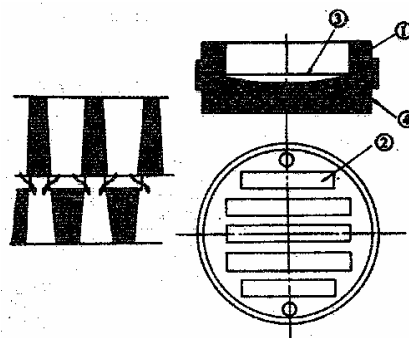


Gambar 10. Konstruksi torak kompresor bebas minyak

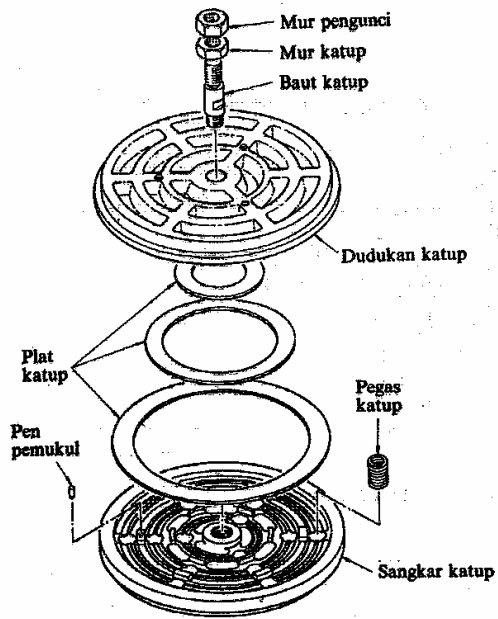
c) Katup-Katup

Katup-katup pada kompresor membuka dan menutup secara otomatis tanpa mekanisme penggerak katup. Pembukaan dan penutupan katup tergantung dari perbedaan tekanan yang terjadi antara bagian dalam dan bagian luar silinder.

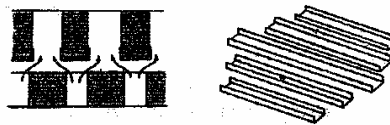
Jenis-jenis katup yang biasa digunakan adalah jenis katup pita, katup cincin, katup kanal dan katup kepak.



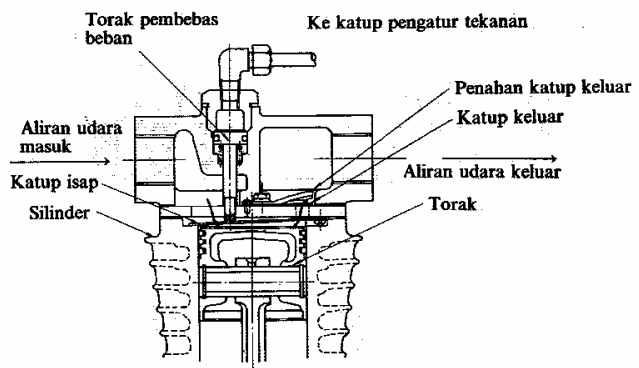
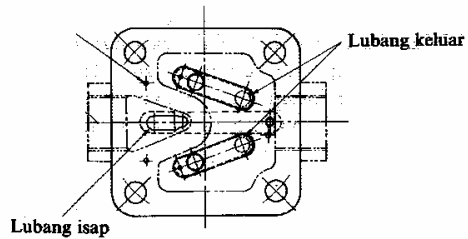
Gambar 11. Konstruksi Katup Pita (*Reed Valve*)



Gambar 12. Konstruksi Katup Cincin



Gambar 13. Konstruksi Katup Kanal



Gambar 14. Konstruksi Katup Kepak

d) Poros Engkol dan Batang Torak

Poros engkol dan batang torak mempunyai fungsi utama untuk mengubah gerakan putar menjadi gerak bolak-balik. Secara konstruksi, poros engkol dan batang torak kompresor hampir sama dengan yang terdapat pada motor bakar. Ujung poros engkol berhubungan dengan transmisi daya dari sumber penggerak. Poros engkol dan batang torak biasa terbuat dari baja tempa.

e) Kotak Engkol

Kotak engkol adalah sebagai blok mesinnya kompresor yang berfungsi sebagaiudukan bantalan engkol yang bekerja menahan beban inersia dari masa yang bergerak bolak-balik serta gaya pada torak. Pada kompresor dengan pelumasan minyak kotak engkol sekaligus sebagai tempat/ bak penampung minyak pelumas.

f) Pengatur Kapasitas

Volume udara yang dihasilkan kompresor harus sesuai dengan kebutuhan. Jika kompresor terus bekerja maka tekanan dan volume udara akan terus meningkat melebihi kebutuhan dan berbahaya terhadap peralatan. Untuk mengatur batas volume dan tekanan yang dihasilkan kompresor digunakan alat yang biasa disebut pembebas beban (*unloader*).

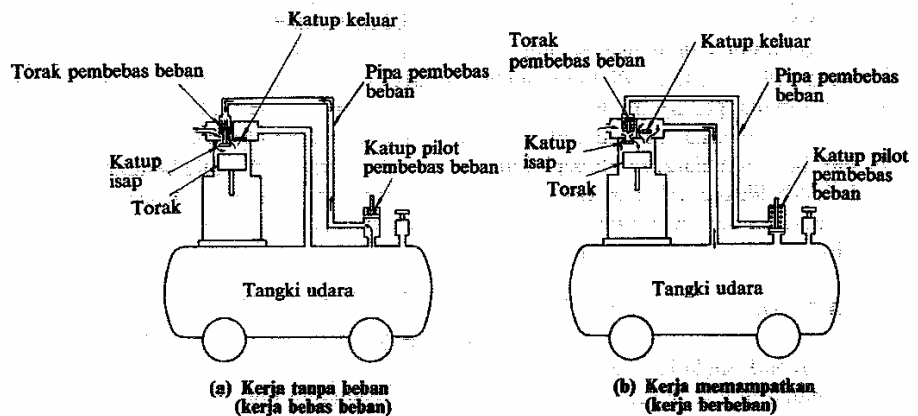
Pembebas beban dapat digolongkan menurut azas kerjanya yaitu : pembebas beban katup isap, pembebas beban celah katup, pembebas beban trotel isap dan pembebas beban dengan pemutus otomatis. Pembebas

beban yang difungsikan untuk memperingan beban pada waktu kompresor distart agar penggerak mula dapat berjalan lancar dinamakan pembebas beban awal.

Adapun ciri-ciri, cara kerja, dan pemakaian berbagai jenis pembebas beban tersebut di atas adalah sebagai berikut.

(1). Pembebas beban katup isap

Jenis ini sering dipakai pada kompresor kecil atau sedang. Cara ini menggunakan katup isap di mana plat katupnya dapat dibuka terus pada langkah isap maupun langkah kompresi sehingga udara dapat bergerak keluar masuk silinder secara bebas melalui katup ini tanpa terjadi kompresi. Hal ini berlangsung sebagai berikut.



Gambar 15. Kerja pembebas beban katup isap

Jika kompresor bekerja maka udara akan mengisi tangki udara sehingga tekanannya akan naik sedikit demi sedikit. Tekanan ini disalurkan ke bagian bawah katup pilot dari pembebas beban. Jika tekanan di dalam tangki udara masih rendah, maka katup akan tetap tertutup karena pegas atas dari katup pilot dapat mengatasi tekanan tersebut.

Namun jika tekanan di dalam tangki udara naik sehingga dapat mengatasi gaya pegas tadi maka katup isap akan didorong sampai terbuka. Udara tekan akan mengalir melalui pipa pembebas beban dan menekan torak pembebas beban pada tutup silinder ke bawah. Maka katup isap akan terbuka dan operasi tanpa beban mulai.

Selama kompresor bekerja tanpa beban, tekanan di dalam tangki udara akan menurun terus karena udara dipakai sedangkan penambahan udara dari kompresor tidak ada. Jika tekanan turun melebihi batas maka gaya pegas dari katup pilot akan mengalahkan gaya dari tekanan tangki udara. Maka katup pilot akan jatuh, laluan udara tertutup, dan tekanan di dalam pipa pembebas beban menjadi sama dengan tekanan atmosfer.

Dengan demikian torak pembebas beban akan terangkat oleh gaya pegas, katup isap kembali pada posisi normal, dan kompresor bekerja mengisap dan memampatkan udara.

(2).Pembebas beban dengan pemutus otomatis

Jenis ini dipakai untuk kompresor-kompresor yang relatif kecil, kurang dari 7,5 kW. Di sini dipakai tombol tekanan (*pressure switch*) yang dipasang di tangki udara. Motor penggerak akan dihentikan oleh tombol tekanan ini secara otomatis bila tekanan udara di dalam tangki udara melebihi batas tertentu. Sebaliknya jika tekanan di dalam tangki udara turun sampai di bawah batas minimal yang ditetapkan, maka tombol akan

tertutup dan motor akan hidup kembali.

Pembebas beban jenis ini banyak dipakai pada kompresor kecil sebab katup isap pembebas beban yang berukuran kecil agak sukar dibuat. Selain itu motor berdaya kecil dapat dengan mudah dihidupkan dan dimatikan dengan tombol tekanan

g) Pelumasan

Bagian-bagian kompresor torak yang memerlukan pelumasan adalah bagian-bagian yang saling meluncur seperti silinder, torak, kepala silang, metal-metal bantalan batang penggerak dan bantalan utama. Tujuan pelumasan adalah untuk mencegah keausan, merapatkan cincin torak dan paking, mendinginkan bagian-bagian yang saling bergesek, dan mencegah pengkaratan.

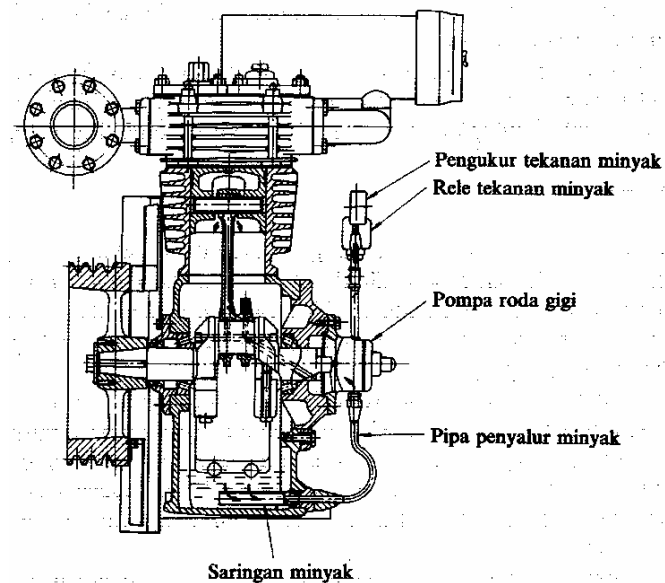
Pada kompresor kerja tunggal yang biasanya dipergunakan sebagai kompresor berukuran kecil, pelumasan kotak engkol dan silinder disatukan. Sebaliknya kompresor kerja ganda yang biasanya dibuat untuk ukuran sedang dan besar dimana silinder dipisah dari rangka oleh paking tekan, maka harus dilumasi secara terpisah. Dalam hal ini pelumasan untuk silinder disebut pelumasan dalam dan pelumasan untuk rangkanya disebut pelumasan luar.

Untuk kompresor kerja tunggal yang berukuran kecil, pelumasan dalam maupun pelumasan luar dilakukan secara bersama dengan cara pelumasan percik atau dengan pompa pelumas jenis rocla gigi.

Pelumasan percik, menggunakan tuas pemercik

minyak yang dipasang pada ujung besar batang penggerak. Tuas ini akan menyerempet permukaan minyak di dasar kotak engkol sehingga minyak akan terpercik ke silinder dan bagian lain dalam kotak engkol. Metoda pelumasan paksa menggunakan pompa roda gigi yang dipasang pada ujung poros engkol.

Putaran poros engkol akan diteruskan ke poros pompa ini melalui sebuah kopling jenis Oldham. Minyak pelumas mengalir melalui saringan minyak oleh isapan pompa. Oleh pompa tekanan minyak dinaikkan sampai mencapai harga tertentu lalu dialirkan ke semua bagian yang memerlukan melalui saluran di dalam poros engkol dan batang penggerak.

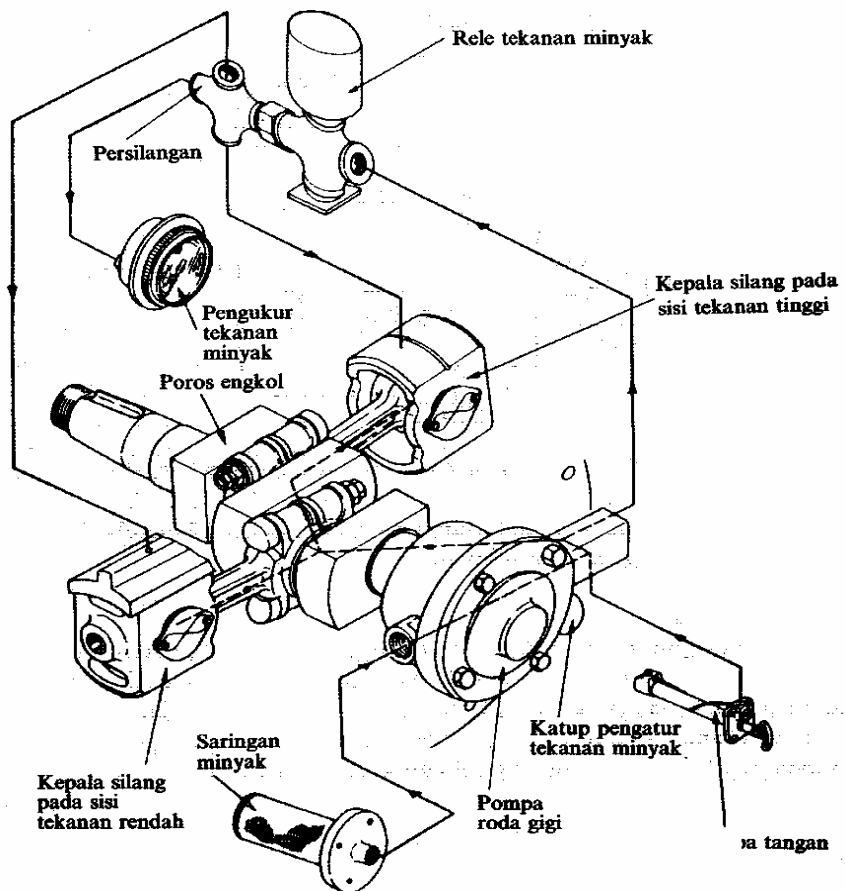


Gambar 16. Pelumasan Paksa

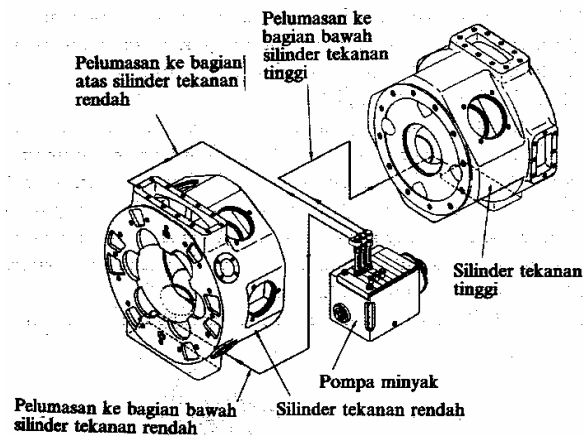
Sebuah katup pembatas tekanan untuk membatasi tekanan minyak dipasang pada sisi keluar pompa roda gigi. Kompresor berukuran sedang dan besar menggunakan pelumasan dalam yang dilakukan dengan

pompa minyak jenis plunyer secara terpisah. Adapun pelumasan luarnya dilakukan dengan pompa roda gigi yang dipasang pada ujung poros engkol.

Pompa roda gigi harus dipancing sebelum dapat bekerja. Untuk itu disediakan pompa tangan yang dipasang paralel dengan pompa roda gigi. Pada jalur pipa minyak pelumas juga perlu dipasang rele tekanan. Rele ini akan bekerja secara otomatis menghentikan kompresor jika terjadi penurunan tekanan minyak sampai di bawah batas minimum. Jika pompa mengisap udara, karena tempat minyak kosong atau permukaannya terlalu rendah maka rele akan bekerja dan kompresor berhenti



Gambar 17. Sistem Pelumas Minyak Luar



Gambar 18. Sistem Pelumas Minyak Dalam

h) Peralatan Pembantu

Untuk dapat bekerja dengan sempurna, kompresor dilengkapi dengan beberapa peralatan pembantu yang antara lain adalah sebagai berikut.

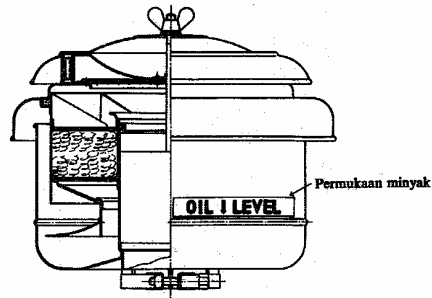
(1) Saringan udara

Jika udara yang diisap kompresor mengandung banyak debu maka silinder dan cincin torak akan cepat aus bahkan dapat terbakar. Karena itu kompresor harus dilengkapi dengan saringan udara yang dipasang pada sisi isapnya.

Saringan yang banyak dipakai saat ini terdiri dari tabung-tabung penyaring yang berdiameter 10 mm dan panjangnya 10 mm. Tabung ini ditempatkan di dalam kotak berlubang-lubang atau keranjang kawat, yang dicelupkan dalam genangan minyak. Udara yang diisap kompresor harus mengalir melalui minyak dan tabung yang lembab oleh minyak.

Dengan demikian jika ada debu yang terbawa akan melekat pada saringan sehingga udara yang masuk kompresor menjadi bersih. Aliran melalui saringan

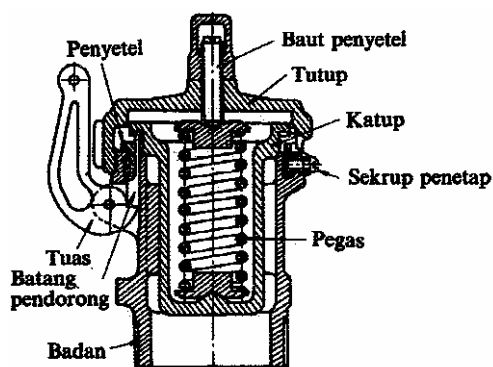
tersebut sangat turbulen dan arahnya membalik hingga sebagian besar dari partikel-partikel debu akan tertangkap di sini.



Gambar 19. Saringan udara tipe genangan minyak

(2) Katup pengaman

Katup pengaman harus dipasang pada pipa keluar dari setiap tingkat kompresor. Katup ini harus membuka dan membuang udara ke luar jika tekanan melebihi 1,2 kali tekanan normal maksimum dari kompresor. Pengeluaran udara harus berhenti secara tepat jika tekanan sudah kembali sangat dekat pada tekanan normal maksimum.



Gambar 20. Katup Pengaman

(3) Tangki udara

Tangki udara dipakai untuk menyimpan udara tekan agar apabila ada kebutuhan udara tekan yang

berubah-ubah jumlahnya dapat dilayani dengan lancar. Dalam hal kompresor torak di mana udara dikeluarkan secara berfluktuasi, tangki udara akan memperhalus aliran. Selain itu, udara yang disimpan di dalam tangki udara akan mengalami pendinginan secara pelan-pelan dan uap air yang mengembun dapat terkumpul di dasar tangki untuk sewaktu-waktu dibuang. Dengan demikian udara yang disalurkan ke pemakai selain sudah dingin, juga tidak lembab.



Gambar 21. Unit Kompresor dengan Tangki Udara

(4) Peralatan Pembantu

Kompresor untuk keperluan-keperluan khusus sering dilengkapi peralatan bantu antara lain : peredam bunyi, pendingin akhir, pengering, menara pendingin dan sebagainya sesuai dengan kebutuhan spesifik yang dibutuhkan sistem.

(5) Peralatan pengaman yang lain

Kompresor juga memiliki alat-alat pengaman berikut ini untuk menghindari dari kecelakaan.

? alat penunjuk tekanan, rele tekanan udara dan rele tekanan minyak

- ? alat penunjuk temperatur dan rele thermal (temperatur udara keluar, temperatur udara masuk, temperatur air pendingin, temperatur minyak dan temperatur bantalan.
- ? Rele aliran air (mendeteksi aliran yang berkurang/berhenti.

4) Penentuan Spesifikasi Kompresor Udara

a) Perhitungan daya kompresor

Daya yang diperlukan untuk menggerakkan kompresor dapat dihitung sebagaimana contoh berikut:

Misal : kompresor torak satu tingkat dengan efisiensi volumetris 63%, piston displacement 7.94 m³/min memampatkan udara standar menjadi 7 kgf/cm² (g). Jika efisiensi adiabatik keseluruhan ± 70%, berapakah daya motor penggerak kompresor?

$$\begin{aligned}
 Q_s &= \eta_v \cdot Q_{th} \\
 &= (0.63) (7.94) \\
 &= 5 \text{ m}^3/\text{min}
 \end{aligned}$$

untuk memampatkan 1 m³/min udara standar menjadi 7 kgf/cm² (g) dengan kompresor 1 tingkat menurut tabel memerlukan daya adiabatik teoritis 4.7074 kW, sehingga laju volume udara total sebesar 5 m³/min akan diperlukan daya sebesar

$$L_{ad} = 5 \times 4.7074 = 23.5 \text{ kW}$$

dengan efisiensi adiabatik total sebesar 70% maka daya poros yang diperlukan kompresor adalah :

$$L_s = \frac{L_{ad}}{\eta_{ad}} = \frac{23.5}{0.7} = 33.6 \text{ kW}$$

daya motor penggerak kompresor harus diambil sebesar 5 s.d. 10% di atas hasil perhitungan tersebut, sehingga

jika diambil maksimal maka akan didapatkan daya motor yang diperlukan adalah 37 kW.

b) Jenis penggerak dan transmisi daya

Penggerak kompresor pada umumnya memakai motor listrik atau motor bakar torak.

(1) Motor Listrik

Motor listrik pada umumnya diklasifikasikan menjadi dua yaitu motor induksi dan motor sinkron. Motor induksi mempunyai faktor daya dan efisiensi lebih rendah dibanding dengan motor sinkron. Arus awal induksi juga sangat besar. Namun motor induksi s.d. 600 kW masih banyak dipakai karena harganya yang relatif murah dan pemeliharaannya mudah.

Motor listrik induksi terdapat 2 jenis yaitu jenis sangkar bajing (*squirrel-cage*) dan jenis rotor lilit (*wound rotor*). Motor listrik tipe sangkar bajing lebih banyak digunakan karena mudah pemeliharaannya.

Motor listrik jenis sinkron mempunyai faktor daya dan efisiensi yang tinggi, namun harganya mahal, sehingga jika pemakaian daya tidak merupakan faktor yang sangat menentukan, motor jenis ini jarang digunakan. Motor ini banyak digunakan pada industri yang membutuhkan tekanan udara yang besar.

Karakteristik starter pada motor listrik bermacam-macam tergantung pada momen awal, kapasitas sumber tenaga (listrik) yang ada dan pengaruh arus awal pada sistem distribusi daya yang ada. Berikut tabel karakteristik start beberapa motor listrik.

Tabel 4. Karakteristik start motor listrik

Motor		Starter	Momen awal (%)	Arus awal (%)	Harga
Motor induksi	Sangkar bajing	Tanpa starter (tegangan penuh)	100	500	Murah
	Jenis rotor lilit	Reaktor	40	400	Sedang
		Kompensator	40	200	Mahal
		Resistor sekunder	100	150	Paling mahal
Motor sinkron		Tanpa starter (tegangan penuh)	50-60	500	Murah
		Reaktor	20-30	400	Sedang
		Kompensator	20-30	200	Mahal

(2) Motor Bakar Torak

Motor bakar biasa dipergunakan sebagai penggerak kompresor bila tidak tersedia sumber listrik di tempat pemasangan kompresor, atau memang diinginkan sebagai kompresor portable. Motor bensin biasa digunakan pada daya s.d. 5.5 kW, sedangkan untuk daya yang lebih besar biasa digunakan motor diesel.

Daya dari motor penggerak, baik motor listrik maupun motor bakar harus ditransmisikan ke poros kompresor untuk supaya kompresor bekerja. Beberapa transmisi daya pada penggerak motor listrik antara lain : V-belt, kopling tetap dan rotor terpadu, sedangkan pada penggerak motor bakar transmisi daya menggunakan V-belt, kopling tetap dan atau kopling gesek.

V-belt atau sabuk-V mempunyai keuntungan putaran kompresor dapat dipilih bebas sehingga dapat dipakai motor putaran tinggi, namun memiliki kerugian daya akibat slip antara puli dan sabuk serta memerlukan ruangan yang besar untuk pemasangan. Transmisi model ini banyak digunakan pada kompresor kecil dengan daya kurang dari 75 kW.

Kopling tetap mempunyai efisiensi yang tinggi serta pemeliharannya lebih mudah, namun transmisi ini memerlukan motor dengan putaran rendah yang umumnya harganya mahal. Transmisi daya model ini hanya dipakai jika memang diperlukan daya yang besar antara 150 kW s.d. 450 kW.

Rotor terpadu merupakan penggabungan poros engkol kompresor dengan poros motor penggerak sehingga konstruksinya kompak, tidak banyak memerlukan ruang dan pemeliharannya lebih mudah. Namun transmisi daya model ini memerlukan desain motor penggerak yang khusus.

Kopling gesek digunakan untuk memungkinkan motor dapat distart tanpa beban dengan membuka kopling. Kerugian transmisi daya model ini adalah memerlukan kopling yang besar untuk kompresor dengan fluktuasi (perubahan) momen puntir yang besar.

c) Penentuan spesifikasi

Angka terpenting dalam mencermati spesifikasi kompresor adalah laju volume gas yang dikeluarkan dan tekanan kerjanya. Jika kedua faktor itu sudah ditentukan, daya kompresor dihitung dengan pendekatan contoh perhitungan daya yang telah diuraikan di depan.

Pembelian kompresor perlu diperhatikan dengan jelas tujuan penggunaan dan persyaratan-persyaratannya. Hal-hal berikut perlu diperhatikan dalam pembelian kompresor, yaitu :

- (1) Maksud/ tujuan penggunaan kompresor
- (2) Tekanan isap

- (3) Tekanan keluar
- (4) Jenis dan sifat gas yang ditangani
- (5) Temperatur dan kelembaban gas
- (6) Kapasitas aliran gas yang diperlukan
- (7) Peralatan untuk mengatur kapasitas (jenis, otomatis atau manual, bertingkat banyak)
- (8) Cara pendinginan (dengan udara atau air), muka, temperatur dan tekanan air pendingin, bila digunakan pendingin air.
- (9) Sumber tenaga (frekuensi, tegangan dan kapasitas daya)
- (10) Kondisi lingkungan tempat instalasi
- (11) Jenis penggerak/ sumber tenaga kompresor (motor listrik atau motor bakar)
- (12) Putaran penggerak mula
- (13) Jenis kompresor (pelumas minyak atau bebas minyak, kompresor torak atau putar, jumlah tingkat kompresi, permanen atau portable, dll.)
- (14) Jumlah kompresor

Beberapa hal lain yang harus dipertimbangkan dalam memilih suatu kompresor adalah :

- (1) Biaya investasi (harga kompresor, motor penggerak, peralatan dan instalasi listrik, peralatan pembantu, biaya pembangunan gedung, pondasim dan lain-lain)
- (2) Biaya operasi (biaya tenaga listrik, bahan bakar, minyak pelumas dan air pendingin)
- (3) Biaya pemeliharaan (biaya penggantian suku cadang, perbaikan dan overhaul)

Kompresor dengan daya s.d. 300 kW biasanya banyak tersedia dipasaran (diproduksi massal) sehingga harganya relatif murah, dapat didapatkan dengan mudah, suku cadang mudah didapat dan ekonomis.

Pemilihan bahan untuk bagian-bagian yang bersinggungan dengan zat yang korosif harus sangat diperhitungkan, karena akan mempengaruhi umur pemakaian. Pada sistem pendingin air jika yang digunakan adalah air tawar bersih dapat digunakan bahan pipa baja galvanis, pipa tembaga atau pipa tembaga nikel. Pendingin dengan air tawar kotor atau air laut sebaiknya pipa tembaga nikel yang dipakai. Sedangkan bagian pipa yang berkaitan dengan gas yang dipindahkan, berikut ditampilkan Tabel 5. Gas yang diberi tanda "x" berarti korosif terhadap logam tersebut.

Tabel 5. Jenis-jenis gas yang korosif terhadap bahan

Jenis gas Bahan	Asetilin	Hidrogen sulfida	Gas asam belerang	Gas klor	Oksigin	Gas asam	Gas yang mengand- ung logam alkali atau karbonat
Tembaga	x	x	x	x	x	x	
Besi dan besi cor				x	x	x	
Paduan aluminium				x	x	x	x
Karet		x	x	x			

5) Instalasi Kompresor Udara

a) Pemilihan Tempat

Tempat instalasi kompresor harus dipilih berdasarkan beberapa kriteria sebagai berikut :

- (1) Instalasi kompresor harus dipasang sedekat mungkin dengan tempat-tempat yang memerlukan udara bertekanan.

- (2) Lingkungan instalasi kompresor tidak boleh ada gas yang mudah terbakar atau zat yang mudah meledak.
- (3) Lingkungan instalasi kompresor harus memungkinkan dilakukan pemeliharaan dan pemeriksaan dan perbaikan dengan mudah dan leluasa.
- (4) Ruang tempat instalasi kompresor harus terang, luas dan berventilasi baik.
- (5) Temperatur ruangan instalasi kompresor harus lebih rendah dari 40°C.
- (6) Instalasi kompresor harus di tempat yang terlindung, seperti ruangan atau dalam gedung.

b) Kondisi Pengisapan

Pengisapan udara dari atmosfer atau udara lingkungan perlu memperhatikan hal-hal sebagai berikut:

- (1) Temperatur udara yang diisap harus dijaga serendah mungkin dan tidak boleh lebih panas dari 40°C
- (2) Kandungan debu dan partikel kotoran disekitar tempat/ saluran isap harus dijaga sekecil mungkin
- (3) Udara yang diisap harus sekering mungkin

Pedoman tentang langkah-langkah yang penting dan perlu diperhatikan sehubungan penempatan instalasi kompresor diuraikan dalam Tabel 6.

c) Pondasi dan Pemasangan

Pondasi digunakan untuk menjaga agar kerja kompresor optimal dan membuat umur pemakaian kompresor panjang. Pondasi yang baik mampu meredam

getaran, membuat perawatan dan perbaikan mudah. Pedoman pembuatan pondasi dan pemasangan instalasi diuraikan dalam Tabel 7.

d) Pemipaan

Kompresor besar atau kompresor permanen memerlukan pemipaan untuk menyalurkan udara bertekanan kepada peralatan pemakai. Pemipaan memerlukan kerja yang cermat dan teliti, karena pemasangan yang tidak benar dapat menimbulkan retakan dan kerusakan yang lain. Pipa yang diperlukan dalam instalasi antara lain : pipa keluar, pipa pembebas beban dan pipa pendinginan. Penanganan masing-masing pipa adalah sebagai berikut:

(1) Pipa Keluar

Hal-hal yang perlu diperhatikan pada penanganan pipa keluar adalah :

- (a) Bahan pipa yang berminyak, karatan, berlapis terarang batu atau cat tidak boleh dipakai
- (b) Untuk menyambung pipa keluar harus dipergunakan sambungan flens las
- (c) Jika pipa keluar, mulai dari kompresor s.d. tangki udara atau pendingin akhir, beresonansi dengan pulsasi udara keluar maka akan timbul berbagai akibat yang negatip antara lain bunyi yang keras dan getaran pada pemipaan yang akan memperpendek umur kompresor serta menurunkan performansi dan efisiensi. Frekuensi pribadi kolom udara di dalam pipa keluar dapat ditaksir dengan rumus berikut ini :

$$f = \frac{2m + 1}{4L} a$$

Dimana,

- f : frekuensi pribadi kolom udara (1/s)
- L : panjang ekivalen pipa = $L_p + L_v$ (m)
- L_v : panjang pipa yang dikonversikan (m)
= volume ruang keluar kompresor/ luas penampang = V/A
- m : 1,2,3,...
- a : kec. suara dalam udara/gas (m/s)

Frekuensi pribadi f ini tidak boleh sama dengan frekuensi denyutan tekanan yang ditimbulkan rotor kompresor maupun dengan frekuensi pribadi dari struktur pipa keluar, agar tidak terjadi resonansi.

- (d) Temperatur udara keluar pada umumnya berkisar antara 140 s,d, 180°C, sehingga pipa keluar harus mampu menampung pemuaian yang terjadi. Jika pipa sangat panjang, diperlukan dua atau satu belokan luwes untuk membuat pipa lebih elastis.
- (e) Sebuah pendingin akhir harus dipasang sedekat mungkin dengan kompresor untuk mengurangi pemuaian thermal pada pipa dan memperkecil kandungan air di dalam udara bertekanan.
- (f) Pipa harus ditumpu untuk mencegah getaran
- (g) Pada pipa keluar tidak boleh dipasang katup penutup. Jika penggunaan katup penutup tidak bisa dihindari maka diantara kompresor dan katup penutup harus dipasang katup pengaman dengan kapasitas yang cukup.

Langkah-langkah pengamanan tersebut di atas diuraikan lebih lanjut secara ringkas pada Tabel 8.

(2) Pipa Pembebas Beban

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemasangan pipa pembatas beban antara lain adalah :

- (a) Pipa pembatas beban dipasang antara katup pengatur tekanan dan tangki udara.
- (b) Bagian dalam pipa pembebas beban harus bersih sempurna dari kotoran dan minyak serta cat.
- (c) Sebelum katup pengatur tekanan dipasang harus dilakukan peniupan selama beberapa jam untuk menghilangkan karat, geram dan kotoran lain dari pipa keluar, tangki udara dan pipa pembebas beban.
- (d) Ukuran pipa pembebas beban harus sesuai dengan yang ditentukan oleh pabrik. Jika panjang pipa lebih dari 10 m atau sistem tidak dapat bekerja dengan baik maka harus diambil ukuran yang lebih besar.
- (e) Pada pipa pembebas beban tidak boleh dipasang katup penutup.

Petunjuk-petunjuk umum untuk pipa pembebas beban diberikan dalam Tabel 9.

(3) Pipa Air Pendingin dan lainnya

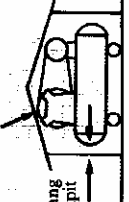
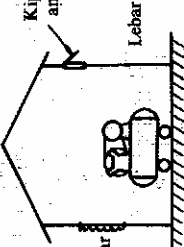
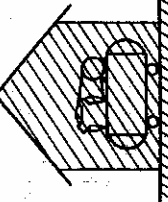
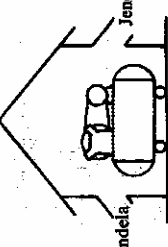
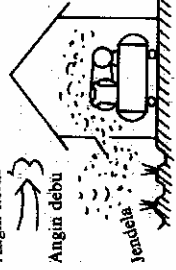
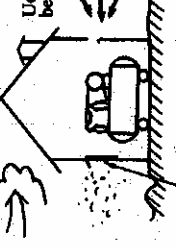
Pedoman umum untuk perencanaan dan pemasangan pipa air pendingin & pipa lainnya diberikan dalam Tabel 10.

e) Kabel Listrik

Pemasangan kabel listrik harus memperhatikan bahan kabel yang memenuhi standar dan beberapa hal sebagai berikut :

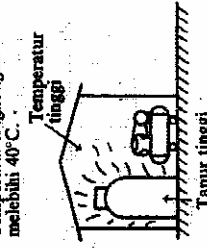

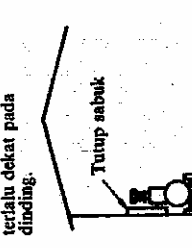



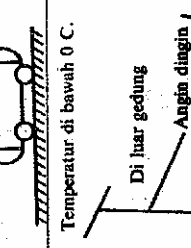



- (1) Ukuran dan kapasitas kabel, sekering dan tombol-tombol harus ditentukan dengan sangat hati-hati.
- (2) Kabel tidak boleh terlalu panjang dan atau terlalu kecil karena akan menurunkan tegangan dan akan menimbulkan kesulitan dan kerusakan start dimana motor dapat terbakar. Tegangan listrik pada terminal motor tidak boleh kurang dari 90% harga normal.

Tabel 6. Pedoman Pemilihan Tempat Instalasi kompresor

No.	Pedoman	Contoh yang salah	Gejala gangguan	Contoh yang benar
1	<ul style="list-style-type: none"> Sediakan ruangan yang cukup di sekitar kompresor untuk pemeliharaan dan pemeriksaan. 	<p>Ruang sempit</p>  <p>Ruang sempit</p>	<ul style="list-style-type: none"> Pemeriksaan dan pemeliharaan harian sangat sukar dilakukan. Temperatur meningkat di ruang kompresor. Minyak tiba-tiba naik; gemuk di dalam bantalan meleleh ke luar (pada kompresor jenis bebas minyak); prestasi memburuk; motor terbakar; ketahanan menurun. 	<p>Lebar</p>  <p>Kipas angin</p> <p>Lebar</p> <p>Usahakan ventilasi penuh pada ruangan.</p>
2	<ul style="list-style-type: none"> Tempatkan di daerah yang terang. 	<p>Penempatan di daerah yang gelap.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> Pemeliharaan sukar dilakukan. Pemeriksaan sehari-hari sukar. Bagian yang rusak tidak dapat segera diketahui. 	<p>Pasanglah di tempat yang terang.</p>  <p>Jendela</p>
3	<ul style="list-style-type: none"> Jangan memasang di daerah yang berdebu (Pengamanan khusus perlu untuk kompresor jenis bebas minyak). 	<p>Udara bersih tak dapat disap.</p> <p>Angin keras</p> <p>Angin debu</p>  <p>Jendela</p> <ul style="list-style-type: none"> Banyak debu halus dari tanah, semen, bubuk besi, dll. di sekeliling kompresor. 	<ul style="list-style-type: none"> Saringan udara akan cepat tersumbat sehingga prestasi kompresor memburuk. Keausan yang berlebihan pada silinder. Katup pecah. Kerusakan pada bantalan partikel-partikel asing tercampur dalam udara tekan. 	<p>Tambahkan pipa isap untuk dapat mengisap udara bersih dari luar ruangan.</p> <p>Jangan biarkan debu terisap.</p> <p>Angin keras</p>  <p>Udara bersih</p> <p>Jendela ditutup</p>



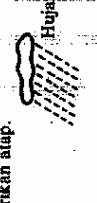





bersambung

Lanjutan Tabel 6.

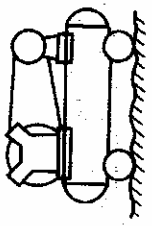
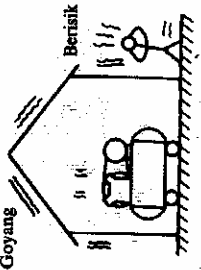
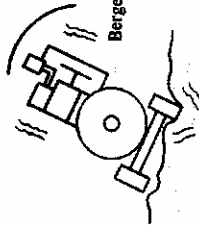
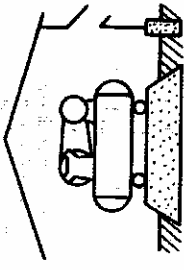
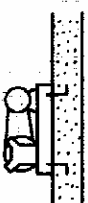
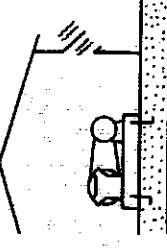

No.	Pedoman	Contoh yang salah	Gejala gangguan	Contoh yang benar
4	<ul style="list-style-type: none"> Jangan memampatkan kompresor di tempat-tempat yang berbau tinggi dan kurang ventilasi. 	<ul style="list-style-type: none"> Temperatur lingkungan melebihi 40°C. Kompresor ditempatkan terlalu dekat pada dinding. 	<ul style="list-style-type: none"> Minyak tiba-tiba naik. Gemuk di dalam buntalan meleleh dan keluar (pada kompresor jenis bebas minyak). Prestasi memburuk. Motor terbakar. Ketahanan menurun. 	<ul style="list-style-type: none"> Hindari lingkungan yang bertemperatur tinggi. Berikan ventilasi penuh. 
		<ul style="list-style-type: none"> Kompresor ditempatkan terlalu dekat pada dinding. 	<ul style="list-style-type: none"> Aliran udara pendingin kurang lancar. Efek pendinginan menurun, dan temperatur naik di semua bagian. 	<ul style="list-style-type: none"> Kompresor harus diletakkan pada jarak lebih dari 30 cm dari dinding. 
		<ul style="list-style-type: none"> Sinar matahari langsung 	<ul style="list-style-type: none"> Dapat terjadi pemanasan yang berlebihan. 	<ul style="list-style-type: none"> Harus diberi atap. 
		<ul style="list-style-type: none"> Temperatur di bawah 0 C. 	<ul style="list-style-type: none"> Kompresor tak dapat distart. Pelumas gemuk akan sangat dipengaruhi. Katup pengatur tekanan, katup keamanan, katup penutup, katup penguras, dll. tak dapat bekerja secara semestinya karena pembekuan air dari udara yang dimampatkan. Fangkli dapat menjadi retak karena pembekuan air di dalamnya. 	<ul style="list-style-type: none"> Harus dipanaskan lebih dahulu sebelum dijalankan. 
5	<ul style="list-style-type: none"> Jangan menampatkan kompresor pada lingkungan yang bertemperatur rendah. 	<ul style="list-style-type: none"> Di luar gedung Angin dingin 		<ul style="list-style-type: none"> Di dalam gedung Panas Kurang lebih 5°C 

bersambung

Lanjutan Tabel 6.

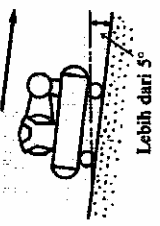
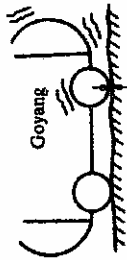
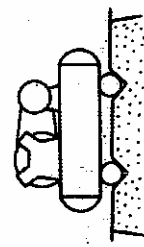
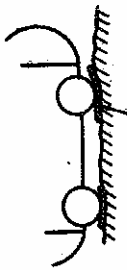

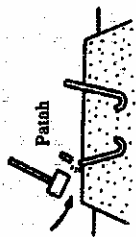


No.	Pedoman	Contoh yang salah	Gejala gangguan	Contoh yang benar
6	<ul style="list-style-type: none"> Jangan menempatkan kompresor di tempat yang lembab atau yang tidak beratap. 	<ul style="list-style-type: none"> Kompresor kehujanan.  	<ul style="list-style-type: none"> Kerusakan pada waktu operasi atau kecelakaan karena listrik dapat terjadi. Pengembunan uap air akan meningkat dan mengakibatkan korosi lebih cepat pada bagian-bagian kompresor. Cincin torak dapat aus lebih cepat. 	<ul style="list-style-type: none"> Tempatkan kompresor di dalam gedung, jika terpaksa dipasang di luar, berikan atap. 
7	<ul style="list-style-type: none"> Jangan menempatkan kompresor di mana terdapat gas-gas yang mudah meledak (seperti asetilen, propan, dll.), atau gas-gas yang korosiv (seperti chlorine, sulfur anhidrida, dll.) atau bahan-bahan dan benda yang berbahaya. 	<ul style="list-style-type: none"> Ada bahan berbahaya di sekitar kompresor.  	<ul style="list-style-type: none"> Ledakan dapat terjadi jika temperatur ruang kompresor naik. Gas yang mudah terbakar dapat dinyalakan oleh bunga api dari bagian-bagian listrik yang ada. Bahan-bahan yang berbahaya dapat bocor keluar karena getaran dari kompresor. Kerusakan yang berlebihan pada bagian-bagian kompresor. Korosi pada tangki udara dan pipe-pipa. Minyak pelumas yang cepat memburuk. 	<ul style="list-style-type: none"> Tutuplah saluran terbuka yang berair dengan penutup agar uap air tidak tetesap kompresor. 
		<ul style="list-style-type: none"> Ada bahan berbahaya di sekitar kompresor.  		<ul style="list-style-type: none"> Periksalah lingkungan kompresor. Tempatkan pada tempat yang aman. Ambil tindakan pencegahan ledakan jika kompresor harus dipasang di tempat yang mudah meledak. (Misalnya dengan menggunakan motor, tumbol magnetik, tumbol tekanan, dan kabel jenis anti ledak).

Tabel 7. Pedoman Pembuatan pondasi dan Pemasangan Instalasi Kompresor Udara

No.	Pedoman	Contoh yang salah	Gejala gangguan	Contoh yang benar
1	<ul style="list-style-type: none"> Jangan memasang di atas tanah yang buruk. 	<p>Kompresor dipasang di atas tanah buruk tanpa pemeriksaan tanah lebih dahulu.</p>  <p>Landasan tanah buruk</p>	<p>Goyang</p>  <p>Berisik</p> <p>Goyang</p> <ul style="list-style-type: none"> Pollusi suara. Kelelahan dari para penghuni di sekitarnya. Efisiensi kerja rendah. Getaran pada bangunan dan struktur di sekitarnya. <p>Bergetar</p>  <p>Landasan tanah buruk</p>	<p>Contoh yang benar</p> <ul style="list-style-type: none"> Keringkan tanah sebaik mungkin. Buatkan pondasi yang kokoh. Usahakan pondasi sedatar mungkin. 
		<ul style="list-style-type: none"> Lantai beton yang dicor di atas tanah dan dipakai memasang kompresor.  <p>Lantai beton dicor di atas tanah</p>	<ul style="list-style-type: none"> Getaran merambat ke jendela bangunan. 	<ul style="list-style-type: none"> Pisahkan pondasi kompresor dari yang lain. 

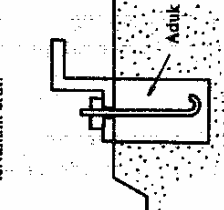
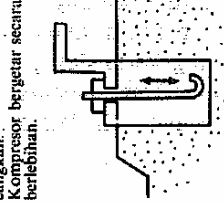
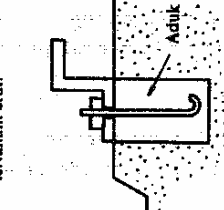
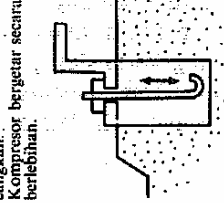
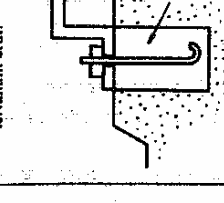
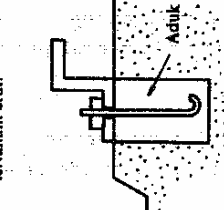
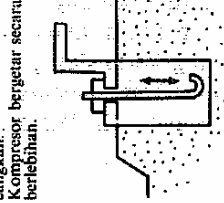
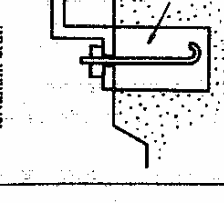
bersambung ...

Lanjutan Tabel 7.

No.	Petoman	Contoh yang salah	Gejala gangguan	Contoh yang benar
2	<ul style="list-style-type: none"> Pasanglah pada kedudukan mendarat. 	<ul style="list-style-type: none"> Kompresor dipusung pada lereng. Menggelinding ke bawah. Lebih dari 5°  <ul style="list-style-type: none"> Kompresor dipusung pada permukaan yang tidak rata. Goyang Roda tergantung 	<ul style="list-style-type: none"> Kompresor berpindah pada waktu jalan Permukaan minyak di dalam ruang engkol tidak mengisi ruangan secara merata. Beberapa bagian tak tertumpahi hingga dapat terbakar. Permukaan dari bagian-bagian yang bergeser atau bergerak akan aus lebih cepat karena tumbukan yang disebabkan oleh getaran yang tidak normal. 	<ul style="list-style-type: none"> Buatkan alur atau lekukan pada permukaan atas pondasi dan pasanglah kompresor secara mendatar.  <ul style="list-style-type: none"> Kempal roda menjajak tanah secara merata. 
3	<ul style="list-style-type: none"> Bila memakai baut jungkar matri: Sesuaikan jarak baut-baut dengan jarak lubang-lubang pada landasan kompresor. 	<ul style="list-style-type: none"> Baut-baut jungkar ditanam sebelum kompresor dipasang. 	<ul style="list-style-type: none"> Jarak baut-baut tidak sama dengan jarak lubang pada landasan kompresor. Perbaiki pada telak baut secara paksa akan menyebabkan patah pada waktu operasi. 	<ol style="list-style-type: none"> Baut ditanam pada waktu kompresor dipasang.  <p>Diisi dengan aduk setelah kompresor dipasang.</p> <ol style="list-style-type: none"> Baut ditanam dengan jarak yang tepat sama dengan lubang landasan kompresor (dengan menggunakan mal) <p>Mal lubang</p>  <p>Ditanam hanya 2/3 bagian dari bagian bawah, dan bagian atasnya dibiarkan bebas.</p>

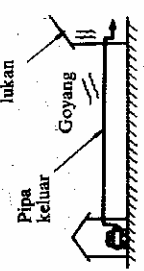
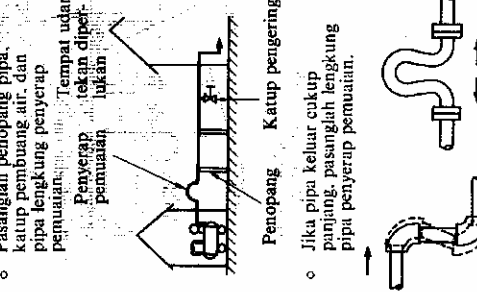
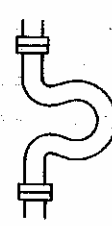
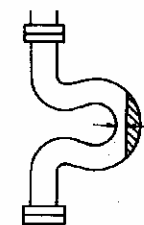
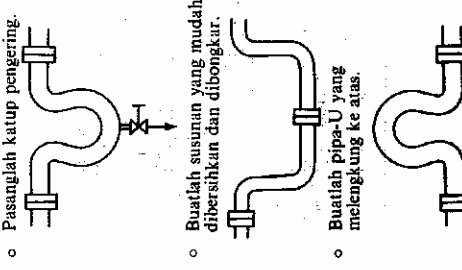
bersambung

Lanjutan Tabel 7.

No.	Pedoman	Contoh yang salah	Gejala gangguan	Contoh yang benar
(2)	<p>Aduk harus lekat sepenuhnya pada beton.</p>	 <p>Aduk kurang lekat</p>	<ul style="list-style-type: none"> Baut tidak dapat dikendalikan. Kompresor bergeser secara berlebihan.  <p>Tercabut</p>	<ul style="list-style-type: none"> Jalankan kompresor lunyu setelah aduk mengeras.
(3)	<p>Baut harus tegak lurus pada permukaan pondasi.</p>	 <p>Baut jangkar tidak tegak lurus pada permukaan pondasi.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Baut dapat patah pada waktu operasi.  <p>Patah</p>	<ul style="list-style-type: none"> Baut harus tegak lurus permukaan pondasi pada sumbu lubang landasan.  <p>90°</p>
4	<ul style="list-style-type: none"> Puli kompresor harus sejajar dengan puli motor. Alur landasan motor harus sejajar dengan sabuk-V. 	<ul style="list-style-type: none"> Puli kompresor tidak sejajar dengan puli motor. Alur landasan motor tidak sejajar dengan sabuk-V.  <p>Alur landasan</p>	<ul style="list-style-type: none"> Terjadi suara yang tidak semestinya. Sabuk putus. Penyimpangan dari kesejajaran akan semakin besar jika motor digeser untuk menegangkan sabuk.  <p>Putus</p>	<ul style="list-style-type: none"> Pasanglah sedemikian rupa hingga puli motor dan puli kompresor sejajar. Pasanglah alur landasan motor sejajar dengan sabuk-V.  <p>Alur landasan</p>

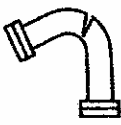

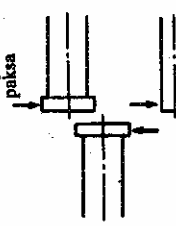
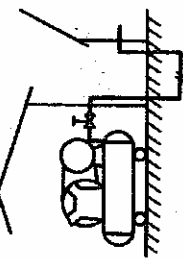

bersambung

Tabel 8. Pedoman untuk Memasang Pipa Keluar

No.	Pedoman	Contoh yang salah	Gejala gangguan	Contoh yang benar
1	<ul style="list-style-type: none"> Kompresor harus dipasang sedekat mungkin dengan daerah yang membutuhkan udara. Pipa keluar harus diusahakan serendah mungkin. Jika pipa keluar yang panjang tidak dapat dihindari, buatlah penyangga yang memungkinkan ekspansi termal. 	<ul style="list-style-type: none"> Tempat yang membutuhkan udara tekan terlalu jauh dari kompresor.  <p>Tempat udara tekan diperlukan Goyang Pipa keluar</p>	<ul style="list-style-type: none"> Pipa bergitar hebat. Gedung akan menderita akibatnya. Timbul suara besar. Tahanan pada aliran dalam pipa meningkat, dan tekanan akan menurun. Terjadi pengembunan uap air pada pipa keluar. 	<ul style="list-style-type: none"> Pasanglah penopang pipa, katup pembuang air, dan pipa lengkung penyerap pemuaian. Penyerap tekan diperlukan pemuaian Penopang Katup pengereng Jika pipa keluar cukup panjang, pasanglah lengkung pipa penyerap pemuaian. 
2	<ul style="list-style-type: none"> Air yang diembunkan akan tinggal di dalam pipa-U. Pasanglah katup pembuang air atau pasanglah pipa-U melengkung ke atas. 	<ul style="list-style-type: none"> Pipa-U melengkung ke bawah. 	<ul style="list-style-type: none"> Air yang diembunkan akan tinggal di pipa-U. Terjadi korosi pada pipa keluar. Tahanan terhadap aliran udara meningkat dan tekanan menurun banyak. 	<ul style="list-style-type: none"> Pasanglah katup pengereng. Buatlah susunan yang mudah dibersihkan dan dibongkar. Buatlah pipa-U yang melengkung ke atas. 

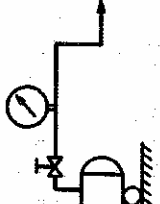
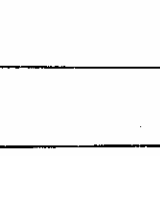
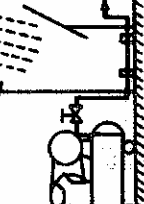
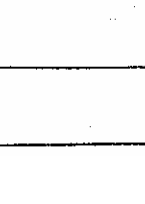

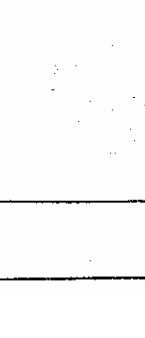
bersambung

Lanjutan Tabel 8.

No.	Pedoman	Contoh yang salah	Gejala gangguan	Contoh yang benar
3	<ul style="list-style-type: none"> Bila membengkokkan pipa keluar, jari-jari lengkungnya harus lebih besar dari 3 kali diameter pipa untuk menghindari regangan yang berlebihan. 	<ul style="list-style-type: none"> Pipa dibengkokkan dengan paksa. 	<ul style="list-style-type: none"> Pipa pecah. 	<ul style="list-style-type: none"> Jari-jari R harus lebih besar dari 3 kali diameter pipa D. 
4	<ul style="list-style-type: none"> Jangan sambungkan pipa dengan paksa. 	<ul style="list-style-type: none"> Pipa yang disambung dengan paksa. Dipaksakan dengan paksa. 	<ul style="list-style-type: none"> Kebocoran. Mudah terjadi getaran. Pecah pada bagian yang mendapat tegangan tinggi. 	<ul style="list-style-type: none"> Penyambungan las di lapangan tanpa paksa.
5	<ul style="list-style-type: none"> Jangan tanamkan pipa di bawah tanah 	<ul style="list-style-type: none"> Pipa keluar tidak dapat dibersihkan. 	<ul style="list-style-type: none"> Air yang mengembun tak dapat dibuang. Pipa cepat berkarat. 	<ul style="list-style-type: none"> Pipa tidak ditanam di bawah tanah. 

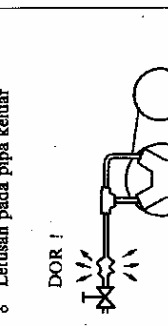
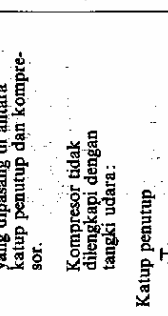
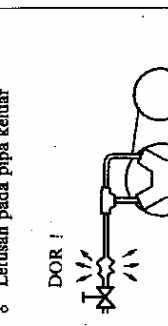
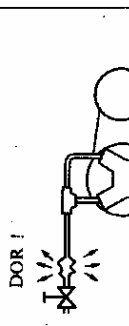
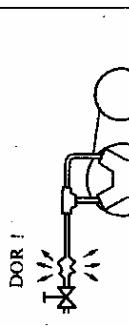
bersambung

Lanjutan Tabel 8.

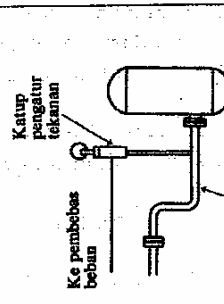
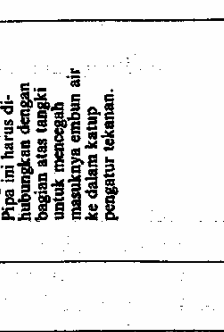
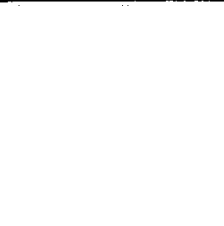
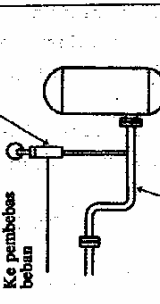


No.	Pedoman	Contoh yang salah	Gejala gangguan	Contoh yang benar
6	<ul style="list-style-type: none"> Jangan pasang instrumen langsung pada pipa. 		<ul style="list-style-type: none"> Kesalahan pembacaan karena getaran dan pulsasi Kesalahan pembacaan karena temperatur tinggi. 	<ul style="list-style-type: none"> Pakai tabung peredam atau pipa penghubung. 
7	<ul style="list-style-type: none"> Bila lingkungan mudah menimbulkan korosi, pakailah pipa gas putih atau pakailah cat pencegah karat. 	<ul style="list-style-type: none"> Pipa melalui tempat terbuka. 	<ul style="list-style-type: none"> Kabocoran pipa. 	 <p>Pipa gas putih atau cat pencegah karat.</p>
8	<ul style="list-style-type: none"> Jangan memasang pipa pada kompresor secara lurus ke atas karena akan mengakibatkan air embun mengalir balik ke dalam kompresor. Jika pemasangan semacam itu tak dapat dihindari, pasanglah katup pengering atau perangkap air. 	<ul style="list-style-type: none"> Pipa dipasang dari kompresor langsung ke atas. 	<ul style="list-style-type: none"> Aliran balik dari air embun. Katup kompresor berkarat. Torak cepat aus. 	<ul style="list-style-type: none"> Pasanglah sambungan (seperti misalnya belokan, sambungan-T, nipple) pada lubang keluar kepala silinder dan sambungkan ke pipa keluar utama. Pasanglah tangki menengah di tengah pipa (jika pipa cukup panjang) untuk mencegah pulsasi dan untuk menangkap air pengembunan.

bersambung

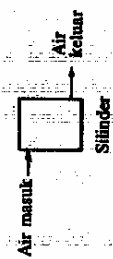

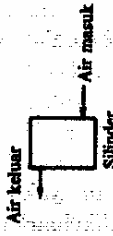



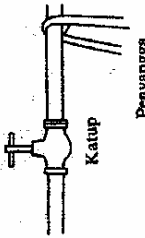

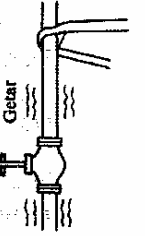

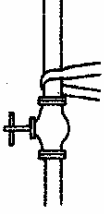
Lanjutan Tabel 8.

No.	Pedoman	Contoh yang salah	Gejala gangguan	Contoh yang benar
9	<ul style="list-style-type: none"> o Jika katup penutup dipasang di tengah pipa, sebuah katup pengaman yang berkapasitas cukup harus dipasang di antara katup penutup dan kompresor. (Katup pengaman dihubungkan dengan tangki udara dengan model standar). 	<ul style="list-style-type: none"> o Tidak ada katup pengaman yang dipasang di antara katup penutup dan kompresor. o Kompresor tidak dilengkapi dengan tangki udara.  <p>Katup penutup</p>	<ul style="list-style-type: none"> o Pembebanan lebih o Letusan pada pipa keluar  <p>DOR !</p>	<p>Katup penutup. (Katup ini dalam keadaan normal harus selalu terbuka, dan penutupannya tidak dipasang. Atau dipakai katup penutup yang dapat menunjukkan keadaan terbuka atau tertutup.)</p>  <p>Katup cegah. Katup pengaman Pipa utama Pipa luwes atau pipa karet* Tangki antara Katup membuang air. Katup membuang air otomatis. (Air dari pengembunan dibuang sehari sekali).</p> <p>* Pipa karet yang tahan tekanan dan temperatur tinggi.</p>
10	<ul style="list-style-type: none"> o Sambungkan dengan pipa luwes atau pipa karet untuk mencegah penerusan getaran dari kompresor ke pipa utama. 	<ul style="list-style-type: none"> o Pipa gas dipakai untuk menghubungkan kompresor dengan pipa utama.  <p>Bergejar Pipa utama</p>	<ul style="list-style-type: none"> o Bunyi tidak normal o Retak pada pipa 	 <p>Bergejar Bergejar Pipa utama</p> <ul style="list-style-type: none"> o Bunyi tidak normal o Retak pada pipa <p>Pipa luwes atau pipa karet. Katup membuang air</p>

Tabel 9. Pedoman Pemasangan Pipa Pembebas Beban

No.	Pedoman	Contoh yang salah	Gejala gangguan	Contoh yang benar
1	<ul style="list-style-type: none"> Hubungkan pipa pembebas beban dengan tangki udara. Pipa ini harus dihubungkan dengan bagian atas tangki untuk mencegah masuknya embun air ke dalam katup pengatur tekanan. 		<ul style="list-style-type: none"> Katup pengatur tekanan tidak bekerja secara sempurna karena tekanan yang berfluktuasi. 	<ul style="list-style-type: none"> Hubungkan pipa pada bagian atas tangki udara. Jangan biarkan air embun masuk ke dalam katup pengatur tekanan. 
2	<ul style="list-style-type: none"> Diameter dan panjang pipa pembebas beban harus sesuai untuk menegakkan tegak katup pengatur tekanan. 		<ul style="list-style-type: none"> Katup pengatur tekanan tidak bekerja dengan stabil 	 <p>Pipa dengan diameter dan panjang yang sesuai. Diameter tidak kurang dari 3/8 B; panjang tidak lebih dari 10 mm.</p>
3	<ul style="list-style-type: none"> Jangan memasang katup penutup pada pipa pembebas beban. Jika memang perlu dipasang, katup penutup harus dijaga tetap terbuka selama operasi (harus diberi penunjuk). 		<ul style="list-style-type: none"> Membuka katup penutup dapat terlupakan pada waktu kompresor bekerja. 	

Tabel 10. Pedoman Pemasangan Pipa Air Pendingin dan Lain-lain

No.	Pedoman	Contoh yang salah	Gejala gangguan	Contoh yang benar
1	Air pendingin harus masuk dari pipa bawah dan keluar dari pipa atas.	Air pendingin dimasukkan dari atas dan dikeluarkan dari bawah.  Air masuk Silinder Air keluar	<ul style="list-style-type: none"> Ragian atas tidak dapat sepenuhnya ditinggikan 	<ul style="list-style-type: none"> Air pendingin harus dimasukkan dari bawah dan dikeluarkan dari atas.  Air keluar Silinder Air masuk
2	Tentukan diameter dan panjang pipa secara tepat.	Pipa terlalu kecil atau terlalu panjang  Air masuk Air keluar	<ul style="list-style-type: none"> Tahanan dalam pipa terlalu besar dan laju aliran air berkurang 	<ul style="list-style-type: none"> Pipa air dengan ukuran yang cukup besar  Dibuang ke tadah
3	Tekanan air masuk harus lebih dari 1,5 kg/cm ²	Tekanan air tidak sesuai	<ul style="list-style-type: none"> Jika tekanan terlalu rendah, aliran kurang lancar. Jika tekanan terlalu tinggi, air akan bocor melalui packing pada sambungan dan lain-lain. 	
4	Pasanglah peralatan yang sesuai pada pipa air pendingin.	Pemakaian relay henti yang tidak tepat. Kapasitas menara pendingin tidak sesuai.	<ul style="list-style-type: none"> Terjadi kesalahan operasi (tidak terjadi trip pada waktu air berhenti mengalir), dan silinder dapat terbakar. Temperatur air pendingin naik, karena air tidak cukup didinginkan. 	<ul style="list-style-type: none"> Harus dipakai relay henti yang tepat. Kapasitas menara pendingin harus sesuai.
5	Penyanga pipa dan penumpu jangkar harus sesuai untuk mencegah getaran.	Letak penumpu jangkar tidak sesuai.  Penumpu jangkar  Katup Penyanga	<ul style="list-style-type: none"> Pipa bergetar  Getar  Getar	<ul style="list-style-type: none"> Pasanglah tumpuan jangkar di dekat tikungan. Tempatkan penyanga di dekat bagian yang berat.  Tumpuan jangkar 

f) Pengujian

Setelah kompresor selesai dipasang, harus dilakukan uji coba. Sebelum pengujian dilaksanakan, perlu diadakan pemeriksaan lebih dahulu.

(1). Pemeriksaan sebelum uji coba

Hal-hal yang perlu diperiksa sebelum dilakukan ujicoba antara lain adalah :

- (a) Kondisi instalasi
- (b) Kondisi kabel-kabel listrik
- (c) Kondisi pemipaan

Selain dari pada itu, kompresor harus terlebih dahulu diisi dengan minyak pelumas sebelum dijalankan. Pada kompresor kecil, minyak pelumas biasanya dikeluarkan sebelum kompresor dikirim dari pabrik.

(2) Uji coba

Cara melakukan uji coba biasanya diberikan oleh pabrik di dalam buku petunjuk. Namun umumnya pekerjaan tersebut mencakup hal-hal berikut.

(a) Pemeriksaan arah putaran kompresor

Untuk ini hidupkan kompresor selama beberapa detik untuk meyakinkan bahwa kompresor berputar dalam arah sesuai dengan arah panah yang ada. Kompresor kecil mempunyai puli yang sekaligus berfungsi sebagai kipas angin untuk mendinginkan kompresor. Jika kompresor berputar dalam arah yang salah, pendinginan tidak akan sempurna dan kompresor menjadi panas serta dapat mengalami gangguan.

(b) Operasi tanpa beban .

Operasi ini dilakukan dalam masa running-in untuk dapat mendeteksi kelainan di dalam sedini mungkin. Operasi tanpa beban harus dilakukan selama jangka waktu yang telah ditentukan, di mana getaran, bunyi, dan temperatur di setiap bantalan diamati.

(c) Operasi dengan beban sebagian

Setelah operasi tanpa beban menunjukkan hasil yang memuaskan, tekanan dinaikkan sampai suatu harga yang ditentukan, secara berangsur-angsur, dengan mentrotel katup penutup utama di sisi keluar. Temperatur pada setiap bantalan dan getaran serta bunyi diamati terus. Demikian pula arus listrik yang masuk serta tegangannya, dll., harus dicatat selama operasi beban sebagian ini untuk dapat menemukan kondisi-kondisi yang tidak normal.

(d) Pengujian peralatan pelindung

Pada akhir operasi beban sebagian, kerja katup pengaman dan katup pembebas beban harus diuji. Di sini batas-batas tekanan yang ditentukan harus dapat dicapai sesuai dengan buku petunjuk dari pabrik.

(e) Operasi stasioner

Operasi stasioner dilakukan dengan menjaga tekanan keluar pada kompresor konstan menurut spesifikasi dari pabrik. Selama itu temperatur di setiap bagian, getaran, bunyi tak normal, kebocoran pada pipa-pipa, dan bagian yang kendor diarnati dengan cermat.

(f) Penghentian operasi

Urutan langkah-langkah penghentian kompresor adalah sama pentingnya dengan langkah-langkah start dipandang dari segi umur mesin. Adapun urutan penghentian kompresor adalah sbb. :

- ✍ Turunkan beban kompresor sampai menjadi nol dan tutup katup air pendingin.
- ✍ Biarkan kompresor berjalan selama beberapa menit dalam keadaan tsb. pada 1) untuk membersihkan silinder-silinder dari uap air yang mengembun.
- ✍ Kemudian matikan motor, buka katup penguras dan katup laluan udara (ven), dan keuarkan air pendingin.
- ✍ Bila temperatur air pendingin di sisi keluar telah turun, aliran air pendingin melalui pendingin akhir dihentikan dan air dikeluarkan seluruhnya dari pendingin ini.
- ✍ Buang air embun dari pemisah di pendingin akhir.
- ✍ Udara tekan di dalam pipa keluar harus dibuang. Hal ini perlu untuk mencegah kembalinya air embun di pipa keluar ke dalam silinder.

c. Rangkuman 1

- 1). Kompresor merupakan pesawat/ mesin yang berfungsi untuk memampatkan atau menaikkan tekanan udara atau fluida gas atau memindahkan fluida gas dari suatu tekanan statis rendah ke suatu keadaan tekanan statis yang lebih tinggi.
- 2). Kompresor utamanya terbagi dalam dua jenis yaitu Jenis Perpindahan dan Jenis Turbo (aliran).
- 3). Kompresor jenis perpindahan terbagi dua jenis yaitu jenis bolak-balik dan jenis rotary
- 4). Kompresor jenis turbo (aliran) terbagi dua jenis yaitu jenis sentrifugal dan jenis aksial
- 5). Penentuan spesifikasi kompresor tergantung dari maksud penggunaan kompresor, tekanan isap, tekanan keluar, jenis dan sifat gas yang ditangani, temperatur dan kelembaban gas, kapasitas aliran gas yang diperlukan, peralatan untuk mengatur kapasitas (jenis, otomatis atau manual, bertingkat banyak), cara pendinginan (dengan udara atau air), muka, temperatur dan tekanan air pendingin, bila digunakan pendingin air, Sumber tenaga (frekuensi, tegangan dan kapasitas daya), Kondisi lingkungan tempat instalasi, Jenis penggerak/ sumber tenaga kompresor (motor listrik atau motor bakar), Putaran penggerak mula, Jenis kompresor (pelumas minyak atau bebas minyak, kompresor torak atau putar, jumlah tingkat kompresinya, permanen atau portable, dll.), Jumlah kompresor

- 6). Instalasi Kompresor udara harus memperhatikan faktor pemilihan tempat, kondisi pengisapan, pondasi dan pemasangan, pemipaan dan pengkabelan sumber listrik.
- 7). Setelah kompresor udara terinstalasi harus dilakukan ujicoba yang meliputi pemeriksaan arah putaran kompresor, operasi tanpa beban, operasi dengan beban sebagian, pengujian peralatan pengaman/ pelindung, operasi stationer dan penghentian operasi

d. Tugas 1.

- 1). Lakukan observasi tentang kompresor udara yang digunakan pada industri otomotif (manufactur atau asemmbly), dan buatlah laporan hasil observasi anda!

e. Tes Formatif 1

- 1). Sebut dan jelaskan jenis-jenis kompresor udara!
- 2). Jelaskan prinsip kerja kompresor udara jenis piston kerja tunggal!
- 3). Jelaskan faktor-faktor yang harus diperhatikan pada saat pembelian kompresor!
- 4). Jelaskan faktor-faktor yang harus diperhatikan pada saat menginstalasi kompresor udara!
- 5). Jelaskan pengujian yang dilakukan setelah proses instalasi kompresor udara selesai untuk pertama kalinya!

f. Kunci Jawaban Formatif 1

1). Jenis-jenis kompresor udara terdiri dua kelompok utama yaitu :

a) kompresor perpindahan

Yaitu kompresor yang bekerja menaikkan tekanan udara dengan memperkecil/ memampatkan volume udara ke dalam ruang silinder atau stator oleh torak atau sudu. Kompresor perpindahan dikelompokkan lagi menjadi dua jenis yaitu kompresor torak bolak-balik (*reciprocating piston compressor*) dan kompresor torak putar (*rotary piston compressor*). Kompresor torak bolak balik ada dua jenis yaitu kompresor piston dan kompresor diafragma, sedangkan kompresor torak putar terdiri tiga jenis yaitu kompresor sudu (*vane*), kompresor skrup (*screw*) dan kompresor sayap (*roots*).

b) kompresor aliran/ turbo

Yaitu kompresor yang bekerja menaikkan tekanan udara dengan gaya sentrifugal yang ditimbulkan oleh impeller atau dengan gaya angkat yang ditimbulkan oleh sudu. Kompresor aliran terbagi menjadi dua jenis yaitu aliran aksial dan aliran radial.

2). Prinsip kerja kompresor udara jenis piston kerja tunggal (satu tingkat) yaitu terdiri dari langkah isap, langkah kompresi/ tekan dan langkah pengeluaran. Langkah isap adalah bila poros engkol berputar searah putaran jarum jam, torak bergerak dari titik mati atas (TMA) ke titik mati bawah (TMB). Tekanan negatif terjadi pada ruangan di dalam silinder yang ditinggalkan torak sehingga katup isap

terbuka oleh perbedaan tekanan dan udara terisap masuk ke silinder. Langkah kompresi terjadi saat torak bergerak dari TMB ke TMA, katup isap dan katup buang tertutup sehingga udara dimampatkan dalam silinder. Langkah keluar adalah saat torak meneruskan gerakannya ke TMA, tekanan di dalam silinder akan naik sehingga katup keluar akan terbuka oleh tekanan udara sehingga udara akan keluar.

- 3). Kriteria pemilihan kompresor saat pembelian adalah disesuaikan dengan maksud penggunaan kompresor dengan faktor-faktor antara lain adalah debit kompresor (volume gas yang dihasilkan), tekanan keluar kompresor (tekanan kerja), jenis/ tipe kompresor, tenaga penggerak kompresor, alat-alat pengaturan/ pengamanan, sistem pendinginan dan volume tangki penampung udara bertekanan. Faktor fluida gas yang meliputi kondisi, sifat, kelembaban, temperatur dan jenis gas yang ditangani juga perlu diperhatikan. Demikian juga faktor biaya investasi (harga), biaya operasi dan biaya perawatan/ pemeliharaan patut juga dipertimbangkan.
- 4). Hal-hal yang perlu diperhatikan pada saat instalasi kompresor antara lain adalah : pemilihan tempat instalasi kompresor, kondisi lingkungan pengisapan, pondasi dan pemasangan, pemipaan dan instalasi listrik. Pemilihan tempat harus memperhatikan faktor pengguna, keamanan, pemeliharaan dan ventilasi. Lingkungan pengisapan harus bersuhu kurang dari 40°C, bersih dari debu dan kotoran dan udaranya sekering mungkin.

Pondasi dan pemasangan kompresor menjamin kompresor bekerja dengan baik dan aman dari kerusakan. Pemipaan memerlukan ketelitian dan kecermatan karena akan menjamin penyaluran tekanan kerja sampai pada pemakai. Instalasi listrik sangat penting diperhatikan terutama pada kompresor dengan penggerak utama motor listrik. Ukuran dan kapasitas kabel, saklar dan sekring akan sangat berpengaruh pada kinerja dan keamanan. (uraian yang detail adalah seperti dalam Tabel 7 s.d. Tabel 10).

- 5). Pengujian yang dilakukan setelah proses instalasi kompresor udara selesai untuk pertama kalinya antara lain adalah : memastikan kondisi instalasi kompresor tepat dan aman, instalasi listrik tepat dan aman dan pemipaan tepat dan aman, baru kemudian melakukan pengujian kerja kompresor yang meliputi arah putaran kompresor, operasi tanpa beban, operasi dengan beban sebagian, pengujian peralatan pengatur/ pengaman/ pelindung, operasi stationer dan penghentian operasi.

f. Lembar Kerja 1

1) Alat dan Bahan

- a). 1 unit kompresor udara lengkap dengan perlengkapan instalasi
- b). Peralatan tangan, kunci pas/ring (sesuai kebutuhan)
- c). Alat ukur yang diperlukan sesuai dengan kebutuhan
- d). Minyak pelumas (Oli)
- e). Grease/ gemuk
- f). Sealed tape
- g). Lap / majun.

2) Keselamatan Kerja

- a). Gunakanlah peralatan tangan sesuai dengan fungsinya.
- b). Ikutilah instruksi dari instruktur/guru atau pun prosedur kerja yang tertera pada lembar kerja.
- c). Mintalah ijin dari guru anda bila hendak melakukan pekerjaan yang tidak tertera pada lembar kerja.
- d). Bila perlu mintalah buku manual dari mesin yang digunakan.
- e). Jangan memukul poros, ulir atau bagian lainnya dengan palu besi secara langsung

3) Langkah Kerja

- a). Siapkan alat dan bahan praktikum secara cermat, efektif dan seefisien mungkin.
- b). Perhatikan instruksi praktikum yang disampaikan oleh guru/instruktur.
- c). Pelajari cara kerja kompresor dengan teliti dan cermat!

- d). Lakukan instalasi unit kompresor dengan langkah yang tepat dan sistematis! (perhatikan buku manual)
- e). Lakukan pemeriksaan dengan pengamatan dan pengukuran pada komponen-komponen kompresor yang sudah dinstalasi dari kemungkinan malfungsi!
- f). Buatlah catatan-catatan penting kegiatan praktikum secara ringkas!
- g). Diskusikan mengenai kondisi kompresor dan instalasi, kemungkinan penyebab kerusakan, kemungkinan perbaikan serta kemungkinan akibat jika kerusakan terjadi dan dibiarkan!
- h). Lakukan pembongkaran kembali terhadap bagian-bagian kompresor udara dan instalasinya yang tadi anda rangkai secara efektif dan efisien!
- i). Diskusikan inovasi usaha apa yang bisa dikembangkan setelah anda mengetahui tentang sistem kerja kompresor dan sistem instalasi kompresor!
- j). Setelah selesai, bereskan kembali peralatan dan bahan yang telah digunakan seperti keadaan semula serta bersihkan tempat kerja!

4) Tugas

- a). Buatlah laporan praktikum secara ringkas dan jelas.
- b). Buatlah rangkuman pengetahuan baru yang anda peroleh setelah mempelajari materi pada kegiatan belajar 1.

2. Kegiatan Belajar 2 : Pemeliharaan, Identifikasi Kerusakan dan Perbaikan Kompresor Udara dan Komponen-komponennya

a. Tujuan Kegiatan Belajar 2

- 1). Siswa dapat melakukan pemeliharaan kompresor udara dan komponen-komponennya dengan prosedur yang benar.
- 2). Siswa dapat melakukan identifikasi kerusakan kompresor udara dan komponen-komponennya dengan prosedur yang benar.
- 3). Siswa dapat melakukan perbaikan kompresor udara dan komponen-komponennya dengan prosedur yang benar.

b. Uraian Materi 2

1) Pemeriksaan pada Operasi Harian

Operasional kompresor tiap harinya menuntut adanya pelayanan dan perawatan yang antara lain :

- a). Sediakan buku catatan operasi yang harus diisi setiap hari dengan data-data : temperatur disetiap bagian yang penting, tekanan kerja, konsumsi minyak pelumas, kebocoran-kebocoran (udara, minyak dan air), fluktuasi tekanan hidrolis, perubahan bunyi dan getaran serta hal-hal lain yang dirasa penting.
- b). Katup pengaman harus dioperasikan manual sekali tiap hari.
- c). Zat cair di dalam tangki udara dan pemisah harus dikuras dua kali tiap hari.
- d). Pastikan bahwa meter-meter bekerja dengan baik (jarum manometer dapat bergerak dengan harus dan dapat menunjuk skala nol saat tekanan kosong).

e). Pastikan bahwa katup pengatur tekanan dan tombol tekanan akan bekerja pada daerah tekanan yang sesuai. Lakukan penyetelan jika tidak sesuai.

Untuk lebih mudah dicermati, ikhtisar pemeriksaan harian dapat dicermati pada tabel berikut :

Tabel 11. Ikhtisar Pemeriksaan Harian

No.	Yang Diperiksa	Cara memeriksa
1	Permukaan minyak	Jagalah agar permukaan minyak pelumas ada dalam batas-batas yang ditentukan seperti terlihat pada pengukur permukaan. Tambahkan minyak jika permukaan sudah mencapai batas terendah.
2	Pembuang air penguapan	Bukalah katup pembuang air dari tangki udara. (Air akan mudah dikeluarkan jika tekanan di dalam tangki udara adalah 0,5 – 1,0 kg/cm ² atau 0,05 – 0,1 MPa)
3	Pengukur tekanan	Periksa apakah jarum manometer dapat bergerak secara halus, dan jarum menunjuk angka nol (atau mendekati nol) bila tekanan di dalam tangki adalah nol.
4	Katup pengatur	Periksalah dengan mengamati manometer, apakah kompresor bekerja pada daerah tekanan sebagaimana ditetapkan pada pengatur tekanan.
5	Tombol tekanan (pressure switch)	Periksalah dengan mengamati manometer, apakah kompresor bekerja pada daerah tekanan sebagaimana ditetapkan pada tombol tekanan.
6	Katup pengaman	Tariklah sedikit jarum katup pengaman pada keadaan tekanan mencapai maksimum (jarum manometer menunjuk pada garis merah). Jika dengan tarikan ringan saja katup sudah dapat terbuka, maka katup dalam keadaan baik.
7	Lain-lain	Periksalah bagian-bagiannya apakah ada bunyi atau getaran yang luar biasa (tidak normal).

2) Pemeriksaan Rutin/ Berkala

Kompresor mempunyai berbagai bagian yang mendapat beban tumbukan dan yang saling meluncur dengan tekanan permukaan yang besar. Selain itu getaran mekanis serta denyutan tekan merupakan hal yang tak dapat dihindari. Karena itu jika diingini umur yang panjang dan performansi yang tetap baik, kompresor harus

dioperasikan dengan benar serta dilakukan pemeriksaan dan pemeliharaan dengan cermat serta diperiksa secara periodik.

Prosedur pemeriksaan rutin diberikan dalam Tabel 12. Jangka waktu pemeriksaan rutin bervariasi tergantung pada masing-masing produk. Jadi tabel tersebut hanya dapat dipergunakan sebagai pedoman umum. Pedoman yang lebih terperinci harus diambil dari buku petunjuk dari pabrik kompresor yang bersangkutan.

Tabel 12. Ikhtisar Pemeriksaan Rutin

Obyek pemeriksaan	Prosedur dan tindakan	Waktu (pilihlah yang terpendek)			Keterangan
		Setiap 250 jam	Setiap 1000 jam	Setiap 3000 jam	
		Setiap 1 bulan	Setiap 4 bulan	Setiap 12 bulan	
Baut, sekrup, dan mur yang kendur	Kencangkan sepenuhnya dengan kunci atau obeng biasa	○			
Sabuk yang rusak atau mulur	Gantilah sabuk yang rusak. Geserlah motor jika sabuk mulur.	○			
Saringan isap kotor atau tersumbat	Bersihkan dengan sikat atau cara lain	○			Gantilah jika terlalu kotor atau rusak
Penggantian minyak pelumas	Gantilah minyak dan bersihkan ruang engkol dan pengukur permukaan minyak. (Jika kompresor dipakai untuk pertama kali, atau jika beberapa bagian diganti, keluarkan minyak dari ruang engkol setelah 100 jam atau 2 minggu, bersihkan, dan isilah dengan minyak pelumas yang baru).	○			
Kebocoran pada katup udara	Biarkan katup sebagaimana adanya selama 30 menit pada tekanan maksimum, dan amatilah apakah tekanan akan mengalami penurunan tidak lebih dari 10% dari tekanan maksimum (atau 15% untuk kompresor dengan pembebas beban otomatis).			○	Periksalah katup udara jika tekanan turun lebih dari 10%.
Pembongkaran dan pemeriksaan menyeluruh	Membersihkan lapisan arang dari pipa keluar dan dudukan pipa.			○	Gantilah bila perlu. Periksa juga katup udara jika jumlah arang sangat banyak.
	Membersihkan arang dari katup udara			○	Gantilah perangkat katup jika arang terlalu banyak atau katup pecah.
	Goresan dan keausan pada cincin, dan silinder.			○	Gantilah ketiga cincin sekali gus.
	Membersihkan tangki udara	Bukalah tutup dan bersihkan.			○

3) Penanganan Kompresor Tidak Aktif

Jika kompresor tidak dipakai untuk jangka waktu lama (tidak aktif), kompresor akan berkarat, berdebu, mutu minyaknya menurun, terjadi pengembunan uap air, pembekuan, korosi karena kandungan gas yang korosif, dsb. Jika nanti akan digunakan lagi, kompresor dapat mengalami gangguan seandainya tidak dipelihara dengan baik pada waktu tidak dipakai. Apabila kompresor tidak dipergunakan selama lebih dari sebulan, perlu dilakukan hal-hal berikut.

- a) Jika keadaan lingkungan banyak berdebu, kompresor harus ditutup dengan lembar plastik pada tempat pernafasan kotak engkol, perapat poros, tutup katup, pompa minyak, instrumentasi, dsb.
- b) Jika mungkin, instrumen-instrumen dibuka dan disimpan.
- c) Katup-katup harus tertutup sepenuhnya untuk mencegah pipa-pipa kemasukan debu, atau air hujan.
- d) Minyak pencegah karat atau gemuk harus dilapiskan pada bagian dalam kompresor. Kompresor harus diputar dengan tangan sekali sebulan untuk mencegah pengkaratan dan untuk meratakan minyak pelumas. Jika kompresor masih terhubung dengan sumber tenaga listrik, maka dapat dijalankan selama 10 menit tiap hari tanpa beban.
- e) Jika kompresor masih terhubung dengan sumber listrik dan tidak akan dipergunakan dalam jangka waktu sangat lama, sebaiknya semua tombol dikunci supaya aman.

4) Pemeriksaan Besar (Overhaul)

Pada waktu overhaul (pembongkaran dan perakitan

kembali) perlu diperhatikan hal-hat berikut.

- a) Sebelum pembongkaran atau perbaikan dilakukan, listrik harus dimatikan dari tombolnya, dan udara yang masih tersisa di dalam tangki udara dibuang habis.
- b) Bagian-bagian yang dibongkar harus diletakkan di kotak atau di atas kertas secara berurutan untuk memudahkan pada waktu pemasangan kembali. Dengan cara ini tidak akan ada suku cadang yang terlewat atau tertukar urutan pemasangannya.
- c) Paking atau cincin yang rusak harus diganti baru. Paking yang telah dipakai tidak boleh dipasang lagi.
- d) Jika pencucian dilakukan dengan minyak yang mudah menguap, bagian-bagian harus dikeringkan benar-benar sebelum dipasang. Untuk membersihkan endapan karbon yang berasal dari minyak pelumas sebaiknya dipakai zat pembersih karbon.
- e) Torak, katup, silinder, dan bagian-bagian lain yang saling meluncur harus diperlakukan secara hati-hati tanpa melukainya.
- f) Pada waktu memasang kembali, lumurkan terlebih dahulu minyak pelumas yang sesuai pada permukaan-permukaan yang meluncur.

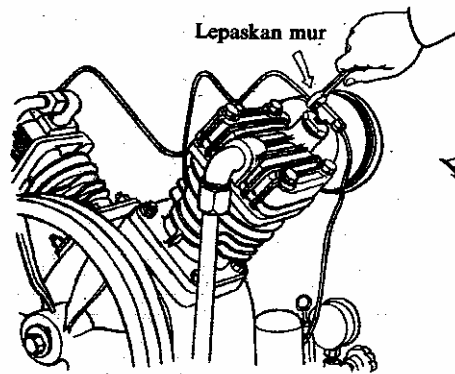
Kegiatan dua ini menguraikan secara ringkas prosedur overhaul yang meliputi pembongkaran, pemeriksaan dan pemasangan kembali kompresor udara jenis kompresor torak.

a) Prosedur Pembongkaran :

(1) Pembongkaran Peralatan Pembantu

(a) Lepas tutup sabuk.

- (b) Lepas sabuk-V.
- (c) Untuk kompresor yang diperlengkapi dengan pembeban beban otomatis, lepas pipa pembebas beban antara kompresor dan katup pilot pembebas beban.



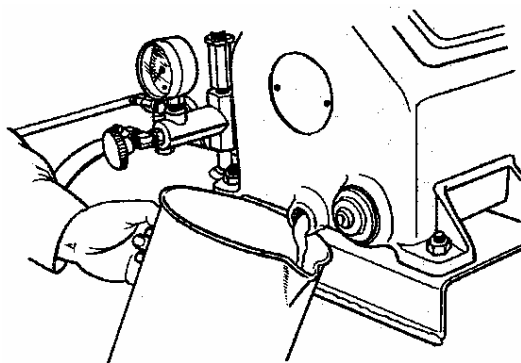
Gambar 22. Melepas pipa pembebas beban

- (d) Peralatan pembantu yang lain (bila perlu).

(2) Pembongkaran Badan Kompresor

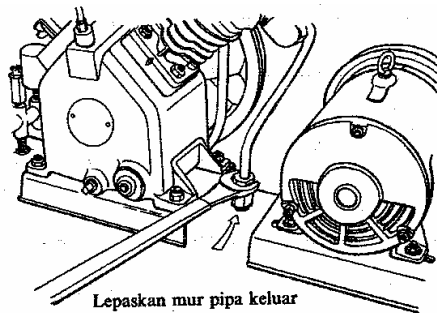
Badan kompresor dapat dibongkar lebih mudah jika terpasang di atas tangki udara. Prosedur pembongkarannya adalah sebagai berikut :

- (a) Lepas pipa/ baut pembuangan minyak pelumas dan keluarkan/ kuras minyak pelumasnya.

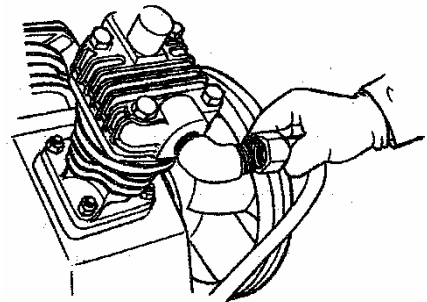


Gambar 23. Menguras minyak pelumas

- (b) Lepaskan peredam bunyi, pipa pembebas beban, dan pipa pernafasan ruang engkol.
- (c) Lepaskan pipa keluar. Jika mur pipa keluar sukar dibuka karena macet, biasanya mudah dilepas setelah diketok dengan palu.

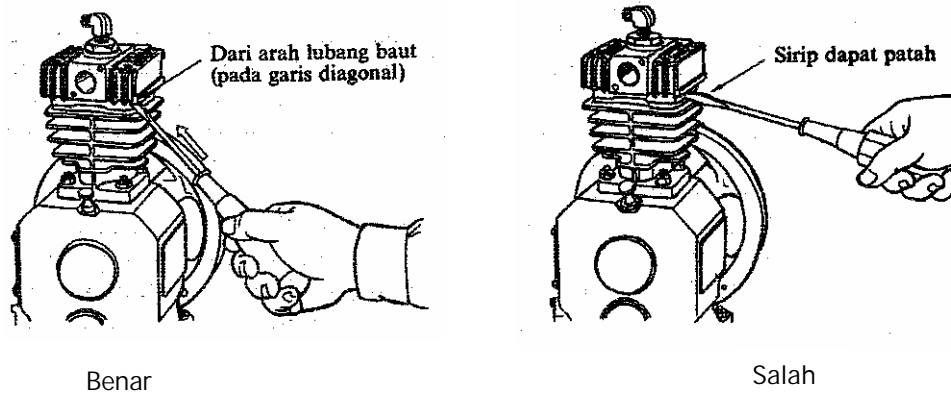


Gambar 24. Melepas mur pipa keluar



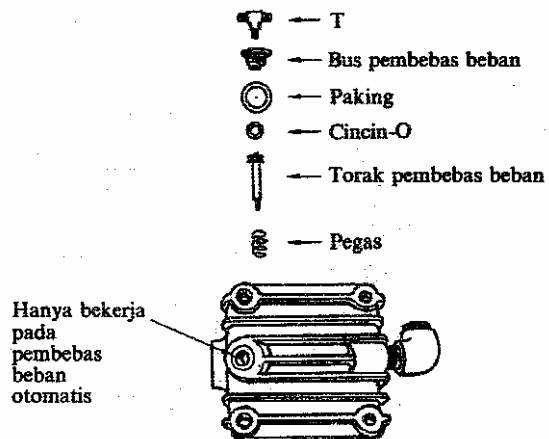
Gambar 25. Melepas pipa keluar

- (d) Melepaskan kepala silinder. Hal berikut ini dianjurkan pada waktu membuka kepala silinder
 - ✍ Dalam hal kompresor menggunakan pembebas beban otomatis, bus pembebas beban harus dikendorkan lebih dahulu untuk memudahkan pembongkaran.
 - ✍ Jika kepala silinder tidak dapat dibuka (karena macet) sekalipun baut-baut telah dilepas, ketoklah sekeliling kepala silinder dengan palu, tusukkan obeng pada celah yang terbuka ke arah lubang baut (arah diagonal). Maka kepala silinder akan mudah dibuka. Jika obeng ditusukkan dari arah yang salah, permukaan dudukan akan rusak dan udara akan bocor.



Gambar 26. Melepas kepala silinder

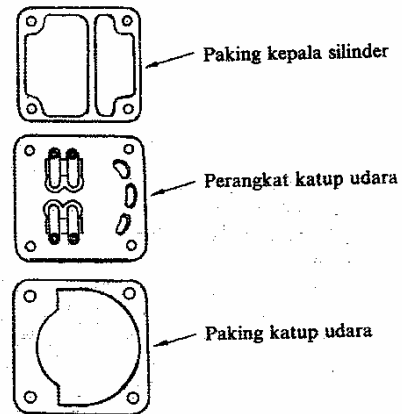
(e) Membongkar kepala silinder



Gambar 27. Membongkar kepala silinder

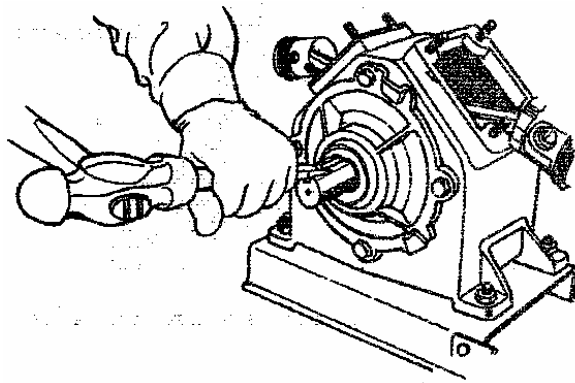
(f) Membongkar katup udara. Karena baut dan sekrup-sekrup kecil dari plat katup dan penahan katup dari katup kepak semuanya dikunci, maka jika sudah dibuka hampir tak dapat dipakai lagi. Katup kepak hanya boleh dibersihkan dengan tiupan udara. Seperti tertera dalam ikhtisar pemeriksaan rutin (Tabel 6.2), katup harus diperiksa secara periodik kalau-kalau ada kelainan. Jika ada bagian yang rusak

harus diganti. Pada waktu memasang kembali, harus digunakan paking kepala silinder dan paking katup yang baru.



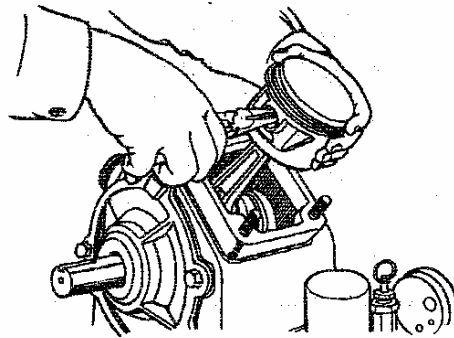
Gambar 28. Melepas pipa pembebas beban

- (g) Buka puli kompresor dan keluarkan pasak dengan menariknya. Pasak dapat terluka pada waktu dikeluarkan. Bagian yang tergores atau terluka harus dihaluskan kembali untuk memudahkan pemasangan.



Gambar 29. Melepas pasak

- (h) Buka silinder
(i) Buka torak. Buka cincin pengunci pen torak dengan tang snap-ring, dan keluarkan pen torak.



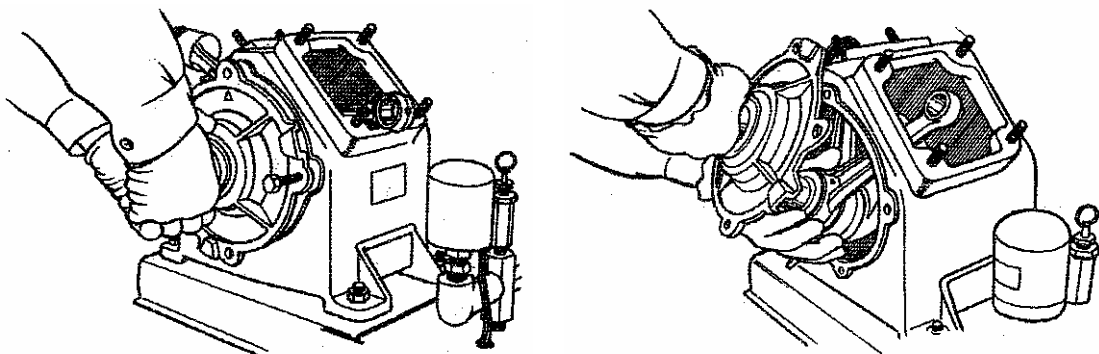
Gambar 30. Melepas torak/ piston

(j) Keluarkan poros engkol, batang penggerak, bantalan bola dan rumah bantalan secara bersama-sama.

Dalam hal ini perlu diperhatikan petunjuk berikut :

? Untuk mencegah lepasnya rumah bantalan dari kotak engkol, buka baut rumah bantalan, dan sebagai gantinya pasangkan dua buah baut dari kepala silinder pada posisi diagonal.

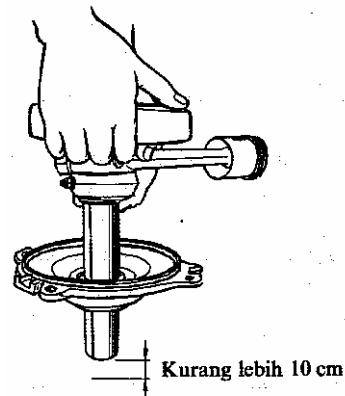
? Untuk mengeluarkan poros engkol, batang penggerak, bantalan bola, dan rumah bantalan dari kotak engkol secara bersama-sama, tarik bagian pengimbang pada poros engkol lebih dahulu, kemudian tarik batang penggerak keluar.



Gambar 31. Melepas unit poros engkol dan batang penggerak

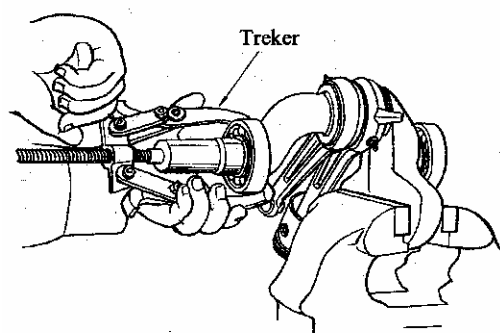
(k) Tarik keluar rumah bantalan. Rumah bantalan dapat dikeluarkan dengan mudah jika bantalan dengan

rumahnya di sebelah bawah dijatuhkan dari ketinggian kurang lebih 10 cm ke lantai. Dalam hal ini perlu dijaga agar perapat minyak tidak rusak (terutama bibirnya) pada waktu menarik keluar rumah bantalan.



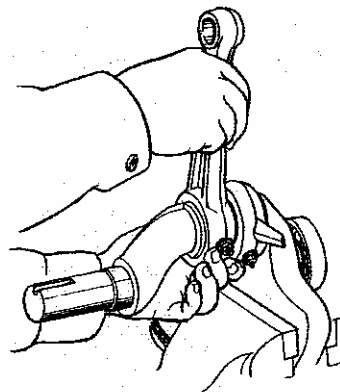
Gambar 32. Melepas rumah bantalan

- (l) Tarik keluar bantalan bola dari poros engkol dengan penarik (tracker). Untuk mengeluarkan bantalan dari sisi sabuk-V, sekrupkan baut-baut dan kemudian tarik bantalan keluar dengan puli untuk mencegah rusaknya ulir poros engkol



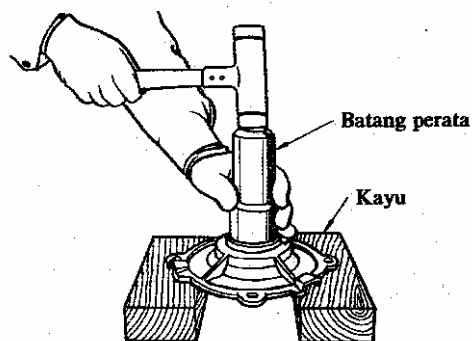
Gambar 33. Melepas bantalan

- (m) Buka cincin pegas dan cincin pen engkol lalu tarik keluar poros engkol. Dalam hal ini harus dijaga agar metal pen torak tidak sampai rusak pada waktu mengeluarkan batang penggerak.



Gambar 34. Melepas batang torak

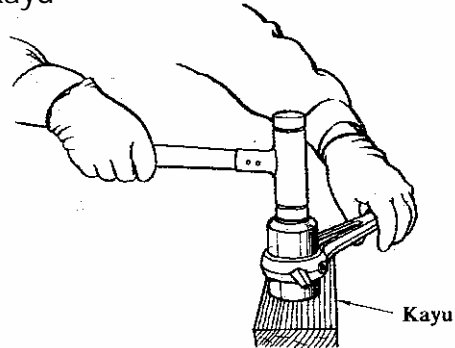
- (n) Tarik keluar perapat minyak dari rumah bantalan. Langkah ini tidak perlu jika perapat minyak masih baik. Untuk mengeluarkan perapat minyak yang perlu diganti, perapat harus dipukul dengan perantaraan batang perata (dengan diameter sedikit lebih kecil) agar pemukulan dapat merata.



Gambar 35. Melepas perapat minyak

- (o) Keluarkan metal-metal bantalan (pada pen engkol dan pen torak) dari batang penggerak. Pekerjaan ini tidak diperlukan jika metal masih baik, tidak aus atau tergores. Metal harus dikeluarkan dengan perantaraan batang perata yang diameternya sedikit lebih kecil dari diameter luar metal. Adapun metal pen engkol baru dapat dikeluarkan setelah sekrup penetap dibuka. Untuk mengeluarkan pen ini batang

penggerak harus diletakkan di atas landasan dari sepotong kayu



Gambar 36. Melepas metal dari batang torak

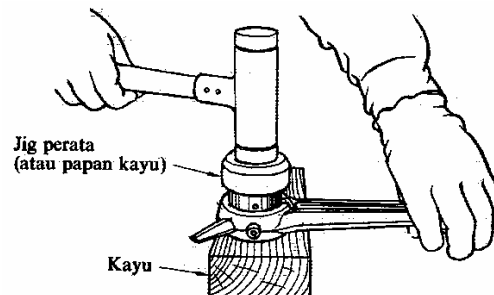
b) Pemeriksaan Komponen

Setelah pembongkaran, bagian-bagian kompresor seperti katup udara, silinder, cincin torak dan poros engkol harus diperiksa secara cermat dengan pengamatan visual dan pengukuran.

c) Perakitan Kompresor Torak

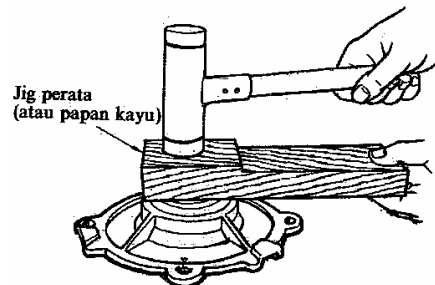
(1) Perakitan Badan Kompresor

(a) Pasang metal-metal pada batang penggerak. Untuk ini gunakan batang perata atau papan kayu di atas metal, kemudian pukullah tegak lurus. Pada waktu memasang metal, lubang minyak pada metal harus berimpit dengan lubang minyak pada batang penggerak. Jika kompresor memakai pen engkol, lubang sekrup penetap juga harus saling berimpit.



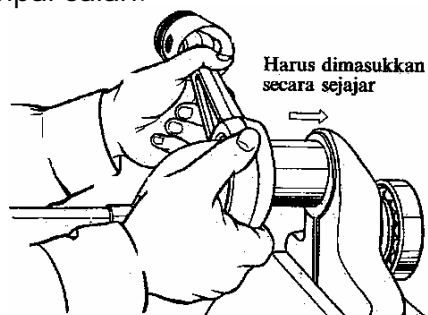
Gambar 37. Memasang metal

- (b) Setelah metal pen bantalan dipasang, kencangkan sekrup penetap.
- (c) Pasang perapat minyak pada rumah bantalan. Sebelum perapat dipasang, permukaan luarnya harus diulasi dengan cat perekat. Cara memasang perapat ialah dengan memukulnya dengan paln. Agar perapat tidak rusak pada waktu dipukul harus diberi perantara batang perata atau papan kayu.



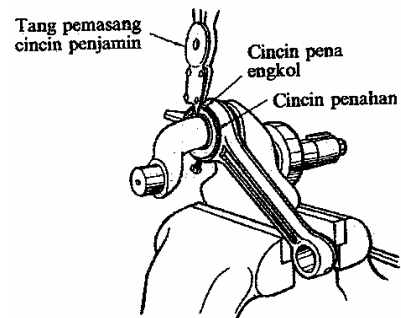
Gambar 38. Memasang Perapat minyak

- (d) Pasang poros engkol
- ? Pasang batang penggerak pada poros engkol. Batang harus dipasang tanpa menggunakan paksaan dengan jalan melumasi lebih dahulu. Jika kompresor mempunyai dua atau tiga buah sHinder, urutan pemasangan batang penggerak dan tuas pemercik minyak, serta arah pemercik minyak dan letak lubang minyak harus dijaga jangan sampai salah.



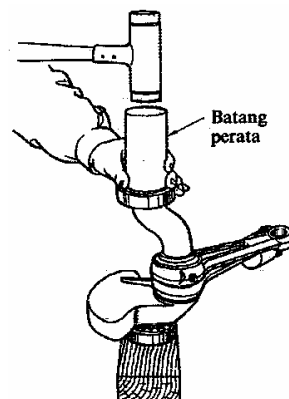
Gambar 39. Memasang batang penggerak

- ? Pasang cincin pen engkol dan cincin pegas untuk menetapkan batang peng gerak pada poros engkol.



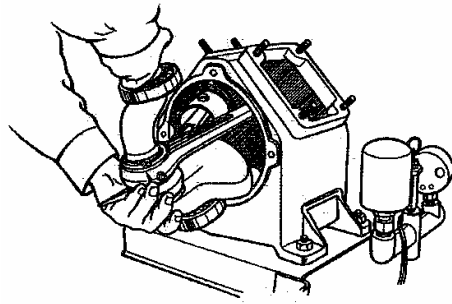
Gambar 40. Memasang cincin pena engkol dan cincin penahan

- ? Pasang bantalan bola pada poros engkol. Bantalan bola dipasang setelah dipanaskan di dalam minyak pada temperatur 150° sampai 200°C. Jika pemanasan tidak diperkenankan, bantalan bola harus dipasang dengan memukulnya dengan perantaraan batang perata. Gunakan pipa baja dan kenakan pada cincin dalam bantalan, maka bantalan dapat dipukul secara merata dengan palu. Jika bantalan dipanaskan dengan minyak maka minyak pemanas harus dibersihkan dari bantalan lalu diganti dengan pelumas baru.



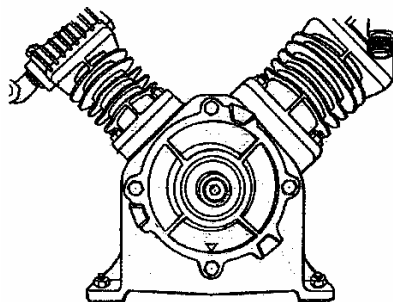
Gambar 41. Memasang bantalan bola

? Pasang perangkat poros engkol, batang penggerak, dan bantalan bola pada kotak engkol. Juga lumuri keliling luar bantalan bola dengan minyak pelumas sebelum dipasang. Ujung kecil dari batang penggerak harus dimasukkan lebih dahulu ke dalam kotak engkol.



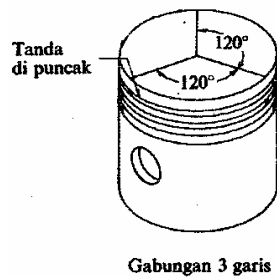
Gambar 42. Memasang poros engkol dan batang torak

? Pasang paking rumah bantalan. Gunakan baut panjang untuk kepala silinder sebagai pemandu. Mula-mula rumah bantalan diketok dengan palu, kemudian baut bantalan dikencangkan sedikit demi sedikit secara bergantian untuk memasang rumah bantalan pada kotak engkol. Juga gaya pengencangan engkol harus diatur setepat mungkin dengan mengatur tebal paking rumah bantalan sampai dapat mulai berputar sendiri oleh berat pengimbang.

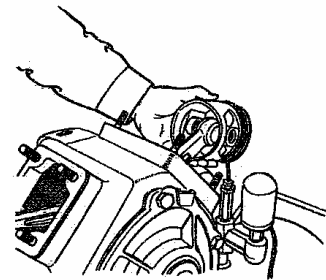


Gambar 43. Memasang rumah bantalan

- (e) Pasang torak pada batang penggerak. Ulaskan minyak pelumas pada permukaan yang meluncur. Tandai letak beahan cincin torak pertama pada puncak torak. Belahan cincin-cincin torak berikutnya harus saling membentuk sudut 120" antara yang satu dengan yang lain setelah terpasang.

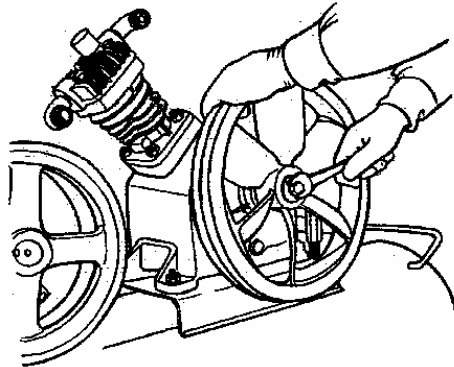


Gambar 44. Memasang ring torak



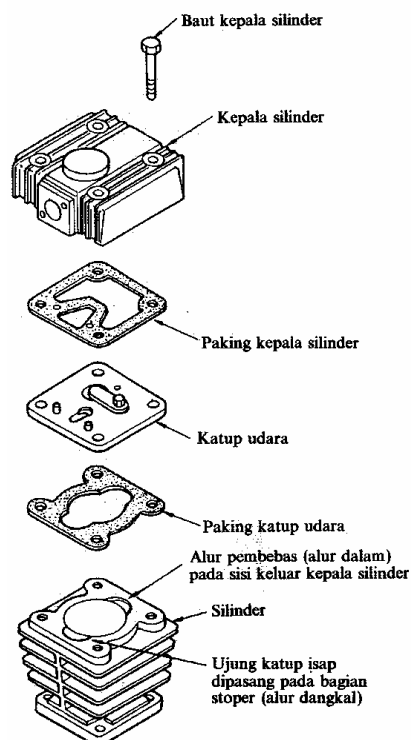
Gambar 45. Memasang torak

- (f) Pasang silinder. Puncak silinder harus diatur dengan mengatur tebal paking silinder sedemikian rupa hingga puncak silinder terletak 0 sampai 0,5 mm lebih tinggi dari pada puncak torak pada titik mati atasnya. Permukaan puncak torak tidak boleh lebih dari pada puncak silinder. Bila mengganti silinder katup kepak, sisi pembatas katup isap harus diperiksa apakah sudah dihaluskan sehingga tidak bergerigi. Jika belum harus dikikir atau diampelas. Silinder ini juga harus dipasang dengan cermat sebab arahnya tertentu.
- (g) Masukkan pasak puli ke tempatnya di poros dan pasang puli kompresor. Setelah puli terpasang pada poros engkol, kencangkan baut-baut puli.



Gambar 46. Memasang puli kompresor

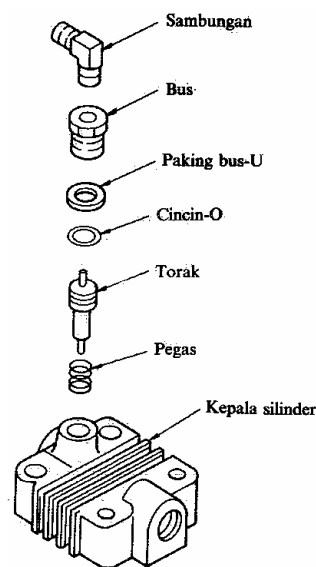
- (h) Pasang perangkat katup. Jangan buka bungkus katup kepak yang baru, sampai saat pemasangan tiba. Jika bungkus rusak dan katup terbuka di udara untuk beberapa lama, debu dapat menempel dan menyebabkan kebocoran setelah dipasang.



Gambar 47. Memasang perangkat katup udara

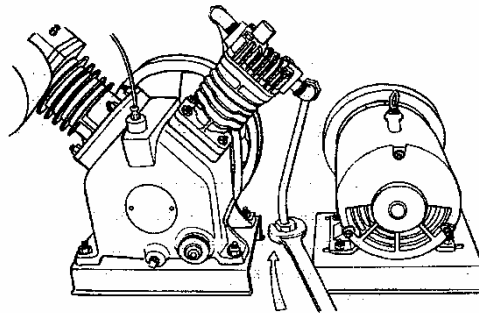
- (i) Pasang katup udara pada kepala silinder

- ? Luruskan dan pasang pen penetap posisi katup pada lubang pemandu di dasar kepala silinder.
- ? Ganti paking katup udara dan paking kepala silinder dengan yang baru.
- ? Atur dengan benar letak kepala sekrup kecil penetap dari plat katup isap atau baut penetap katup isap dan penjaga katup isap di alur ruang sisa (clearance) di puncak silinder. Kemudian secara bersama-sama katup kepak, kepala silinder, dan paking dikencangkan dengan baut kepala silinder.
- ? Dalam hal kompresor dengan pembebas beban otomatis, pasang pembebas beban pada kepala silinder. Pada waktu cincin-O dipasang pada torak pembebas beban, cincin ini akan terpuntir. Jika demikian, harus dibetulkan setelah terpasang. Juga ulasi cincin-O dengan zat pelumas yang disebut molybdenum bisulfida. Pada bus-V, gunakan paking cair jenis tak mengering.



Gambar 48. Memasang pembebas beban

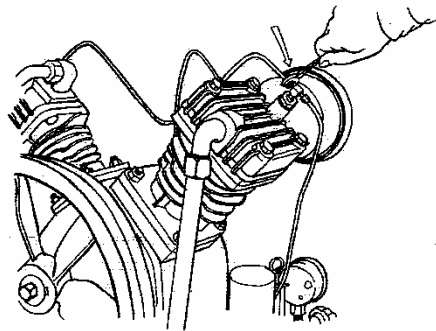
- (j) Pasang pipa keluar. Kendorkan sedikit baut kepala silinder dan untuk sementara kencangkan mur pipa keluar. Kemudian kencangkan baut kepala silinder dan selanjutnya kencangkan juga mur pipa keluar



Gambar 49. Memasang pipa keluar

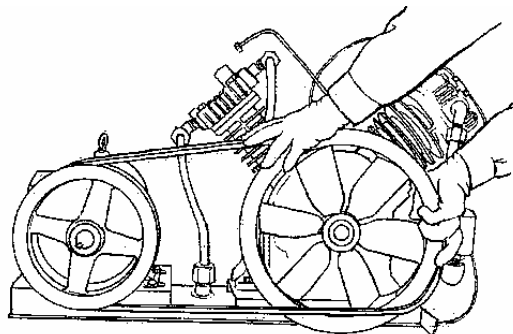
(2) Pemasangan Peralatan Pembantu

- (a) Untuk kompresor kecil dengan pembebas beban, pasang pipa pembebas beban.



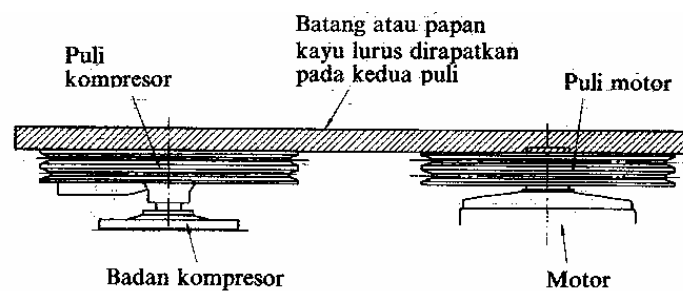
Gambar 50. Memasang pipa pembebas beban

- (b) Pasang sabuk- V. Sebelum sabuk- V dipasang, Luruskan puli kompresor terhadap puli motor



Gambar 51. Memasang sabuk V

- ? Atur letak motor sesuai dengan panjang sabuk-V. Motor ditetapkan pada jarak sedikit lebih besar dari jangkauan sabuk, baru kemudian sabuk dipasang. Setelah terpasang, tekan sabuk pada titik tengah antara puli motor dan kompresor ke arah dalam dengan jari. Jika puli melentur 10 mm, tegangan sabuk tepat.
- ? Atur letak motor hingga kedua muka luar puli motor dan kompresor menjadi lurus (sebidang). Poros motor dan kompresor yang tidak sejajar akan menyebabkan getaran pada sabuk.



Gambar 52. Meluruskan kedudukan puli

- ? Periksa tegangan sabuk dan tetapkan motor.
- ? Pasang tutup atau pelindung sabuk. Setelah pemasangan selesai, lakukan uji coba seperti diuraikan terdahulu.

5) Gangguan/ Kerusakan dan Perbaikan

Kompresor tidak akan banyak mengalami gangguan jika pemeriksaan harian dan pemeriksaan rutin dilaksanakan dengan baik. Gangguan dapat terjadi karena perubahan kondisi kerja, pemeliharaan yang salah dan memang karena

umur pemakaian. Secara umum untuk menghadapi gangguan dapat dilakukan hal-hal sebagai berikut :

- a) Jika gangguan terjadi, gejalanya harus ditentukan dengan tepat dengan menggunakan keterangan yang lengkap dari pemakai. Dari keterangan tersebut, yang di antaranya menyebutkan saat dan kondisi gangguan, dapat ditentukan sebab-sebabnya.
- b) Jika kompresor masih mungkin dijalankan, maka dapat dioperasikan untuk diamati gejala-gejala gangguannya dalam keadaan bekerja.
- c) Seluruh sistem hendaknya diperiksa secara cermat sebelum membuat kesimpulan.
- d) Penanganan gangguan hendaknya didasarkan atas analisa dan dilaksanakan secara sistematis.

Gangguan yang sering dan umum terjadi dan kemungkinan-kemungkinan penyebabnya, antara lain :

- a) Pembebanan lebih dan pemanasan lebih pada motor
Kemungkinan penyebabnya antara lain adalah daya motor kurang, instalasi listrik motor salah (putaran terbalik), terjadi hubung singkat, salah satu kabel pada jalur 3-phase putus, slip pada sabuk-V, efek roda gaya tidak cukup, viskositas minyak pelumas terlalu tinggi/ rendah, pengisian lebih (*supercharging*) karena pulsasi tekanan dan penyumbatan saringan dan pipa.
- b) Udara keluar terlalu panas
Kemungkinan penyebabnya antara lain adalah kondisi lingkungan dalam ruang kompresor jelek, karbonisasi minyak pelumas, katup keluar rusak(aliran balik) dan sistem pendingin yang tidak bekerja dengan baik.

c) Katup pengaman sering terbuka

Hal tersebut biasa terjadi karena penyetelan yang tidak tepat atau karena memang pegas katupnya sudah terlalu lemah.

d) Bunyi dan Getaran

Bunyi dan getaran pasti terjadi hanya saja jika hal itu tidak normal berarti menandakan adanya kerusakan/ keausan/ ketidak normalan. Bunyi dan getaran biasanya disebabkan oleh : kelonggaran yang berlebihan karena keausan, pemasangan dan pelurusan yang tidak tepat, getaran sabuk dan fluktuasi momen puntir, getaran pipa karena resonansi dan karena mesin penggerak.

e).Korosi

Bagian-bagian yang sering korosi adalah tangki udara, ruang pengeluaran udara dari kompresor, pendingin antara dan pembebas beban. Korosi disebabkan oleh : terjadinya kondensasi uap air akibat kompresi, adanya kandungan bahan korosif dalam udara isap, perembesan air pendingin terutama air laut, kualitas pelumas yang jelek, terjadinya reaksi minyak pelumas dan bahan tembaga atau karena perawatan yang tidak baik.

Gejala gangguan serta cara mengatasinya diberikan secara terperinci dalam Tabel 13.

Gejala gangguan dan cara mengatasi gangguan pada motor listrik 3-phase sangkar bajing diberikan secara terperinci pada Tabel 14.

Tabel 13. Gejala gangguan, penyebab dan tindakan perbaikannya

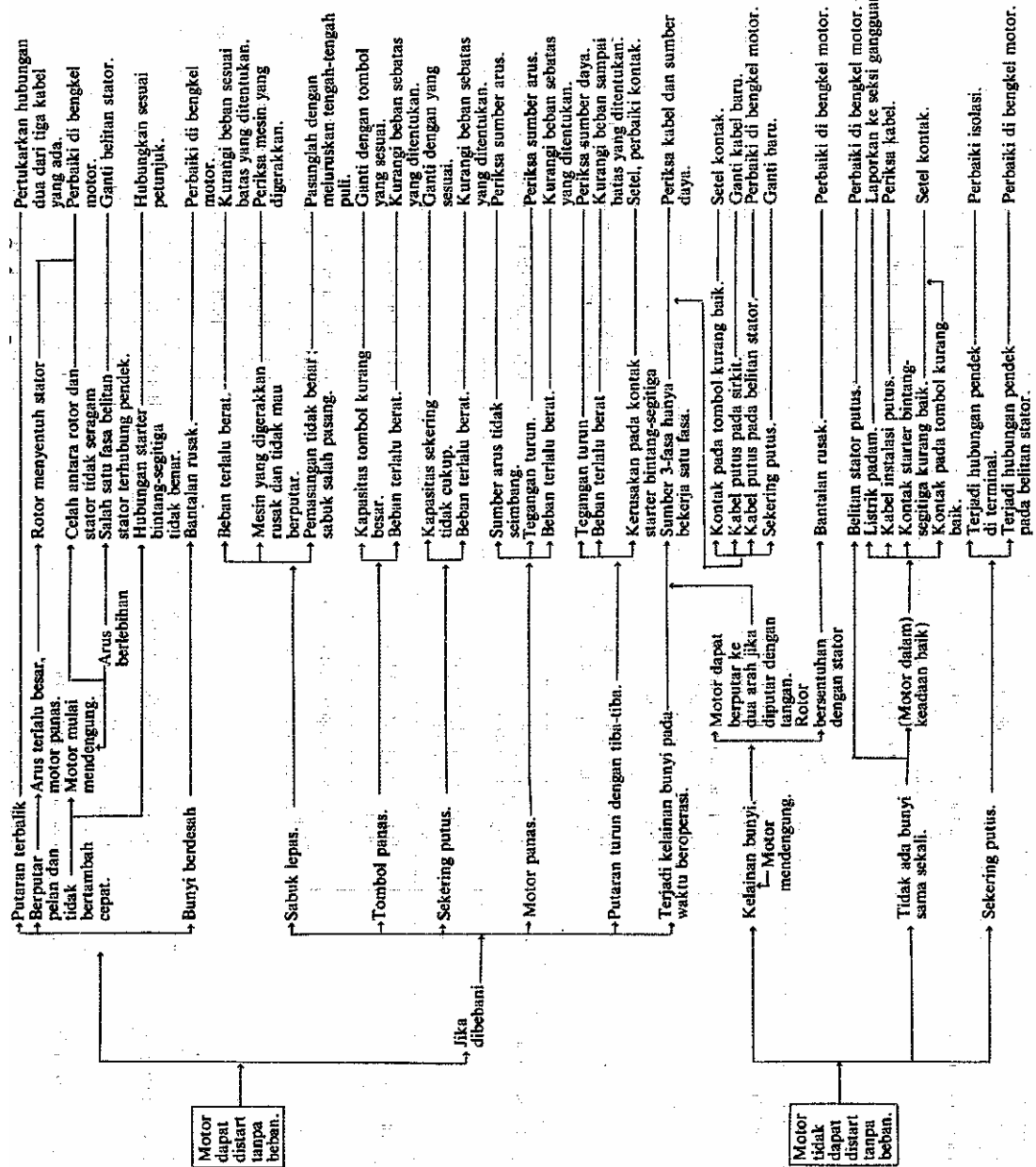
	Gejala	Sebab	Perbaikan
Kompresor dapat dijalkankan.	Tekanan tidak dapat naik atau naik terlalu lambat.	Sumbat pembuang air terbuka atau kebocoran dari dudukan. Bocor melalui paking. Bocor melalui sekrup. Bocor dari katup pengaman. Katup pengaman rusak.	Kencangkan sumbat. Jika masih bocor lebih baik diganti baru. Kencangkan sekrup dan baut. Ganti paking jika rusak. Kencangkan kembali. Katup pengaman diganti baru.
		Penunjukan manometer tidak benar. Elemen saringan isap tersumbat kotoran.	Bersihkan atau gantilah perangkat katup udara. Jika rusak atau bocoran terlalu besar, harus diganti baru. Gantilah dengan yang baru.
Tekanan naik melebihi tekanan maksimum.		Penyumbatan pada pipa. Penunjukan manometer tidak benar. Tombol tekanan, katup pengatur tekanan, atau katup pengaman rusak.	Bersihkan bagian dalam pipa. Ganti dengan yang baru. Setel, atau gantilah dengan yang baru jika tidak dapat disetel lagi.
Ada kelainan suara		Pemasangan tidak benar. Motor rusak.	Pasanglah secara mendatar. (Pakailah sim jika perlu). Perbaiki motor di bengkel motor.

bersambung

Lanjutan Tabel 13.

	Gejala	Sebab	Perbaikan
Kompresor dapat dijalankan	Ada kelainan suara	Torak menyentuh katup udara	Bersihkan endapan arang dari puncak torak, dan gantilah logam paking.
	Pemakaian minyak terlalu boros.	Cincin torak aus; cacat goresan pada dinding silinder.	Gantilah cincin torak, cincin minyak; ganti atau perbaiki silinder.
	Motor panas melebihi batas.	Kemacetan pada bagian-bagian yang saling meluncur (torak, dsb.).	Ganti dengan yang baru.
Kompresor tidak dapat dijalankan.	Motor tidak mendengung.	Motor rusak	Ganti dengan yang baik.
		Kabel putus.	Ganti dengan yang baru.
		Tombol tekanan rusak.	Ganti dengan yang baru.
		Motor rusak.	Perbaiki di bengkel motor.
		Pelindung motor dalam keadaan bekerja.	Tiadakan hal-hal yang menyebabkan pelindung bekerja, kemudian tekan tombol reset.
		Tegangan turun (karena kabel terlalu kecil, dll).	Pakailah kabel yang sesuai ukurannya; cari sebab-sebab lain turunnya tegangan.
		Udara bocor dari katup udara.	Bersihkan endapan arang. Ganti dengan yang baru jika bocoran besar atau pecah.
Motor rusak	Perbaiki di bengkel motor.		

Tabel 14. Gejala gangguan, penyebab dan tindakan perbaikan motor listrik 3-phase



c. Rangkuman 2

- 1). Kompresor supaya tetap terjaga performance dan efisiensinya harus selalu periksa setiap hari atau yang disebut pemeriksaan operasi harian.
- 2). Pada rentang masa pemakaian atau masa kerja tertentu kompresor juga harus dilakukan pemeriksaan berkala atau rutin dengan pekerjaan yang lebih berat dibanding operasi harian, untuk mempertahankan performance dan efisiensinya.
- 3). Setelah beberapa kali dilakukan pemeriksaan berkala atau rutin kondisi komponen mungkin perlu diganti atau dibersihkan dengan pemeriksaan overhaul dan dilakukan penggantian atau perbaikan apabila diperlukan.
- 4). Kompresor yang tidak aktif atau yang untuk jangka waktu tertentu (lebih dari 1 bulan) tidak digunakan harus dilakukan tindakan perawatan agar kompresor tetap akan dapat bekerja dengan baik saat dibutuhkan atau dioperasikan kembali.
- 5). Gangguan-gangguan yang sering terjadi pada kompresor adalah pembebanan yang lebih (daya motor kurang), motor penggerak terlalu panas, udara keluar terlalu panas, katup pengaman sering membuka, bunyi dan getaran yang besar/kuat, korosi dan sebagainya.
- 6). Pekerjaan identifikasi kerusakan memerlukan pengetahuan yang cukup tentang kerja kompresor, konstruksi kompresor, instalasi kompresor, pemipaan, instalasi listrik dan motor penggerak (baik motor listrik maupun motor bakar).

d. Tugas 2.

- 1). Lakukan observasi ke bengkel khusus/ industri yang menangani pemeliharaan dan atau perbaikan kompresor berkapasitas menengah besar, dan buatlah laporan hasil observasi anda!

e. Tes Formatif 2

- 1). Jelaskan apa yang dilakukan pada pemeriksaan operasi harian!
- 2). Jelaskan apa yang dilakukan pada pemeriksaan operasi rutin!
- 3). Jelaskan gangguan apa yang sering ditemukan pada kompresor udara dan kemungkinan penyebabnya!
- 4). Jelaskan apa yang perlu dilakukan pada kompresor udara yang tidak aktif lebih dari 1 bulan!
- 5). Jelaskan apa yang perlu diperiksa pada motor listrik penggerak kompresor udara!

f. Kunci Jawaban Formatif 2

1). Operasional kompresor tiap harinya menuntut adanya pelayanan dan perawatan yang perlu dilakukan, antara lain :

- a). Sediakan buku catatan operasi yang harus diisi setiap hari dengan data-data : temperatur disetiap bagian yang penting, tekanan kerja, konsumsi minyak pelumas, kebocoran-kebocoran (udara, minyak dan air), fluktuasi tekanan hidrolik, perubahan bunyi dan getaran serta hal-hal lain yang dirasa penting untuk dicatat.
- b). Katup pengaman harus dioperasikan manual sekali tiap hari.
- c). Zat cair di dalam tangki udara dan pemisah harus dikuras dua kali tiap hari.
- d). Pastikan bahwa meter-meter bekerja dengan baik (jarum manometer dapat bergerak dengan harus dan dapat menunjuk skala nol saat tekanan kosong.
- e). Pastikan bahwa katup pengatur tekanan dan tombol tekanan akan bekerja pada daerah tekanan yang sesuai. Lakukan penyetelan jika tidak sesuai.

(Pemeriksaan harian diuraikan siswa seperti tabel 11).

2). Pemeriksaan operasi rutin dilakukan karena kompresor mempunyai berbagai bagian yang mendapat beban tumbukan dan yang saling meluncur dengan tekanan permukaan yang besar. Selain itu getaran mekanis serta denyutan tekan merupakan hal yang tak dapat dihindari. Karena itu jika diingini umur yang panjang dan performansi yang tetap baik, kompresor harus

dioperasikan dengan benar serta dilakukan pemeriksaan dan pemeliharaan dengan cermat serta diperiksa secara periodik. Prosedur pemeriksaan rutin diberikan dalam Tabel 12.. Jangka waktu pemeriksaan rutin bervariasi tergantung pada masing-masing produk. Jadi tabel tersebut hanya dapat dipergunakan sebagai pedoman umum. Pedoman yang lebih terperinci harus diambil dari buku petunjuk dari pabrik kompresor yang bersangkutan. (Pemeriksaan rutin diuraikan oleh siswa seperti tabel 12)

- 3). Gangguan yang sering terjadi pada kompresor udara dan penyebabnya adalah :
 - a). Pembebanan lebih dan pemanasan lebih pada motor
Kemungkinan penyebabnya antara lain adalah daya motor kurang, instalasi listrik motor salah (putaran terbalik), terjadi hubung singkat, salah satu kabel pada jalur 3-phase putus, slip pada sabuk-V, efek roda gaya tidak cukup, viskositas minyak pelumas terlalu tinggi/ rendah, pengisian lebih (*supercharging*) karena pulsasi tekanan dan penyumbatan pada saringan dan pipa.
 - b). Udara keluar terlalu panas
Kemungkinan penyebabnya antara lain adalah kondisi lingkungan dalam ruang kompresor jelek, karbonisasi minyak pelumas, katup keluar rusak(aliran balik) dan sistem pendingin yang tidak bekerja dengan baik.
 - c). Katup pengaman sering terbuka
Hal tersebut biasa terjadi karena penyetelan yang tidak tepat atau karena memang pegas katup terlalu lemah.

d). Bunyi dan Getaran

Bunyi dan getaran pasti terjadi hanya saja jika hal itu tidak normal berarti menandakan adanya kerusakan/ keausan/ ketidak normalan. Bunyi dan getaran biasanya disebabkan oleh : kelonggaran yang berlebihan karena keausan, pemasangan dan pelurusan yang tidak tepat, getaran sabuk dan fluktuasi momen puntir, getaran pipa karena resonansi dan karena mesin penggerak.

e). Korosi

Bagian-bagian yang sering korosi adalah tangki udara, ruang pengeluaran udara dari kompresor, pendingin antara dan pembebas beban. Korosi disebabkan oleh : terjadinya kondensasi uap air, adanya bahan korosif dalam udara isap, perembesan air pendingin terutama air laut, kualitas pelumas yang jelek, terjadinya reaksi minyak pelumas dan bahan tembaga atau karena perawatan yang tidak baik.

f). Tekanan tidak dapat naik atau naik terlalu lambat

Terdapat kebocoran (pada pembuang air, paking, sekrup, katup pengaman, tabung dan pipa-pipa), katup pengaman rusak, manometer rusak, saringan udara masuk kotor, adanya penyumbatan pada pipa

g). Tekanan melebihi tekanan normal

Manometer rusak, tombol tekanan, katup pengatur tekanan atau katup pengaman rusak.

h). Terdapat suara abnormal

Pemasangan tidak tepat, motor rusak, torak membentur katup, adanya komponen gerak yang aus

- i). Minyak pelumas cepat habis
Cincin torak, torak dan atau dinding silinder mengalami keausan, serta katup pengaman rusak
 - j). Motor overheating
Terjadi kemacetan bagian-bagian yang bergerak pada kompresor, konsleting listrik dan atau motor rusak
 - k). Kompresor tidak berjalan motor tidak mendengung
Instalasi listrik putus, tombol tekanan rusak, motor rusak, pelindung motor dalam keadaan bekerja
 - l). Kompresor tidak berjalan motor mendengung
Tegangan listrik sumber turun, udara bocor dari katup udara, motor rusak
- 4). Jika kompresor tidak dipakai untuk jangka waktu lama (tidak aktif), seolah-olah kompresor ini dalam keadaan beristirahat. Namun dalam keadaan tidak dipakai, kompresor akan berkarat, berdebu, mutu minyaknya menurun, terjadi pengembunan uap air, pembekuan, korosi karena kandungan gas yang korosif, dsb. Jika nanti akan digunakan lagi, kompresor dapat mengalami gangguan seandainya tidak dipelihara dengan baik pada waktu tidak dipakai. Apabila kompresor tidak dipergunakan selama lebih dari sebulan perlu dilakukan hal-hal berikut.
- a) Jika keadaan lingkungan banyak berdebu, kompresor harus ditutup dengan lembar plastik pada tempat pernafasan kotak engkol, perapat poros, tutup katup, pompa minyak, instrumentasi, dsb.
 - b) Jika mungkin, instrumen-instrumen dibuka dan disimpan.

- c) Katup-katup harus tertutup sepenuhnya untuk mencegah pipa-pipa kemasukan debu, atau air hujan.
 - d) Minyak pencegah karat atau gemuk harus dilapiskan pada bagian dalam kompresor. Kompresor harus diputar dengan tangan sekali sebulan untuk mencegah pengkaratan dan untuk meratakan minyak pelumas. Jika kompresor masih terhubung dengan sumber tenaga listrik, maka dapat dijalankan selama 10 menit tiap hari tanpa beban. Dalam hal ini tidak diperlukan langkah-langkah pencegahan debu dan karat seperti disebut di atas.
 - e) Jika kompresor masih terhubung dengan sumber listrik dan tidak akan dipergunakan dalam jangka waktu sangat lama, sebaiknya semua tombol dikunci supaya tidak dapat dijalankan secara tak sengaja
- 5). Pemeriksaan pada motor listrik penggerak kompresor diuraikan oleh siswa seperti pada tabel 14.

g. Lembar Kerja 2

1) Alat dan Bahan

- a). 1 unit sistem kompresor udara dan instalasinya
- b). Peralatan tangan, kunci pas/ring atau tang (menyesuaikan kebutuhan).
- c). Alat ukur yang diperlukan sesuai dengan kebutuhan
- d). Minyak pelumas
- e). Sealed tape
- f). Lap/ majun.

2) Keselamatan Kerja

- a). Gunakan peralatan tangan sesuai dengan fungsinya.
- b). Ikutilah instruksi dari instruktur/guru atau pun prosedur kerja yang tertera pada lembar kerja.
- c). Mintalah ijin dari guru anda bila hendak melakukan pekerjaan yang tidak tertera pada lembar kerja.
- d). Bila perlu mintalah buku manual dari mesin yang digunakan.
- e). Jangan memukul poros, ulir atau bagian lainnya dengan palu besi secara langsung
- f). Jangan bermain-main dengan udara bertekanan.

3) Langkah Kerja

- a). Siapkan alat dan bahan praktikum secara cermat, efektif dan seefisien mungkin.
- b). Perhatikan instruksi praktikum yang disampaikan oleh guru/instruktur.
- c). Lakukan pemeriksaan operasi harian dan operasi rutin pada unti kompresor udara dan instalasinya!

- d). Lakukan pembongkaran unit kompresor udara dengan langkah yang efektif, efisien dan sistematis! (perhatikan buku manual)
- e). Lakukan pemeriksaan dengan pengamatan dan pengukuran pada komponen-komponen kompresor udara yang sudah dilepas!
- f). Buatlah catatan-catatan penting kegiatan praktikum secara ringkas.
- g). Diskusikan mengenai kondisi komponen, kemungkinan penyebab kerusakan, kemungkinan perbaikan serta kemungkinan akibat jika kerusakan terjadi dan dibiarkan!
- h). Lakukan pemasangan kembali terhadap komponen-komponen yang dibongkar secara efektif dan efisien!
- i). Diskusikan inovasi usaha apa yang bisa dikembangkan setelah anda mengetahui tentang kompresor udara dan instalasinya!!
- j). Setelah selesai, bereskan kembali peralatan dan bahan yang telah digunakan seperti keadaan semula serta bersihkan tempat kerja!

4) Tugas

- a). Buatlah laporan praktikum secara ringkas dan jelas.
- b). Buatlah rangkuman pengetahuan baru yang anda peroleh setelah mempelajari materi pada kegiatan belajar 2.

BAB III EVALUASI

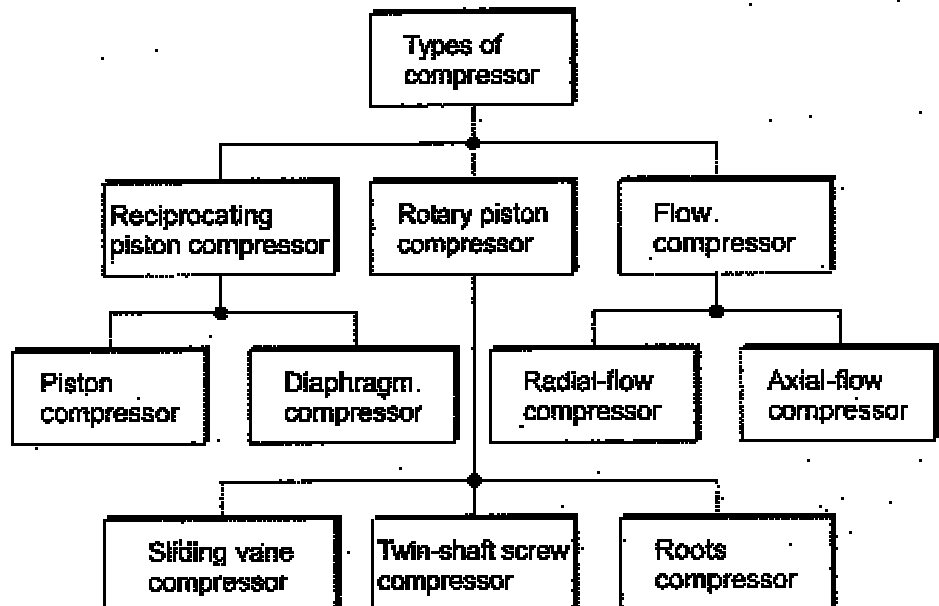
A. PERTANYAAN

1. Jelaskan klasifikasi kompresor udara!
2. Sebutkanlah komponen-komponen utama unit kompresor udara!
3. Jelaskan dengan disertai gambar, prinsip kerja kompresor udara tipe torak kerja tunggal!
4. Jelaskan langkah-langkah instalasi kompresor udara!
5. Jelaskan langkah pembongkaran, pemeriksaan dan pemasangan kembali kompresor udara pada saat overhaul!

B. KUNCI JAWABAN

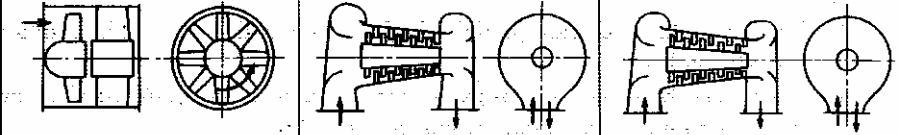
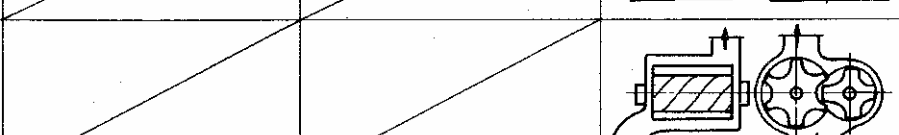


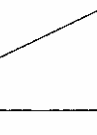

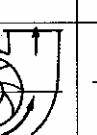
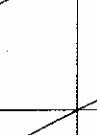

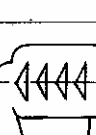
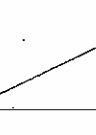
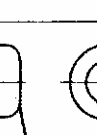
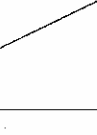
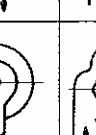
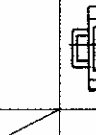
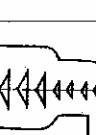
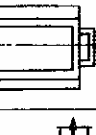
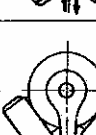

1. Kompresor terdapat dalam berbagai jenis dan model, tergantung pada volume dan tekanan yang dihasilkan. Istilah kompresor banyak dipakai untuk yang bertekanan tinggi, blower untuk yang bertekanan menengah rendah dan fan untuk yang bertekanan sangat rendah. Ditinjau dari cara pemampatan (kompresi) udara, kompresor terbagi dua yaitu jenis perpindahan dan jenis turbo. Jenis perpindahan adalah kompresor yang menaikkan tekanan dengan memperkecil atau memampatkan volume gas yang diisap ke dalam silinder atau stator oleh torak atau sudu, sedangkan jenis turbo menaikkan tekanan dan kecepatan gas dengan gaya sentrifugal yang ditimbulkan oleh impeller atau dengan gaya angkat (lift) yang ditimbulkan oleh sudu.

Salah satu pengklasifikasian kompresor udara dapat dicermati pada gambar berikut :



Klasifikasi kompresor

Ada juga yang mengklasifikasikan kompresor udara menjadi fan, blower dan kompresor dengan jenis-jenisnya sebagai berikut :

Nama		Fan dan blower		Kompresor	
		Fan (kipas)	Blower (peniup)		
Tekanan		Kurang dari 1000 mm Air (9800 Pa)	1-10 m Air (9800 Pa-98 Pa)	Lebih dari 1 kg/cm ² (98 kPa)	
Jenis					
Jenis turbo	Jenis aksial	Aksial			
	Jenis sentrifugal	Sudu banyak			
		Radial			
		Turbo			
Jenis perpindahan (displacement)	Jenis putar (rotary)	Roots			
		Sudu luncur			
	Sekrup				
	Jenis bolak-balik	Bolak-balik			

Klasifikasi kompresor

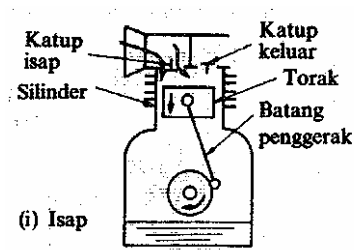
Kompresor juga dapat diklasifikasikan atas dasar beberapa hal atau sudut pandang, seperti diuraikan sebagai berikut :

- a. Klasifikasi berdasar jumlah tingkat kompresi (mis : satu tingkat, dua tingkat, ... , banyak tingkat)
 - b. Klasifikasi berdasarkan langkah kerja (mis : kerja tunggal/ *single acting* dan kerja ganda/ *double acting*)
 - c. Klasifikasi berdasarkan susunan silinder "khusus kompresor torak" (mis: mendatar, tegak, bentuk L, bentuk V, bentuk W, bentuk bintang dan lawan imbang/ *balans oposed*)
 - d. Klasifikasi berdasarkan cara pendinginan (mis : pendinginan air dan pendinginan udara)
 - e. Klasifikasi berdasarkan transmisi penggerak (mis : langsung, sabuk V dan roda gigi)
 - f. Klasifikasi berdasarkan penempatannya (mis : permanen/ *stationary* dan dapat dipindah-pindah/ *portable*)
 - g. Klasifikasi berdasarkan cara pelumasannya (mis : pelumasan minyak dan tanpa minyak)
2. Komponen-komponen utama unit kompresor udara meliputi :
- a. Unit kompresor
 - 1) Silinder dan kepala silinder
 - 2) Torak dan cincin torak
 - 3) Katup-katup
 - 4) Batang torak dan poros engkol
 - 5) Kotak engkol
 - 6) Pengatur kapasitas
 - 7) Sistem pelumasan
 - 8) Sistem pendinginan
 - 9) Peralatan pendukung (saringan udara, puli, v-belt dll)
 - b. Unit motor penggerak dan sumber tenaga
 - c. Unit tangki udara bertekanan
 - d. Unit pengatur tekanan/ pengaman
 - e. Unit penyaluran (pemipaan)

3. Kompresor torak atau kompresor bolak-balik pada dasarnya adalah merubah gerakan putar dari penggerak mula menjadi gerak bolak-balik torak/ piston. Gerakan ini diperoleh dengan menggunakan poros engkol dan batang penggerak yang menghasilkan gerak bolak-balik pada torak.

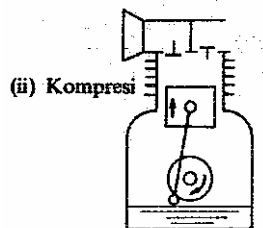
Gerakan torak akan menghisap udara ke dalam silinder dan memampatkannya. Langkah kerja kompresor torak hampir sama dengan konsep kerja motor torak yaitu :

a. Langkah Isap



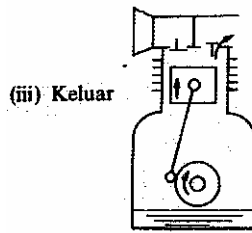
Langkah isap adalah bila poros engkol berputar searah putaran jarum jam, torak bergerak dari titik mati atas (TMA) ke titik mati bawah (TMB). Tekanan negatif terjadi pada ruangan di dalam silinder yang ditinggalkan torak sehingga katup isap terbuka oleh perbedaan tekanan dan udara terisap masuk ke silinder.

b. Langkah Kompresi



Langkah kompresi terjadi saat torak bergerak dari TMB ke TMA, katup isap dan katup buang tertutup sehingga udara dimampatkan dalam silinder

c. Langkah Keluar



Bila torak meneruskan gerakannya ke TMA, tekanan di dalam silinder akan naik sehingga katup keluar akan terbuka oleh tekanan udara sehingga udara akan keluar.

4. Instalasi kompresor udara

a. Pemilihan Tempat

Tempat instalasi kompresor harus dipilih berdasarkan beberapa kriteria berikut :

- 1) Instalasi kompresor harus dipasang sedekat mungkin dengan tempat-tempat yang memerlukan udara bertekanan
- 2) Lingkungan instalasi kompresor tidak boleh ada gas yang mudah terbakar atau zat yang mudah meledak
- 3) Lingkungan instalasi kompresor harus memungkinkan dilakukan pemeliharaan dan pemeriksaan dan perbaikan dengan mudah dan leluasa.
- 4) Ruangan tempat instalasi kompresor harus terang, luas dan berventilasi baik.
- 5) Temperatur ruangan instalasi kompresor harus lebih rendah dari 40°C
- 6) Instalasi kompresor harus di tempat yang terlindung, seperti ruangan atau dalam gedung.

b. Kondisi Pengisapan

Pengisapan udara dari atmosfer atau udara lingkungan perlu memperhatikan hal-hal sebagai berikut :

- 1) Temperatur udara udara yang diisap harus dijaga serendah mungkin dan tidak boleh lebih panas dari 40°C
- 2) Kandungan debu dan partikel kotoran disekitar tempat/ saluran isap harus dijaga sekecil mungkin
- 3) Udara yang diisap harus sekering mungkin

Pedoman tentang langkah-langkah yang penting dan perlu diperhatikan sehubungan penempatan instalasi kompresor diuraikan siswa seperti dalam Tabel 6.

c. Pondasi dan Pemasangan

Pondasi digunakan untuk menjaga agar kerja kompresor optimal dan membuat umur pemakaian kompresor panjang. Pondasi yang baik mampu meredam getaran, membuat perawatan dan perbaikan mudah. Pedoman pembuatan pondasi dan pemasangan instalasi diuraikan oleh siswa seperti dalam Tabel 7.

d. Pemipaan

Kompresor besar atau kompresor permanen memerlukan pemipaan untuk menyalurkan udara bertekanan kepada peralatan pemakai. Pemipaan memerlukan kerja yang cermat dan teliti, karena pemasangan yang tidak benar dapat menimbulkan retakan dan kerusakan yang lain. Pipa yang diperlukan dalam instalasi antara lain : pipa keluar, pipa pembebas beban dan pipa pendinginan. Penanganan masing-masing pipa adalah sebagai berikut :

1) Pipa Keluar

Yang perlu diperhatikan pada penanganan pipa keluar adalah :

- a) Bahan pipa yang berminyak, karatan, berlapis terarang batu atau cat tidak boleh dipakai
- b) Untuk menyambung pipa keluar harus dipergunakan sambungan flens las
- c) Jika pipa keluar, mulai dari kompresor s.d. tangki udara atau pendingin akhir, beresonansi dengan pulsasi udara keluar maka akan timbul bunyi yang keras dan getaran pada pemipaan yang akan memperpendek umur kompresor serta menurunkan performansi dan efisiensi. Frekuensi pribadi kolom udara di dalam pipa keluar dapat ditaksir dengan rumus berikut ini :

$$f = \frac{2m + 1}{4L} a$$

- Dimana,
- f : frekuensi pribadi kolom udara (1/s)
 - L : panjang ekivalen pipa = $L_p + L_v$ (m)
 - L_v : panjang pipa yang dikonversikan (m)
= volume ruang keluar kompresor/
luas penampang = V/A
 - m : 1,2,3,...
 - a : kec. suara dalam udara/gas (m/s)

Frekuensi pribadi f ini tidak boleh sama dengan frekuensi denyutan tekanan yang ditimbulkan rotor kompresor maupun dengan frekuensi pribadi dari struktur pipa keluar, agar tidak terjadi resonansi.

- d) Temperatur udara keluar pada umumnya berkisar antara 140 s.d, 180°C, sehingga pipa keluar harus mampu menampung pemuaiian yang terjadi. Jika pipa sangat panjang, diperlukan dua atau satu belokan luwes untuk membuat pipa lebih elastis.

- e) Sebuah pendingin akhir harus dipasang sedekat mungkin dengan kompresor untuk mengurangi pemuaian thermal pada pipa dan memperkecil kandungan air di dalam udara bertekanan.
- f) Pipa harus ditumpu dengan baik untuk mencegah getaran
- g) Pada pipa keluar tidak boleh dipasang katup penutup. Jika penggunaan katup penutup tidak bisa dihindari maka diantara kompresor dan katup penutup harus dipasang katup pengaman dengan kapasitas yang cukup.

Langkah-langkah penanganan lebih lanjut diuraikan siswa seperti pada Tabel 8.

2) Pipa Pembebas Beban

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemasangan pipa pembatas beban antara lain adalah :

- a) Pipa pembatas beban dipasang antara katup pengatur tekanan dan tangki udara.
- b) Bagian dalam pipa pembebas beban harus bersih sempurna dari kotoran dan minyak serta cat.
- c) Sebelum katup pengatur tekanan dipasang harus dilakukan peniupan selama beberapa jam untuk menghilangkan karat, geram dan kotoran lain dari pipa keluar, tangki udara dan pipa pembebas beban agar tidak mengganggu katup pengatur tekanan.
- d) Ukuran pipa pembebas beban harus sesuai dengan yang ditentukan oleh pabrik. Jika panjang pipa lebih dari 10 m atau sistem tidak dapat bekerja dengan baik

maka harus diambil ukuran berikutnya yang lebih besar.

- e) Pada pipa pembebas beban tidak boleh dipasang katup penutup.

Petunjuk-petunjuk umum untuk pipa pembebas beban diuraikan lebih detail oleh siswa seperti pada Tabel 9.

3) Pipa Air Pendingin dan lainnya

Pedoman umum untuk perencanaan dan pemasangan pipa air pendingin & pipa lainnya diberikan dalam Tabel 10.

e. Kabel Listrik

Pemasangan kabel listrik harus memperhatikan bahan kabel yang memenuhi standar dan beberapa hal sebagai berikut :

- (a) Ukuran dan kapasitas kabel, sekring dan tombol-tombol harus ditentukan dengan sangat hati-hati.
- (b) Kabel tidak boleh terlalu pandang dan atau terlalu kecil karena akan menurunkan tegangan dan akan menimbulkan kesulitan dan kerusakan start dimana motor dapat terbakar. Tegangan listrik pada terminal motor tidak boleh kurang dari 90% harga normal.

5. Pada waktu overhaul (pembongkaran dan perakitan kembali) perlu diperhatikan hal-hat berikut.

- a. Sebelum pembongkaran atau perbaikan dilakukan, listrik harus dimatikan dari tombolnya, dan udara yang masih tersisa di dalam tangki udara dibuang habis.
- b. Bagian-bagian yang dibongkar harus diletakkan di kotak atau di atas kertas secara berurutan untuk memudahkan pada waktu pemasangan kembali. Dengan cara ini tidak akan ada

suku cadang yang terlewat atau tertukar urutan pemasangannya.

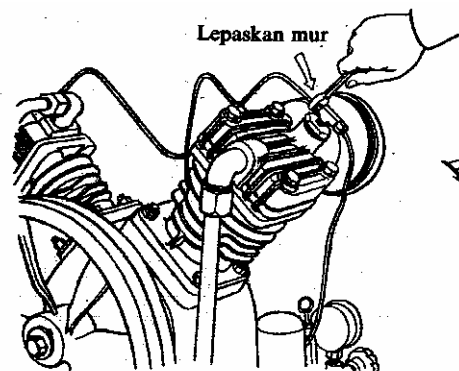
- c. Paking atau cincin yang telah dipakai harus diganti baru.
- d. Jika pencucian dilakukan dengan minyak yang mudah menguap, bagian-bagian harus dikeringkan benar-benar sebelum dipasang. Untuk membersihkan endapan karbon yang berasal dari minyak pelumas sebaiknya dipakai zat pembersih karbon.
- e. Torak, katup, silinder, dan bagian-bagian lain yang saling meluncur harus diperlakukan secara hati-hati.
- f. Pada waktu memasang kembali, lumurkan minyak pelumas yang sesuai pada permukaan-permukaan yang meluncur.

Prosedur overhaul yang meliputi pembongkaran, pemeriksaan dan pemasangan kembali kompresor udara jenis kompresor torak.

a. Prosedur Pembongkaran :

1) Pembongkaran Peralatan Pembantu

- a) Lepas tutup sabuk.
- b) Lepas sabuk-V.
- c) Untuk kompresor yang diperlengkapi dengan pembeban beban otomatis, lepas pipa pembebas beban antara kompresor dan katup pilot pembebas beban.



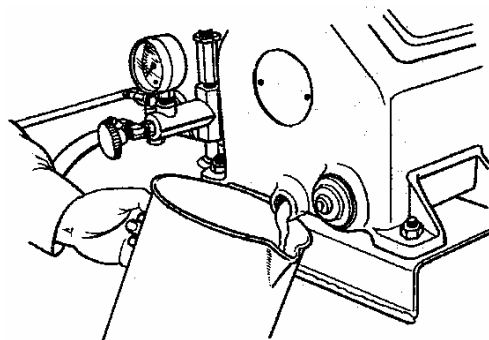
Melepas pipa pembebas beban

d) Peralatan pembantu yang lain perlu dilepas bila perlu.

2) Pembongkaran Badan Kompresor

Badan kompresor dapat dibongkar lebih mudah jika dalam keadaan terpasang di atas tangki udara. Prosedur pembongkarannya adalah sebagai berikut :

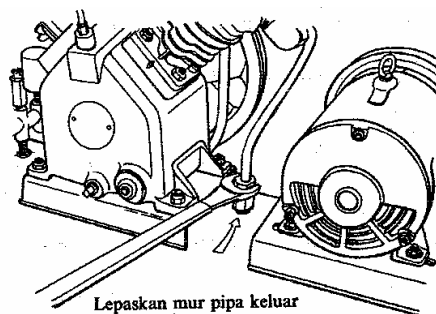
a) Lepaskan pipa/ baut pembuangan minyak pelumas dan keluarkan/ kuras minyak pelumasnya.



Menguras minyak pelumas

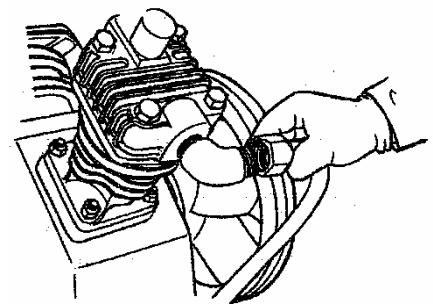
b) Lepaskan peredam bunyi, pipa pembebas beban, dan pipa pernafasan ruang engkol.

c) Lepaskan pipa keluar. Jika mur pipa keluar sukar dibuka karena macet, biasanya mudah dilepas setelah diketok dengan palu.



Lepaskan mur pipa keluar

Melepas mur pipa keluar

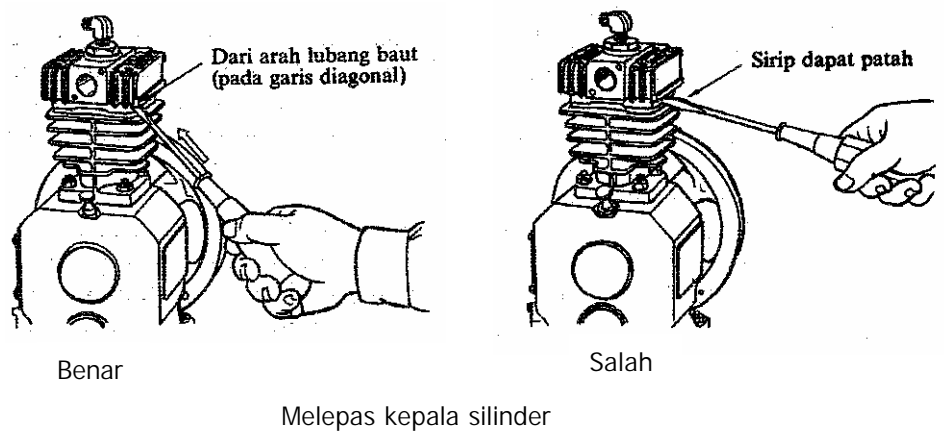


Melepas pipa keluar

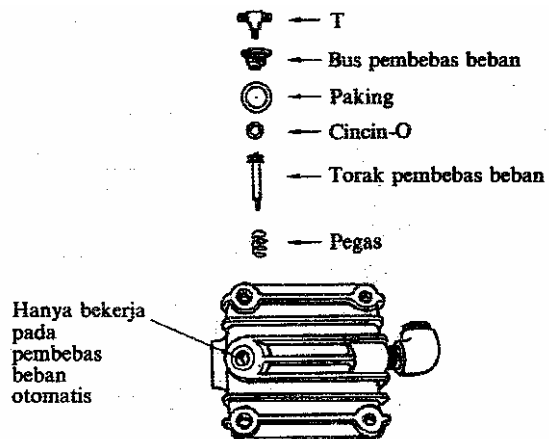
d) Melepaskan kepala silinder. Hal berikut ini dianjurkan pada waktu membuka kepala silinder

(1). Dalam hal kompresor menggunakan pembebas beban otomatis, bus pembebas beban harus dikendorkan lebih dahulu untuk memudahkan pembongkaran kemudian.

(2). Jika kepala silinder tidak dapat dibuka (karena macet) sekalipun baut-baut telah dilepas, ketoklah keliling kepala silinder dengan palu, tusukkan obeng pada celah yang terbuka ke arah lubang baut (arah diagonal). Maka kepala silinder akan mudah dibuka. Jika obeng ditusukkan dari arah yang salah, permukaan dudukan akan rusak dan udara akan bocor.

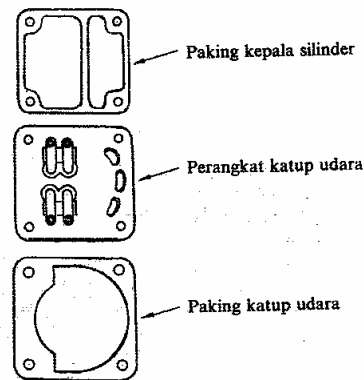


e) Membongkar kepala silinder



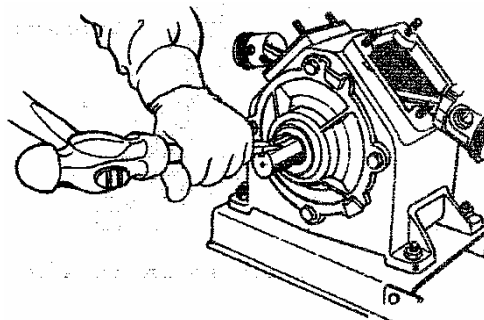
Membongkar kepala silinder

- f) Membongkar katup udara. Karena baut dan sekrup-sekrup kecil dari plat katup dan penahan katup dari katup kepak semuanya dikunci, maka jika sudah dibuka hampir tak dapat dipakai lagi. Katup kepak hanya boleh dibersihkan dengan tiupan udara. Seperti tertera dalam ikhtisar pemeriksaan rutin (Tabel 12), katup harus diperiksa secara periodik kalau-kalau ada kelainan. Jika ada bagian yang rusak harus diganti. Pada waktu memasang kembali, harus digunakan paking kepala silinder dan paking katup yang baru.



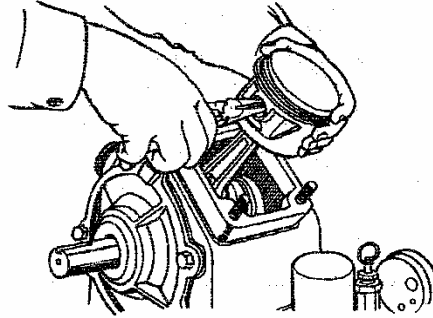
Melepas pipa pembebas beban

- g) Buka puli kompresor dan keluarkan pasak dengan menariknya. Pasak dapat terluka pada waktu dikeluarkan. Bagian yang tergores atau terluka harus dihaluskan kembali untuk memudahkan pemasangan.



Melepas pasak

- h) Buka silinder dan buka torak. Buka cincin pengunci pen torak dengan tang yang sesuai, dan keluarkan pen torak.

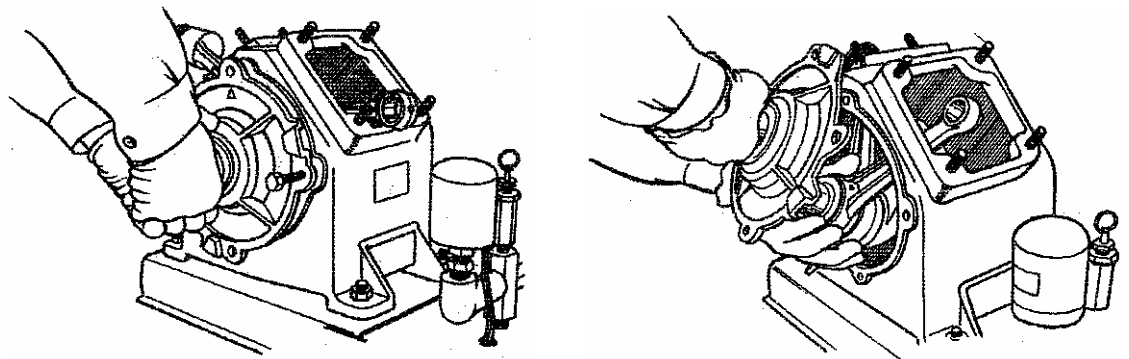


Melepas torak/ piston

- i) Keluarkan poros engkol, batang penggerak, bantalan bola dan rumah bantalan secara bersama-sama. Dalam hal ini perlu diperhatikan petunjuk berikut :

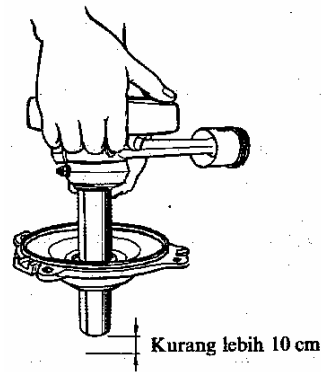
(1). Untuk mencegah lepasnya rumah bantalan dari kotak engkol, buka baut rumah bantalan, dan sebagai gantinya pasang dua buah baut dari kepala silinder pada posisi diagonal.

(2). Untuk mengeluarkan poros engkol, batang penggerak, bantalan bola, dan rumah bantalan dari kotak engkol secara bersama-sama, tarik bagian pengimbang pada poros engkol lebih dahulu, kemudian tarik batang penggerak keluar.



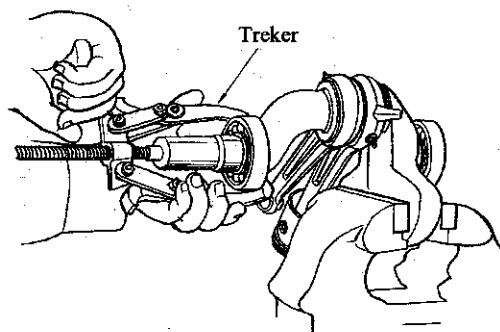
Melepas poros engkol, batang penggerak, bantalan dan rumah bantalan

- j) Tarik keluar rumah bantalan. Rumah bantalan dapat dikeluarkan dengan mudah jika bantalan dengan rumahnya di sebelah bawah dijatuhkan dari ketinggian kurang lebih 10 cm ke lantai. Dalam hal ini perlu dijaga agar perapat minyak tidak rusak (terutama bibirnya) pada waktu menarik keluar rumah bantalan.



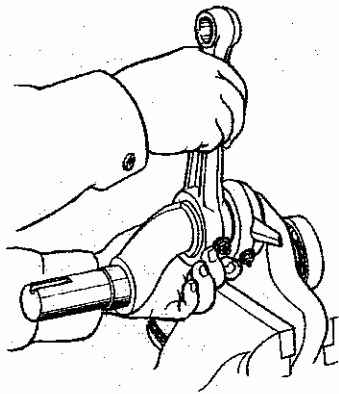
Melepas rumah bantalan

- k) Tarik keluar bantalan bola dari poros engkol dengan penarik (tracker). Untuk mengeluarkan bantalan dari sisi sabuk-V, sekrupkan baut-baut dan kemudian tarik bantalan keluar dengan puli untuk mencegah rusaknya ulir poros engkol



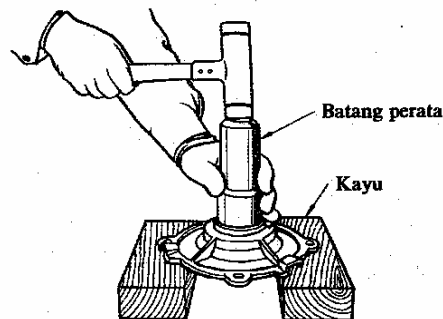
Melepas bantalan

- l) Buka cincin pegas dan cincin pen engkol lalu tarik keluar poros engkol. Dalam hal ini harus dijaga agar metal pen torak tidak sampai rusak pada waktu mengeluarkan batang penggerak.



Melepas batang torak

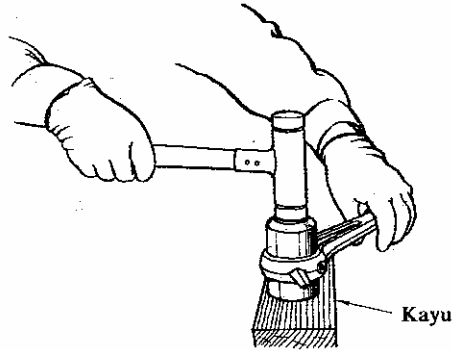
- m) Tarik keluar perapat minyak dari rumah bantalan. Langkah ini tidak perlu jika perapat minyak masih baik. Untuk mengeluarkan perapat minyak yang perlu diganti, perapat harus dipukul dengan perantaraan batang perata (dengan diameter sedikit lebih kecil dari perapat minyak) agar pemukulan dapat merata.



Melepas perapat minyak

- n) Keluarkan metal-metal bantalan (pada pen engkol dan pen torak) dari batang penggerak. Pekerjaan ini tidak diperlukan jika metal masih baik, tidak aus atau tergores. Metal harus dikeluarkan dengan perantaraan batang perata yang diameternya sedikit lebih kecil dari diameter luar metal. Adapun metal pen engkol baru dapat dikeluarkan setelah sekrup pen tetap dibuka.

Untuk mengeluarkan pen ini batang penggerak harus diletakkan di atas landasan dari sepotong kayu



Melepas metal dari batang torak

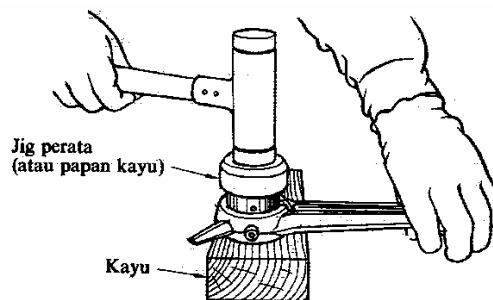
b. Pemeriksaan Komponen

Setelah pembongkaran, bagian-bagian kompresor seperti katup udara, silinder, cincin torak dan poros engkol harus diperiksa secara cermat dengan pengamatan visual dan pengukuran.

c. Perakitan Kompresor Torak

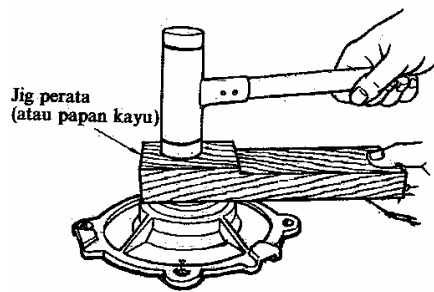
1). Perakitan Badan Kompresor

a). Pasang metal-metal pada batang penggerak. Untuk ini gunakan batang perata atau papan kayu di atas metal, kemudian pukullah tegak lurus. Pada waktu memasang metal, lubang minyak pada metal harus berimpit dengan lubang minyak pada batang penggerak. Jika kompresor memakai pen engkol, lubang sekrup penetap juga harus saling berimpit.



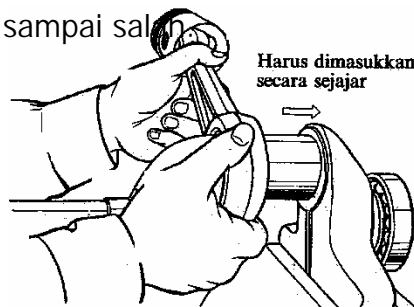
Memasang pipa pembebas beban

- b). Setelah metal pen bantalan dipasang, kencangkan sekrup penetap.
- c). Pasang perapat minyak pada rumah bantalan. Sebelum perapat dipasang, permukaan luarnya harus diulasi dengan cat perekat. Cara memasang perapat ialah dengan memukulnya dengan palu. Agar perapat tidak rusak pada waktu dipukul harus diberi perantara batang perata atau papan kayu.



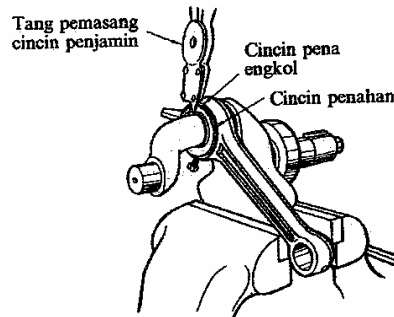
Memasang Perapat minyak

- d). Pasang poros engkol
 - (1). Pasang batang penggerak pada poros engkol. Batang harus dipasang tanpa menggunakan paksaan dengan jalan melumasi lebih dahulu. Jika kompresor mempunyai dua atau tiga buah sHinder, urutan pemasangan batang penggerak dan tuas pemercik minyak, serta arah pemercik minyak dan letak lubang minyak harus dijaga jangan sampai salah.



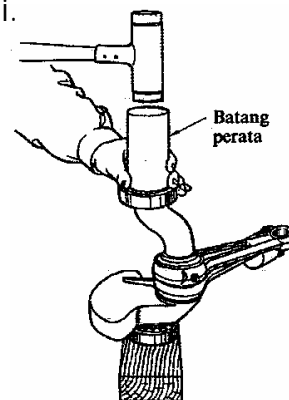
Memasang Perapat minyak

- (2). Pasang cincin pen engkol dan cincin pegas untuk menetapkan batang torak pada poros engkol.



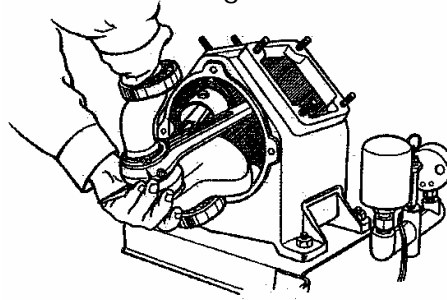
Memasang cincin pena engkol dan cincin penahan

- (3). Pasang bantalan bola pada poros engkol. Bantalan bola dapat dengan mudah dipasang setelah dipanaskan di dalam minyak pada temperatur 150° sampai 200°C. Jika pemanasan tidak diperkenankan, bantalan bola harus dipasang dengan memukulnya dengan perantaraan batang perata. Jika sebagai batang perata digunakan pipa baja yang dikenakan pada cincin dalam bantalan, maka bantalan dapat dipukul secara merata dengan palu. Jika bantalan dipanaskan dengan minyak maka minyak pemanas harus dibersihkan dari bantalan lalu diganti dengan pelumas yang seharusnya dipakai.



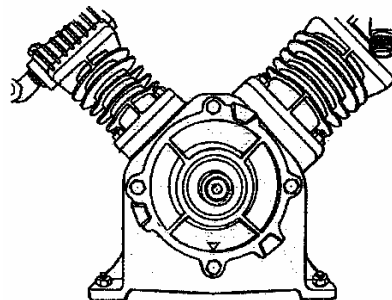
Memasang bantalan peluru

- (4). Pasang perangkat poros engkol, batang penggerak, dan bantalan bola pada kotak engkol. Juga lumuri keliling luar bantalan bola dengan minyak pelumas sebelum dipasang. Ujung kecil dari batang penggerak harus dimasukkan lebih dahulu ke dalam kotak engkol.



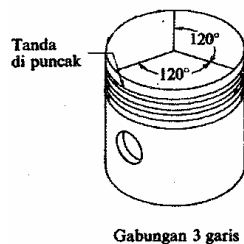
Memasang poros engkol, batang torak dan bantalan

- (5). Pasang paking rumah bantalan. Gunakann baut panjang untuk kepala silinder sebagai pemandu. Mula-mula rumah bantalan diketok dengan palu, kemudian baut bantalan dikencangkan sedikit demi sedikit secara bergantian untuk memasang rumah bantalan pada kotak engkol. Juga gaya pengencangan engkol harus diatur setepat mungkin dengan mengatur tebal paking rumah bantalan (yang mempunyai tebal standar 0,8 mm) sampai dapat mulai berputar sendiri oleh berat pengimbang.

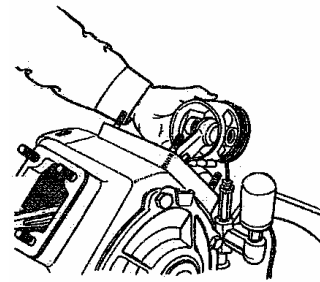


Memasang rumah bantalan

- e). Pasang torak pada batang penggerak. Ulaskan minyak pelumas pada permukaan yang meluncur. Tandai letak belahan cincin torak pertama pada puncak torak. Belahan cincin-cincin torak berikutnya harus saling membentuk sudut 120° antara yang satu dengan yang lain setelah terpasang.

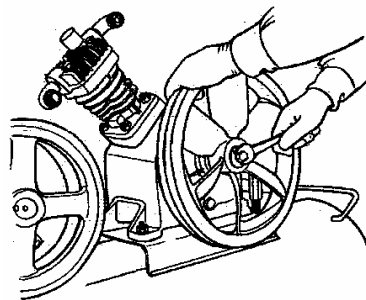


Memasang ring torak



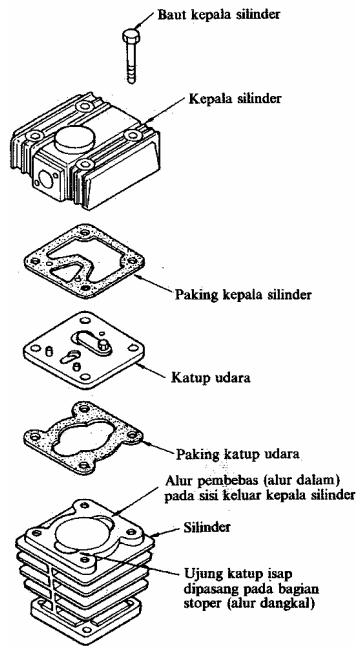
Memasang torak

- f). Pasang silinder. Puncak silinder harus diatur dengan mengatur tebal paking silinder sedemikian rupa hingga puncak silinder terletak 0 sampai 0,5 mm lebih tinggi dari pada puncak torak pada titik mati atasnya. Permukaan puncak torak tidak boleh lebih dari pada puncak silinder. Bila mengganti silinder katup kepak, sisi pembatas katup isap harus diperiksa apakah sudah dihaluskan sehingga tidak bergerigi. Jika belum harus dikikir atau diampelas.
- g). Masukkan pasak puli ke tempatnya di poros dan pasang puli kompresor. Setelah puli terpasang pada poros engkol, kencangkan baut-baut puli.



Memasang Puli

- h). Pasang perangkat katup. Jangan buka bungkus katup kepak yang baru, sampai saat pemasangan tiba. Jika bungkus rusak dan katup terbuka di udara untuk beberapa lama, debu dapat menempel dan menyebabkan kebocoran setelah dipasang.

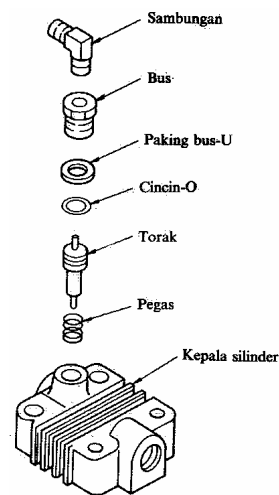


Memasang perangkat katup udara

- i). Pasang katup udara pada kepala silinder
- (1).Luruskan dan pasang pen penetap posisi katup kepak pada lubang pemandu di dasar kepala silinder.
 - (2).Ganti paking katup udara dan paking kepala silinder dengan yang baru.
 - (3).Atur dengan benar letak kepala sekrup kecil penetap dari plat katup isap atau baut penetap katup isap dan penjaga katup isap di alur ruang sisa (clearance) di puncak silinder. Kemudian secara bersama-sama katup kepak, kepala silinder, dan paking dikencangkan dengan baut

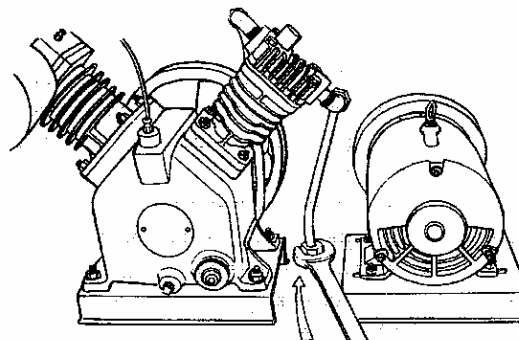
kepala silinder.

- (4). Dalam hal kompresor dengan pembebas beban otomatis, pasang pembebas beban pada kepala silinder. Pada waktu cincin-O dipasang pada torak pembebas beban, cincin ini akan terpuntir. Jika demikian, harus dibetulkan setelah terpasang. Juga ulasi cincin-O dengan zat pelumas yang disebut molybdenum bisulfida. Pada bus-V, gunakan paking cair jenis tak mengering.



Memasang pembebas beban

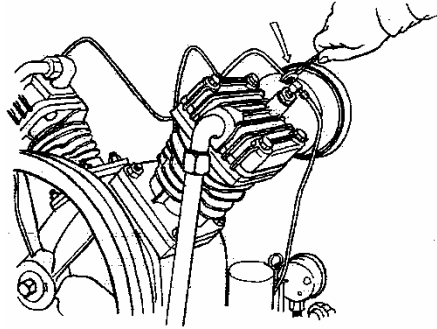
- j). Pasang pipa keluar. Kendorkan sedikit baut kepala silinder dan untuk sementara kencangkan mur pipa keluar. Kemudian kencangkan baut kepala silinder dan selanjutnya kencangkan juga mur pipa keluar



Memasang pipa keluar

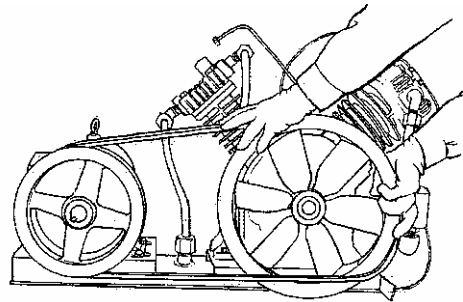
2). Pemasangan Peralatan Pembantu

- a). Untuk kompresor kecil dengan pembebas beban, pasang pipa pembebas beban.



Memasang pipa pembebas beban

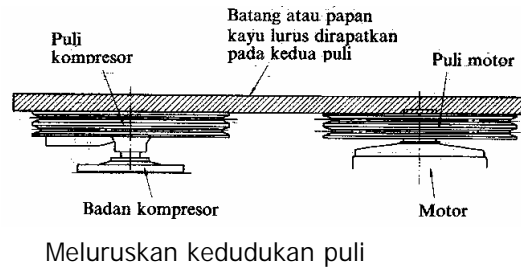
- b). Pasang sabuk- V. Sebelum sabuk- V dipasang, Luruskan puli kompresor terhadap puli motor



Memasang sabuk V

- (1). Atur letak motor sesuai dengan panjang sabuk-V. Motor ditetapkan pada jarak sedikit lebih besar dari jangkauan sabuk, baru kemudian sabuk dipasang. Setelah terpasang, tekan sabuk pada titik tengah antara puli motor dan kompresor ke arah dalam dengan jari. Jika puli melentur 10 mm, maka tegangan sabuk adalah optimum.
- (2). Atur letak motor hingga kedua muka luar puli motor dan kompresor menjadi lurus (sebidang).

Poros motor dan kompresor yang tidak sejajar akan menyebabkan getaran pada sabuk.



- (3). Periksa tegangan sabuk dan tetapkan motor.
- (4). Pasang tutup atau pelindung sabuk. Setelah pemasangan selesai, lakukan uji coba seperti diuraikan terdahulu.

C. KRITERIA KELULUSAN

Kriteria	Skor (1-10)	Bobot	Nilai	Keterangan
Kognitif (soal no 1 s/d 5)		3		Syarat lulus nilai minimal 70
Ketelitian pemeriksaan pendahuluan		1		
Ketepatan prosedur praktik		2		
Ketepatan analisis hasil praktik		2		
Ketepatan waktu		1		
Keselamatan kerja		1		
Nilai Akhir				

Keterangan :

Tidak = 0 (no) (tidak lulus)
Ya = 70 s.d. 100 (lulus)

70 s.d. 79 : memenuhi kriteria minimal dengan bimbingan
80 s.d. 89 : memenuhi kriteria minimal tanpa bimbingan
90 s.d. 100 : di atas minimal tanpa bimbingan

BAB IV PENUTUP

Siswa yang telah mencapai syarat kelulusan minimal dapat melanjutkan ke modul selanjutnya. Sebaliknya, apabila mahasiswa dinyatakan tidak lulus, maka mahasiswa harus mengulang modul ini dan tidak diperkenankan untuk mengambil modul selanjutnya.

Jika siswa telah lulus menempuh semua modul, maka siswa berhak memperoleh sertifikat kompetensi.

DAFTAR PUSTAKA

- Austin H. Church diterjemah Zulkifli Harahap (1990). ***Pompa dan Blower Sentrifugal***, Jakarta : Penerbit Erlangga.
- F. Praptono (1993). ***Pompa dan Kompresor***, Yogyakarta : FPTK IKIP Yogyakarta.
- Peter Croser, Frank Ebel (1999). ***Pneumatics***, German : Penerbit Festo
- Sularso, Haruo Tahara (2004). ***Pompa dan Kompresor***, Jakarta : Penerbit PT. Pradnya Paramita.
- Sutjiatmo, Indera Nurhadi (1981). ***Kompresor***, Jakarta : Depdikbud