

**PEMBUATAN ALAT ISI ULANG GREASE KAPASITAS 15 KG  
DENGAN SISTEM MANUAL**

**TUGAS AKHIR**



**Disusun Oleh :**

**Nama : RUDI ARIANTO**

**Nim : 00.51.263**

**JURUSAN TEKNIK MESIN D - III  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
2009**

## LEMBAR PENGESAHAN

### PEMBUATAN ALAT ISI ULANG GREASE DENGAN KAPASITAS 15 KG SISTEM MANUAL

Disusun Oleh :

Nama : Rudi Arianto  
Nim : 00. 51. 263  
Jurusan : Teknik Mesin D III

Ketua Jurusan



Ir. Drs. Moch. Trisno, MT  
NIP.130 936 652

Dosen Pembimbing

17/3/08

Ir. Soeparno Djiwo, MT  
NIP.1018600128

Melani  
90



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145  
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**Berita Acara Ujian Tugas Akhir**  
**Fakultas Teknologi Industri**

Nama Mahasiswa : Rudi Arianto  
Nim : 00.51.263  
Jurusan : Teknik Mesin Diploma Tiga ( D-III )  
Program Studi : Diploma Tiga ( D-III )  
Program Tugas Akhir :

**“PEMBUATAN ALAT ISI ULANG GREASE KAPASITAS 15 KG DENGAN  
SISTEM MANUAL”**

Dipertahankan Di Hadapan Tim Penguji Tugas Akhir Jenjang Program Studi  
Diploma Tiga ( D-III ) Pada :

Hari /tanggal : Selasa, 25 Maret 2008  
Dengan nilai/hasil ujian : 81 ( delapan puluh satu )

**PANITIA UJIAN TUGAS AKHIR**



Ketua

**Ir. Mochtar Asroni, MSME**  
NIP. Y : 101 8100 036



Sekretaris

**Ir. Drs. Moch. Trisno, MT**  
NIP : 130 936 652

**ANGGOTA**

**Ir. Drs. Sudiat, MSi**  
NIP : 130 936 656

**Ir. Teguh Rahardjo, MT**  
NIP : 131 991 184



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK**

BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145  
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**Kartu Bimbingan Tugas Akhir**  
**Fakultas Teknologi Industri**

**Nama Mahasiswa** : Rudi Arianto  
**Nim** : 00.51.263  
**Jurusan** : Teknik Mesin Diploma Tiga ( D-III )  
**Program Studi** : Diploma Tiga ( D-III )  
**Program Tugas Akhir** :

**“PEMBUATAN ALAT ISI ULANG GREASE KAPASITAS 15 KG DENGAN  
SISTEM MANUAL”**

**Pengajuan Tugas Akhir** : 30 Juli 2007  
**Selesai Penulisan Tugas Akhir** : 17 Maret 2008  
**Dosen Pembimbing** : Ir. Soeparno Djiwo, MT  
**Keterangan Nilai Bimbingan** : 90 ( Sembilan Puluh )

Mengetahui  
Dekan FTI



**Ir. Mochtar Asroni, MSME**  
NIP. Y : 101 8100 036

Malang, Januari 2009  
Pembimbing

**Ir. Soeparno Djiwo, MT**  
NIP : 101 8600 128

## **LEMBAR PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : RUDI ARIANTO  
Tempat / Tanggal Lahir : Tulungagung / 19 – 07 – 1982  
NIM : 00.51.263  
Jurusan : Teknik Mesin Diploma III  
Fakultas : Teknologi Industri  
Alamat di Malang : Jln. Tuntang 58 Malang  
Alamat asal : SukowiyonoRT:03/RW03,Tulungagung (0355) 334346

Menyatakan dengan sesungguhnya, bahwa Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat merupakan hasil karya sendiri, dan bukan merupakan Duplikasi, serta tidak mengutip sebagian atau seluruhnya karya orang lain, kecuali yang telah disebut sumbernya.

Malang, Maret 2008  
Penulis

RUDI ARIANTO  
00.51.263

## ABSTRAKSI

**RUDI ARIANTO. 00.51.263. Pembuatan Alat Isi Ulang Grease Kapasitas 15 Kg Sistem Manual, Jurusan Teknik Mesin Diploma III Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang. Dosen Pembimbing: Ir. SOEPARNO DJIWO, MT.**

Semakin pesatnya ilmu pengetahuan dan teknologi menuntut kita untuk dapat terus mempelajari dan mengembangkannya lagi sehingga didapatkan hasil yang baik dan lebih bermanfaat.

Industri di Indonesia sangatlah banyak tersebar, baik industri berskala besar seperti : Perusahaan – perusahaan, Pabrik – pabrik, Kontraktor dan lain sebagainya. Disamping itu banyak pula industri berskala kecil yang terus bermunculan seperti : Bengkel, Home Industri dan lain sebagainya. Penggunaan mesin dan alat – alat sangat dibutuhkan oleh industri berskala besar maupun industri berskala kecil dalam rangka untuk menjalankan operasional guna menghasilkan sebuah produk yang mempunyai nilai guna dan manfaat. Salah satu produk peralatan – peralatan tersebut yang ada sekarang ini adalah alat isi ulang grease, berawal dari hal itu maka timbul pemikiran untuk merencanakan suatu alat yaitu alat isi ulang grease, sehingga cukup mempermudah kita dalam pengisian grease.

Alat isi ulang grease ini mempunyai sistem kerja yaitu dengan menggunakan katup dan piston yang ada pada silinder tabung yang terdapat didalam tabung. Katup dalam silinder piston akan bekerja apabila piston bergerak, piston ini tersambung dengan pipa sambungan piston yang terhubung dengan tuas penekan tabung. Pada saat tuas di tarik keatas maka piston akan naik keatas dan katup pada silinder tabung akan terbuka sehingga grease akan masuk ke dalam silinder tabung, kemudian kita tekan tuas penekan, maka piston akan turun dan katup pada silinder tabung akan tertutup dan grease akan naik ke atas melalui pipa sambungan piston menuju selang keluaran.

## **KATA PENGANTAR**

Dengan mengucapkan puji syukur kehadiran Allah S.W.T atas rahmat dan hidayahnya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan baik, dimana dengan adanya Laporan Tugas Akhir merupakan persyaratan untuk menyelesaikan studi di Institut Teknologi Nasional Malang.

Pada kesempatan ini juga penyusun mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat :

- 1 Bapak Prof. Dr. Ir. Abraham Lomi, MSME. selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
- 2 Bapak Ir. Drs. Moch, Trisno, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Diploma Tiga ( D III ) Institut Teknologi Nasional Malang
- 3 Bapak Ir. Soeparno Djiwo, MT. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir.
- 4 Kedua orang tuaku yang telah banyak memberi motivasi maupun dukungan, serta nasehat, doa, dan kasih sayang yang tiada henti untuku.
- 5 Seluruh bapak – bapak dosen Teknik Mesin Diploma Tiga ( D III ) Institut Teknologi Nasional Malang serta semua rekan – rekan yang turut membantu dalam penyelesaian Laporan Tugas Akhir ini.

Penyusun menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan Laporan Tugas Akhir ini masih banyak terdapat kekurangan, maka penyusun dengan terbuka sangat mengharapkan kritik, saran, maupun pendapat yang sifatnya membangun sangat kami

harapkan demi perbaikan penulisan. Semoga Laporan Tugas Akhir ini berguna dan bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan mahasiswa khususnya

Malang, Maret 2008

Penyusun



## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>ABSTRAKSI .....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>viii</b>

### BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Batasan Penulisan .....	3
1.4. Tujuan Penulisan .....	3
1.5. Metode Penulisan .....	4
1.6. Sistematika Penulisan .....	4

### BAB 11 DASAR TEORI

2.1. Tinjauan Umum Alat Isi Ulang Grease .....	6
2.2. Sistem Kerja Alat Isi Ulang Grease .....	7
2.3. Dasar Teori Grease ( Gemuk ) .....	7
2.4. Rumus Perencanaan .....	9
2.4.1. Perencanaan Tabung Grease .....	9
2.4.2. Perencanaan Baut Pengikat Tabung .....	10
2.4.3. Perencanaan Pengelasan Pelat Untuk Tabung .....	14
2.4.3.1. Macam – Macam Sambungan Las .....	15
2.4.3.2. Perhitungan Sambungan Las .....	17
2.4.4. Tegangan Tarik Dan Tegangan Geser .....	20
2.4.4.1. Perhitungan Tegangan .....	22
2.5. Waktu Permesinan .....	27
2.5.1. Perhitungan Proses Permesinan .....	27

2.6. Proses Pembuatan Tabung Grease .....	31
2.6.1 Pengukuran Bahan Tabung .....	31
2.6.2 Pemotongan Bahan Tabung.....	32
2.6.3 Pelengkungan Bahan Tabung.....	33
2.6.4 Pengelasan Bahan Tabung.....	35

### **BAB III PERHITUNGAN DAN PERENCANAAN**

3.1. Data Perencanaan.....	39
3.2. Tegangan Tarik Ijin.....	40
3.3. Tebal Dinding Tabung .....	40
3.4. Kekuatan Las Litinjau Dari Tegangan Tabung.....	41
3.5. Tegangan Total Pada Tabung .....	45
3.6. Perencanaan Mur – Baut Pengikat Tutup Tabung Bagian Atas .....	46
3.7. Perhitungan Proses Permesinan .....	50
3.7.1. Waktu Permesinan .....	50

### **BAB IV KESIMPULAN**

#### **DAFTAR PUSTAKA**

#### **LAMPIRAN 1 : DAFTAR RIWAYAT HIDUP**

#### **LAMPIRAN 2 : REKAPITULASI HASIL PERENCANAAN**

#### **LAMPIRAN 3 : GAMBAR ALAT ISI ULANG GREASE**

#### **LAMPIRAN 4 : TABEL**

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Alat Isi Ulang Grease .....	6
Gambar 2.2. Kerusakan pada baut .....	11
Gambar 2.3. Tekanan permukaan pada ulir .....	13
Gambar 2.4. Jenis sambungan las .....	16
Gambar 2.5. Sambungan temu .....	17
Gambar 2.6. Beban geser pada sambungn tumpang .....	18
Gambar 2.7. Sambungan T dengan beban F .....	19
Gambar 2.8. Sambungan T silinder.....	20
Gambar 2.9. Gaya .....	21
Gambar 2.10. Gaya aksial bekerja pada poros .....	23
Gambar 2.11. Tegangan geser langsung .....	24
Gambar 2.12. Batang puntir .....	25
Gambar 2.13. Pembebanan bending.....	26
Gambar 2.14. Mesin rol tiga gilingan .....	33
Gambar 2.15. Proses pengerolan.....	34
Gambar 3.1. Dimensi tabung grease yang direncanakan .....	39
Gambar 3.2. Tebal dinding tabung.....	40
Gambar 3.3. Panjang dan tebal daerah las pada sambungan Circumferencial .....	42
Gambar 3.4. Panjang dan tebal daerah las pada sambungan longitudinal ....	44
Gambar 3.5. Dimensi tutup atas tabung .....	46
Gambar 3.6. M 1,4 ukuran standart ulir kasar metris ( JIS B 0205 ) .....	50

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1. Latar Belakang

Semakin pesatnya perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di Indonesia mendorong dan memberi motivasi kepada setiap warga negara untuk dapat mengetahui dan mempelajarinya dengan lebih baik lagi. Di samping itu pemberdayaan sumber daya manusia (SDM) yang baik dan terampil sangat dibutuhkan guna menghadapi perkembangan tersebut.

Industri di Indonesia sangatlah banyak tersebar, baik industri berskala besar seperti : Perusahaan – perusahaan, Pabrik – pabrik, Kontraktor dan lain sebagainya. Disamping itu banyak pula industri berskala kecil yang terus bermunculan seperti : Bengkel, Home Industri dan lain sebagainya. Penggunaan mesin dan alat – alat sangat dibutuhkan oleh industri berskala besar maupun industri berskala kecil dalam rangka untuk menjalankan operasional guna menghasilkan sebuah produk yang mempunyai nilai guna dan manfaat.

Salah satu produk peralatan – peralatan tersebut yang ada sekarang ini adalah alat isi ulang grease, berawal dari hal itu maka timbul pemikiran untuk merencanakan suatu alat yaitu alat isi ulang grease, sehingga cukup mempermudah kita dalam pengisian grease. Pada masa sekarang ini, banyak sekali peralatan – peralatan bengkel untuk meningkatkan aktivitas kerjanya dan meningkatkan pendapatan yang dihasilkan, hal tersebut disebabkan agar kita mampu bersaing dengan pesaing-pesaing kita, untuk memenuhi hal-hal tersebut diperlukan produktivitas kerja dan efisiensi waktu sehingga dapat meningkatkan pendapatan yang dihasilkan dengan biaya yang rendah serta untung yang

cukup.semuanya tersebut dapat berlangsung dengan baik apabila kita menjaga produktivitas kerja dengan memperlancar dan memperhatikan keselamatan dan kesehatan disekitar tempat kita bekerja sehingga tercapai zero accident dalam suatu kegiatan bekerja.

Dalam merencanakan alat ini harusnya dilakukan dengan tepat dan teliti sehingga menghasilkan suatu perhitungan yang nantinya di buat lebih hemat ,canggih dan efisien. Selain itu kita juga harus memperhatikan bahan ( material ) yang akan dipakai. Tabung yang akan digunakan dibuat besar dengan tujuan untuk menghindari pengisian berulang – ulang dan untuk mempermudah dalam pengisian pada tempat yang sulit di jangkau. Dan tentunya masih banyak lagi hal – hal yang perlu diperhatikan agar alat yang akan dibuat ini dapat bekerja dengan baik.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas , maka rumusan masalah yang dapat diambil adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang dan membuat tabung pada alat isi ulang grease?
2. Bagaimana menentukan bahan ( material ) yang digunakan untuk pembuatan tabung grease?
3. Bagaimana menentukan sambungan las dan baut yang akan digunakan?

### 1.3. Batasan Masalah

Dalam laporan tugas akhir ini penyusun membatasi permasalahan dalam perencanaan tabung grease yang meliputi :

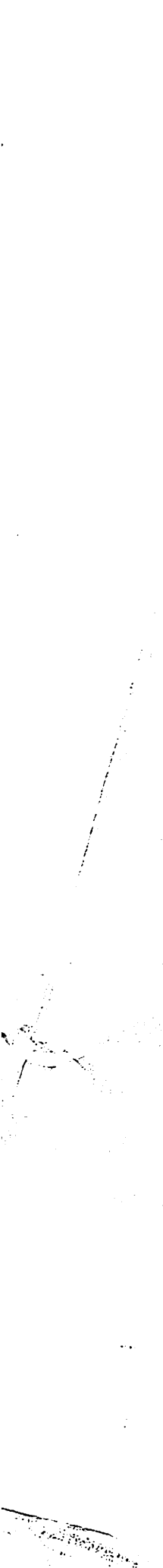
1. Perencanaan dan perhitungan yang akan di bahas dalam pembuatan tabung grease :
  - a. Perencanaan tabung kerja.
  - b. Perencanaan tutup atas dan tutup bawah pada tabung kerja.
  - c. Perencanaan ulir baut dan mur.
  - d. Perhitungan tegangan tarik.
  - e. Perhitungan tegangan geser.
2. Bahan – bahan yang digunakan di dalam pembuatan tabung grease di dasarkan pada bahan yang ada di pasaran.
3. Perhitungan biaya permesinan dalam perencanaan pembuatan tabung grease..

### 1.4. Tujuan Penulisan .

Tujuan penulisan yang ingin dicapai dalam penyusunan tugas akhir adalah :

- a. Memenuhi salah satu syarat lulus D III Institut Teknologi Nasional Malang yang mensyaratkan setiap mahasiswa yang duduk ditingkat akhir untuk membuat laporan sesuai jurusan masing-masing.
- b. Melatih mahasiswa agar dapat merancang ataupun merencanakan suatu mesin atau masalah sejenisnya yang nantinya beropersi di lapangan

Faint, illegible text, possibly bleed-through from the reverse side of the page. The text is arranged in several paragraphs and includes some numbers and dates, such as "1914" and "1915".



- c. Agar mahasiswa dapat merancang ataupun membuat suatu karya ilmiah dalam bentuk laporan akhir.
- d. Agar mahasiswa dapat menerapkan langsung ilmu yang didapat selama mengikuti perkuliahan.

### **1.5. Metode Penulisan.**

Dalam perencanaan ini penulis menggunakan penulisan sebagai berikut:

1. Observasi.

Merupakan metode pengamatan langsung ke lapangan untuk mendapatkan data-data yang diperlukan.

2. Study literature.

Mengkaji teori serta rumusan dari buku – buku referensi yang dibuat dalam perancangan.

3. Konsultasi dengan dosen pembimbing tentang apa saja yang harus dilakukan dalam perancangan dan pembuatan alat.

### **1.6. Sistematika penulisan.**

Untuk mempermudah pembahasan dan pemahaman laporan akhir ini maka penulis membagi dalam beberapa bab.

Sistem penulisannya:

#### **I. PENDAHULUAN.**

Pada bab ini berisi tentang latar belakang masalah, batasan masalah, tujuan penulisan, metode penulisan dan sistematika penulisan.

#### **II. LANDASAN TEORI.**

Pada bab ini berisi tentang dasar analisa masalah dan landasan teori tentang perhitungan.



1. The first part of the document is a list of names and addresses.

2. The second part of the document is a list of names and addresses.

3. The third part of the document is a list of names and addresses.

4. The fourth part of the document is a list of names and addresses.

5. The fifth part of the document is a list of names and addresses.

6. The sixth part of the document is a list of names and addresses.

7. The seventh part of the document is a list of names and addresses.

8. The eighth part of the document is a list of names and addresses.

9. The ninth part of the document is a list of names and addresses.

10. The tenth part of the document is a list of names and addresses.

11. The eleventh part of the document is a list of names and addresses.

12. The twelfth part of the document is a list of names and addresses.

13. The thirteenth part of the document is a list of names and addresses.

14. The fourteenth part of the document is a list of names and addresses.

15. The fifteenth part of the document is a list of names and addresses.

16. The sixteenth part of the document is a list of names and addresses.

17. The seventeenth part of the document is a list of names and addresses.

18. The eighteenth part of the document is a list of names and addresses.

### **III. PERHITUNGAN.**

Pada bab ini dibahas mengenai perhitungan elemen yang akan direncanakan pada alat isi ulang grease.

### **IV. PENUTUP.**

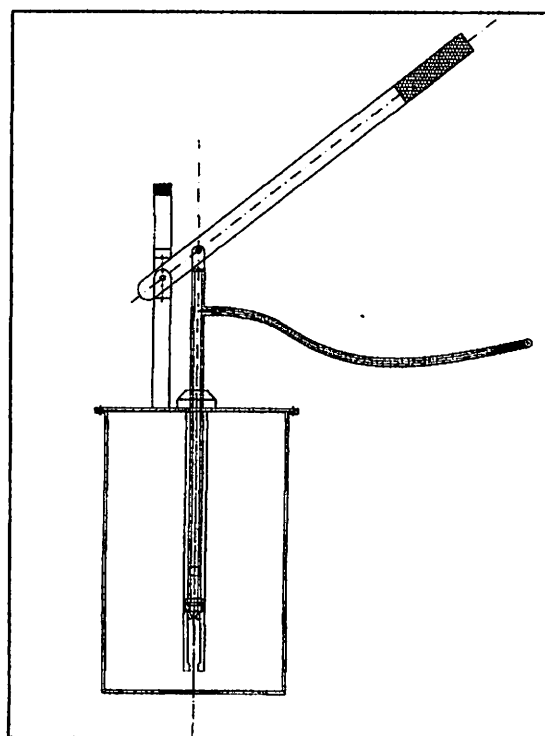
Pada bab ini berisi tentang kesimpulan dari analisa masalah serta saran-saran yang sifatnya dapat memperbaiki dan membangun

## BAB II

### DASAR TEORI

#### 2.1. Tujuan Umum Alat Isi Ulang Grease.

Alat Isi Ulang Grease adalah sebuah alat yang digunakan untuk mengisi grease pada kendaraan, selain itu alat ini dapat mempermudah dalam pengisian pada tempat – tempat yang sulit dijangkau. Tabung penampung grease direncanakan mempunyai kapasitas 15 kg ini dimaksudkan untuk mempermudah dalam penggunaannya dengan dimensi yang sedang dapat memuat banyak grease sehingga tidak sering-sering dalam pengisian grease seperti pada gambar 2.1.



Gambar 2.1. Alat Isi Ulang Grease.

## **2.2. Sistem Kerja Alat Isi Ulang Grease.**

Alat isi ulang grease ini mempunyai sistem kerja yaitu dengan menggunakan katup dan piston yang ada pada silinder tabung yang terdapat didalam tabung. Katup dalam silinder piston akan bekerja apabila piston bergerak, piston ini tersambung dengan pipa sambungan piston yang terhubung dengan tuas penekan tabung. Pada saat tuas di tarik keatas maka piston akan naik keatas dan katup pada silinder tabung akan terbuka sehingga grease akan masuk ke dalam silinder tabung, kemudian kita tekan tuas penekan, maka piston akan turun dan katup pada silinder tabung akan tertutup dan grease akan naik ke atas melalui pipa sambungan piston menuju selang keluaran.

## **2.3. Dasar Teoeri Grease ( Gemuk )**

Gemuk pelumas terdiri dari minyak mineral atau komponen tiruan atau komponen tiruan lainnya yang disesuaikan, terutama mengandung sabun yang direndam dari suatu konsisten plastis. Ukuran dari konsisten (kekentalan) adalah Konus Penetration menurut DIN 51804. Menurut jenis kekentalnya disebutkan dari jenis gemuk sabun logam, contohnya gemuk Li, Ca, Na. Jenis pengentalnya menentukan dari gemuk pelumas, terutama ketahanannya terhadap air (contohnya titik tetes) dan kemungkinan penempatan dari gemuk tunggal. Gemuk dibagi menurut penetrasinya dalam berbagai kelas NLGI. Untuk media pelumas dengan sifat gemuk diperhitungkan juga gemuk minyak pelumas yang muda tidak disabunkan, seperti vaselin.

Dalam konstruksi mesin terutama digunakan bahan pelumasan dari dasar minyak mineral dari minyak bumi dan produk organik ( contoh gemuk ) sebagai pencampur untuk minyak mineral seperti halnya produk sintetis dan bahan pelumas kering ( bahan pelumas erat ).

Sehubungan dengan perkembangan dalam konstruksi mesin maka disamping minyak pelumas biasa ( contohnya minyak mesin ) atau gemuk pelumas biasa ( contoh gemuk stanffer sebagai suatu sabun yang dikentalkan dari minyak mineral ) digunakan juga satu deretan dari bahan pelumas campuran khusus. Bahan pelumas campuran ini diberikan melalui penambah bahan kimia ( additive ) yang mempunyai sifat spesifik. Seperti kita ketahui bahan dasar dari grease adalah minyak mineral dengan menambahkan zat additive, contoh dari grease adalah OPEN GEAR GREASE, gemuk ini terbuat dari minyak. Parafin murni dengan kekentalan ISO 150 sebagai bahan dasar dan dikentalkan dengan bahan Inorganic dan bitumen sehingga tahan terhadap suhu tinggi dan dapat dipakai untuk sistem sentral maupun dengan aplikasi dalam bentuk kuas.

Gemuk ini mengandung Additive 2 Anti Wear dan Extreem Pressure dengan tujuan untuk menjaga roda gigi supaya dalam kondisi yang selalu prima, tidak mudah aus dan tahan terhadap gesekan pada saat sedang mendapatkan beban berat. Gemuk ini juga mengandung Anti Karat dan Metal Deactivator untuk menghindari terjadinya korosi yang dapat ditimbulkan oleh humidity (kelembaban ) yang cukup tinggi didaerah tropis dan subtropis seperti di Indonesia. Keunggulan produk ini adalah Mengandung suatu product Hydrocarbon yang Polar sehingga mempunyai

daya rekat yang tinggi terhadap segala macam metal dan tidak merusak seal yang ada karena mempunyai Aniline Point yang tinggi.

## 2.4. Rumus – Rumus Perencanaan.

### 2.4.1. Perencanaan Tabung Grease.

Tabung kerja digunakan untuk menampung grease. Pada bagian dibuat besar bertujuan untuk menghindari pengisian grease berulang-ulang dan untuk mempermudah dalam pengisian pada tempat-tempat yang sulit di jangkau. Tabung yang direncanakan harus diperhatikan bahan dan tebalnya, baik tutup maupun dindingnya. Dan tentunya masih banyak lagi hal-hal yang perlu diperhatikan supaya alat ini dapat bekerja dengan baik dan mampu memenuhi syarat lainnya. Dalam merencanakan bagian ini harusnya dilakukan dengan teliti dan tepat sehingga dapat diperoleh ukuran yang sesuai. Yang harus dilakukan adalah sebagai berikut :

#### 1. Tegangan Tarik Ijin ( $f_t$ )

$$f_t = \frac{\tau_t}{V} \dots\dots\dots(\text{Soeparno Djiwo, Tipe Pembebanan dan Regangan, ITN Malang})$$

dimana :

$f_t$  = Tegangan tarik ijin bahan (  $\text{kg/mm}^2$  )

$\tau_t$  = Kekuatan tarik ijin (  $\text{kg/mm}^2$  )

V = Faktor keamanan

## 2. Menentukan tebal dinding tabung.

$$t = \frac{p.d}{2.ft} \dots\dots\dots(\text{Raghbirsingh lehri, 1978, Strenght of Material, Katson publishing House, hal 789})$$

dimana,

$ft$  = Tegangan tarik ijin bahan (  $\text{kg/mm}^2$  )

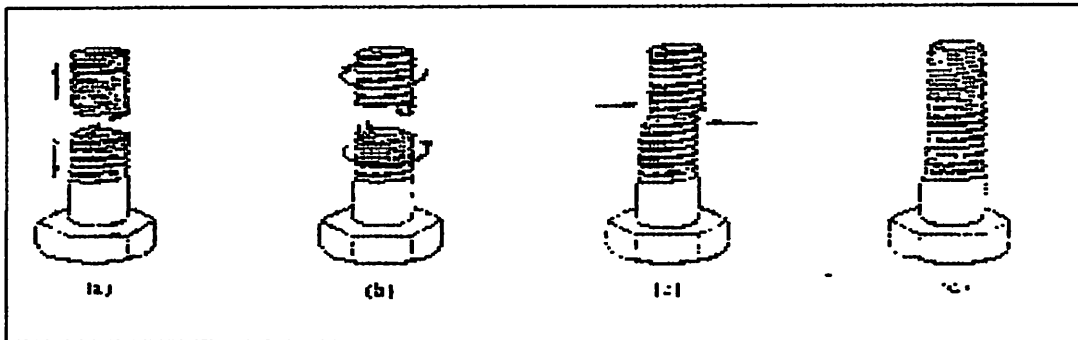
$P$  = tekanan perancangan (  $\text{kg/mm}^2$  )

$d$  = diameter dalam tabung. (mm)

$t$  = tebal pelat. (mm)

### 2.4.2. Perencanaan Baut Pengikat tabung

Untuk memasang 2 komponen atau lebih dari suatu peralatan harus disambungkan untuk menghindari gerakan sesamanya. Baut dan Mur merupakan alat pengikat yang sangat penting. Untuk mencegah kecelakaan atau kerusakan pada mesin, pemilihan baut dan mur sebagai alat pengikat harus dilakukan dengan seksama untuk mendapatkan ukuran yang sesuai. Dalam gambar 2.2. diperlihatkan macam – macam kerusakan yang dapat terjadi pada baut.



Gambar 2.2. Kerusakan pada baut.  
 a. putus karena tarikan  
 b. putus karena puntiran.  
 c. tergeser  
 d. ulir lumur.

Sumber : Sularso dan Kyokatsu Suga, 1983, *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen mesin*, Pradnya Paramita, Jakarta, Hal 296.

Untuk menentukan ukuran baut dan mur, berbagai faktor harus diperhatikan seperti sifat gaya yang bekerja pada baut, syarat kerja, kekuatan bahan, kelas ketelitian, dll.

Adapun gaya – gaya yang bekerja pada baut dapat berupa :

1. Beban statis aksial murni.
2. Beban aksial, bersama dengan beban puntir.
3. Beban geser.
4. Beban tumbukan aksial.

Pertama – tama akan ditinjau kasus dengan pembebanan aksial murni. Dalam hal ini, persamaan yang berlaku adalah :

$$\sigma_t = \frac{W}{A} = \frac{W}{(\pi/4)d_1^2} \dots\dots\dots (Sularso dan Kyokatsu Suga, 1983, hal 296)$$

dimana  $W$  (kg) adalah beban tarik aksial pada baut,  $\sigma_t$  adalah tegangan tarik yang terjadi di bagian yang berulir pada diameter inti  $d_1$  (mm). Pada sekrup atau baut yang



mempunyai diameter luar  $d \geq 3(\text{mm})$ , umumnya besar diameter inti  $d_1 \approx 0,8 d$ , sehingga  $(d_1/d)^2 \approx 0,64$ . Jika  $\sigma_a$  ( $\text{kg/mm}^2$ ) adalah tegangan yang diijinkan, maka

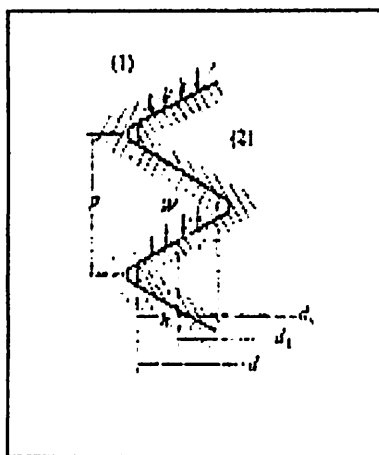
$$\sigma_t = \frac{W}{(\pi/4)(0,8d)^2} \leq \sigma_a \dots\dots\dots (\text{Sularso dan Kyokatsu Suga, 1983, hal 296})$$

Dari persamaan – persamaan diatas diperoleh

$$d \geq \sqrt{\frac{4W}{\pi \cdot \sigma_a \cdot 0,64}} \text{ atau } d \geq \sqrt{\frac{2W}{\sigma_a}} \dots\dots\dots (\text{Sularso dan Kyokatsu Suga, 1983, hal 296})$$

Harga  $\sigma_a$  tergantung pada macam bahan, yaitu SS, SC, atau SF. Jika difinis tinggi, factor keamanan dapat diambil sebesar 6 – 8, dan jika difinis biasa, besarnya antara 8 – 10. Untuk baja liat yang mempunyai kadar karbon 0,2 – 0,3(%), tegangan yang diijinkan  $\sigma_a$  umumnya adalah sebesar 6 ( $\text{kg/mm}^2$ ) jika difinis tinggi, dan 4,8 ( $\text{kg/mm}^2$ ) jika difinis biasa. Dalam hal mur, jika tinggi profil yang bekerja menahan gaya adalah  $h$  (mm), seperti dalam Gambar 2.2. jumlah lilitan ulir adalah  $z$  diameter efektif ulir luar  $d_2$ , dan gaya tarik pada baut  $W$  (kg), maka besarnya tekanan kontak pada permukaan ulir  $q$  ( $\text{kg/mm}^2$ ) adalah

$$q = \frac{2W}{\pi \cdot d_2 \cdot hz} \leq q_a \dots\dots\dots (\text{Sularso dan Kyokatsu Suga, 1983, hal 297})$$



Gambar 2.3. Tekanan permukaan pada ulir.

a. ulir dalam.

b. ulir luar

sumber : Sularso dan Kyokatsu Suga, 1983, *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen mesin*, Pradnya Paramita, Jakarta, Hal 297.

dimana  $q_a$  adalah tekanan kontak yang diijinkan, dan besarnya tergantung pada kelas ketelitian dan kekerasan permukaan ulir seperti diberikan dalam tabel 2.1. (lampiran

4) Jika persyaratan dalam persamaan tersebut dipenuhi, maka ulir tidak akan menjadi lumur atau dol. Ulir yang baik mempunyai harga  $h$  paling sedikit 75(%) dari kedalaman ulir penuh, ulir biasa mempunyai  $h$  sekitar 50 (%) dari kedalaman penuhnya.

Jumlah ulir  $z$  dan tinggi mur  $H(\text{mm})$  dapat dihitung dari persamaan

$$z \geq W/(\pi d_2 h q_a) \dots\dots\dots (\text{Sularso dan Kyokatsu Suga, 1983, hal 297})$$

$$H = zp, p = \text{jarak bagi} \dots\dots\dots (\text{Sularso dan Kyokatsu Suga, 1983, hal 297})$$

$$\text{menurut standart : } H = (0,8 - 0,1)d \dots\dots\dots (\text{Sularso dan Kyokatsu Suga, 1983, hal 297})$$

### 2.4.3. Perencanaan Pengelasan Plat Untuk Tabung.

Berdasarkan definisi dari *Deutch Industrie Normen ( DIN )* pengelasan adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Dari definisi tersebut dapat dijabarkan lebih lanjut bahwa pengelasan adalah sambungan setempat dari beberapa batang logam dengan menggunakan energi panas.

Sambungan las banyak digunakan untuk bermacam – macam keperluan tidak hanya untuk baja, besi cor dan tembaga, penggunaan sambungan las dipakai juga dalam konstruksi yang meliputi :

#### 1. Kontruksi baja

Bangunan tinggi, jembatan, kerangka konstruksi (*truss*)

#### 2. Kontruksi ketel dan tangki.

Pada konstruksi ini sambungan las memungkinkan pelat disambung temu ( butt join ) dan kekuatan dari kampuh las 70 – 100% dibandingkan dengan sambungan paku keling yang hanya 60 – 87% dari kekuatan pelat.

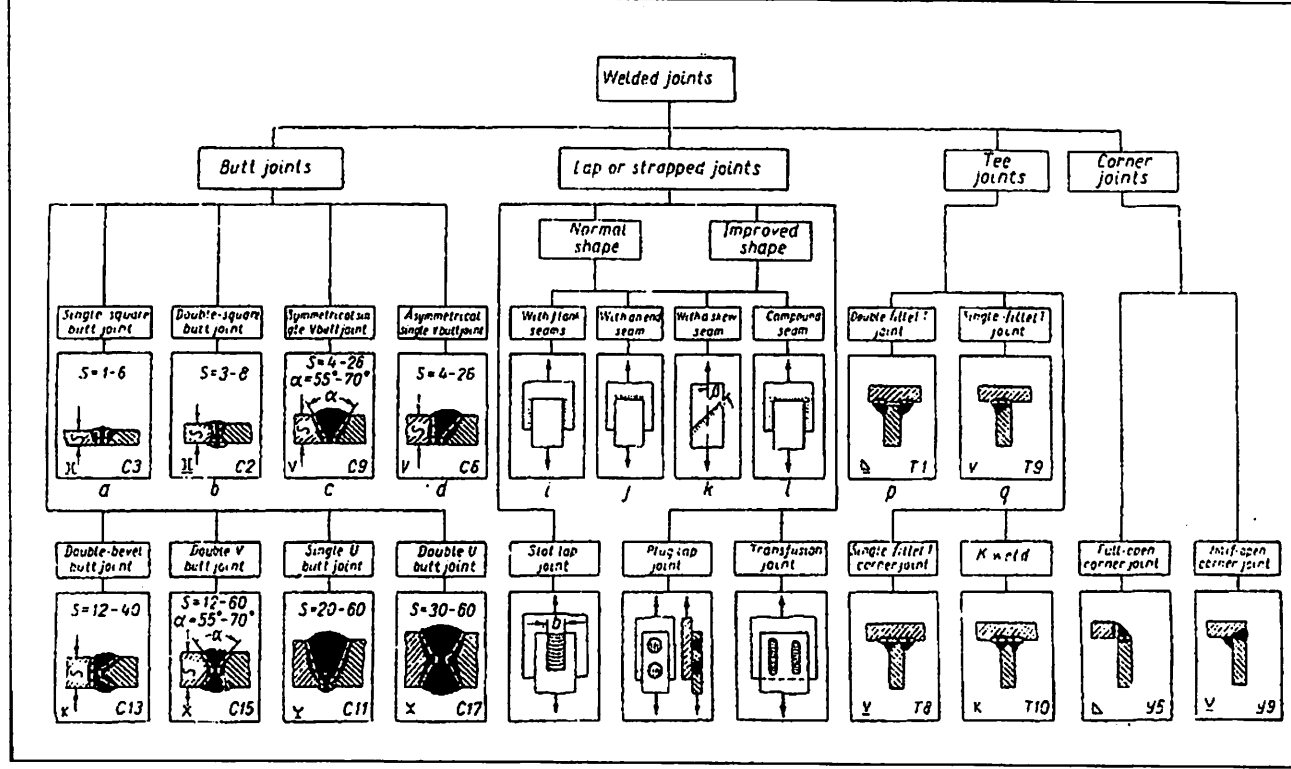
#### 3. Kontruksi mesin

Terutama untuk komponen kecil atau bila diperlukan konstruksi yang ringan atau waktu pemasangan yang singkat. Untuk komponen yang diproduksi sedikit, tanpa terikat model harga dan waktu pesan akan

berkurang, terutama pada konstruksi rangka mesin, kotak transmisi, kotak pelindung, tuas, roda gigi dan sebagainya.

#### **2.4.3.1. Macam – macam sambungan las.**

Agar sambungan las cukup kuat, sambungan tersebut harus dirancang sesuai dengan cara penggunaannya nanti. Beberapa jenis sambungan terlihat pada gambar 2.4.



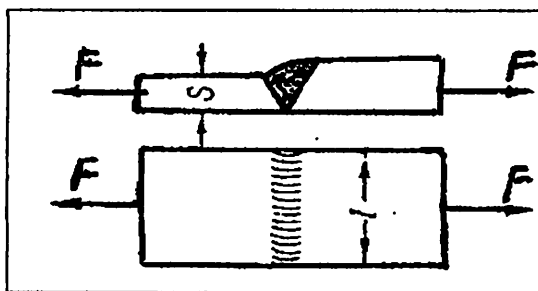
Gambar 2.4. Jenis sambungan las

Sumber : Zaimun Achmad, 1999, Elemen Mesin I, Refaka Aditama hal 56

### 2.4.3.2. Perhitungan Sambungan Las.

#### 1. Sambungan temu ( butt jointed )

Gambar 2.4. memperlihatkan sebuah alur las berbentuk V tunggal yang dibebani oleh gaya tarik F untuk pembebanan tarik ataupun tekan. Tegangan normal rata – rata adalah :



Gambar 2.5. Sambungan temu

Sumber : Zainun Achmad, 1999, *Elemen Mesin I*, Refaka Aditama hal 57

$$\sigma_t \leq |\sigma_t| \dots\dots\dots (Zainun Achmad, 1999, hal 57)$$

$$\frac{F}{h.l} \leq |\sigma_t| \dots\dots\dots (Zainun Achmad, 1999, hal 57)$$

dimana :  $|\sigma_t|$  = tegangan tarik yang diijinkan ( $\text{kg/mm}^2$ )

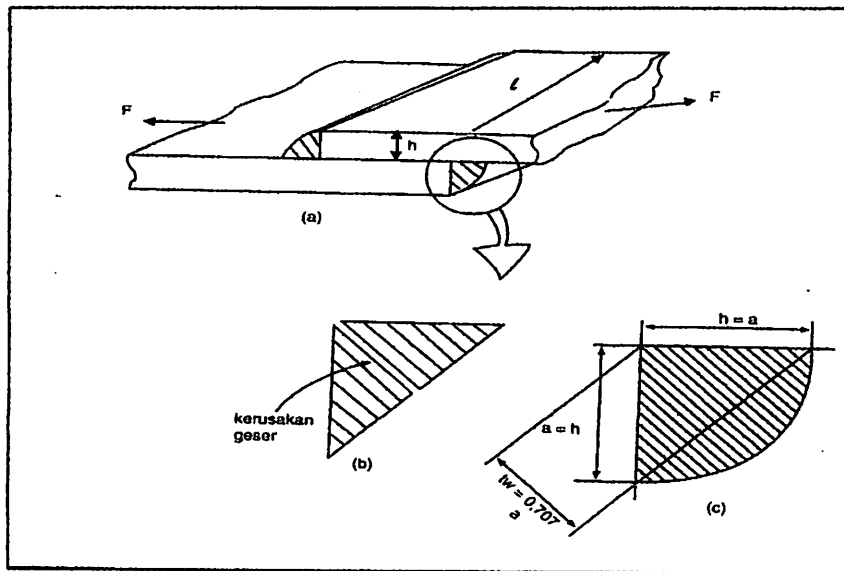
F = gaya normal (kg)

h = tebal pelat (mm)

l = panjang lasan (mm)

2. sambungan tumpang (lap jointed ).

Gambar 2.5. menunjukan sambungan tumpang yang bekerja gaya F yang akan menimbulkan tegangan geser pada lasan adalah :



Gambar 2.6. a. beban geser pada sambungan tumpang.

b. kerusakan geser.

c. dimensi tebal landasan.

Sumber : Zainun Achmad, 1999, Elemen Mesin I, Refaka Aditama hal 58

$$\tau_s \leq |\tau_s| \dots\dots\dots (Zainun Achmad, 1999, hal 58)$$

$$\frac{F}{A} \leq |\tau_s| \dots\dots\dots (Zainun Achmad, 1999, hal 58)$$

dimana : A = luas penampang geser (m<sup>2</sup>)

$$A = 2 t_w l = 2 \times 0,707a \times l$$

### 3. Sambungan T (tee jointed)

Bilam gaya F bekerja sejajar dengan panjang logam dan eksentris seperti pada gambar 2.6., maka sambungan logam akan terjadi momen bending dan gaya geser sehingga rumus tegangan total sebagai berikut :

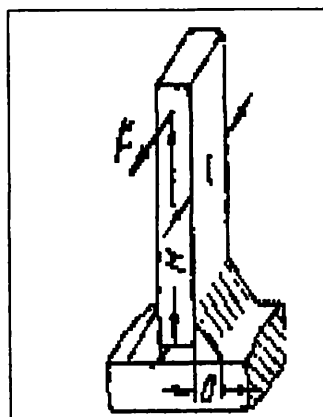
Tegangan geser  $\tau_1 = \frac{F}{0,7.A}$  dimana  $A = 2.a. \ell$

Tegangan bending akibat momen bending.

$\sigma_2 = \frac{P.H}{0,7W}$  dimana  $W = \frac{2.a.\ell}{6} = A \frac{\ell}{6}$  .....( Zainun Achmad, 1999, hal 58 )

sehingga tegangan total

$$\tau = \sqrt{\tau_1^2 + \sigma_2^2} = \frac{F}{0,7A} \sqrt{1 + \left( \frac{6H}{\ell} \right)^2} \leq |\tau| \text{ .....( Zainun Achmad, 1999, hal 59 )}$$



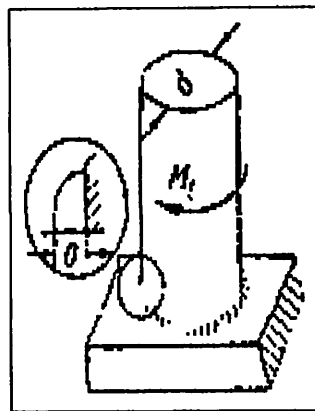
Gambar 2.7. Sambungan Tee dengan beban F

Sumber : Zainun Achmad, 1999, Elemen Mesin I, Refaka Aditama hal 59



Untuk sambungan T dengan elemen yang berbentuk silinder dan momen puntir yang bekerja pada silinder tersebut adalah  $M_t$ , sehingga menimbulkan tegangan geser seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.7.

$$\tau_s = \frac{2M_t}{0,7ad^2} \leq \tau_s, \dots\dots\dots (Zainun Achmad, 1999, hal 59)$$



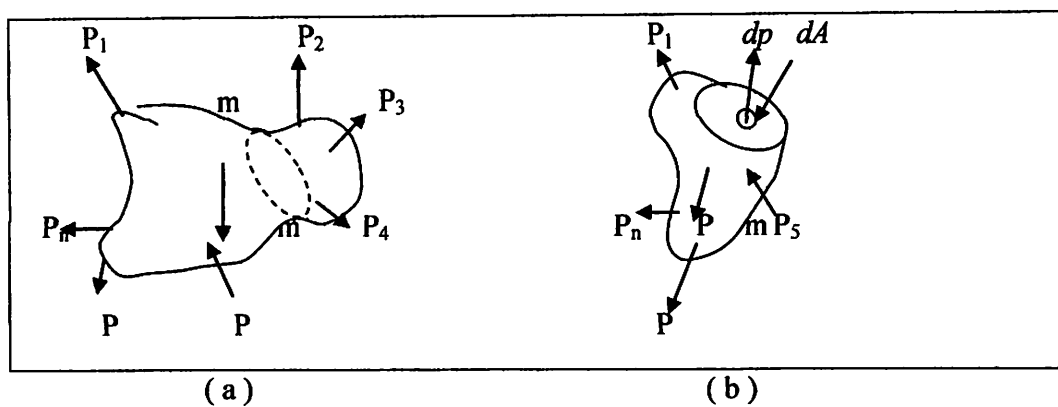
Gambar 2.8. Sambungan T silinder.

Sumber : Zainun Achmad, 1999, *Elemen Mesin I*, Refaka Aditama hal 59

#### 2.4.4. Perhitungan Tegangan Tarik dan Tegangan Geser.

Tegangan didefinisikan sebagai gaya tiap satuan luas. Tegangan dianggap terbagi merata pada luas penampang melintang bagian konstruksi. Tetapi, ini bukanlah keadaan yang umum. Gambar 2.8.a. menggambarkan sebuah benda dalam keadaan setimbang karena pengaruh gaya luar  $P_1, P_2, \dots, P_n$ . Terdapat dua jenis gaya luar yang dapat bekerja pada benda : gaya permukaan dan gaya body. Gaya yang terbagi pada permukaan benda, seperti misalnya tekanan hidrostatis tekanan oleh benda yang satu dengan benda lainnya, disebut gaya permukaan. Gaya yang terbagi pada volume

benda, seperti misalnya gaya gravitasi, gaya magnetic atau gaya inersia (untuk benda yang bergerak), disebut gaya body. Kedua jenis gaya body yang paling umum dijumpai dalam praktek rekayasa ialah gaya sentrifugal sebagai akibat putaran berkecepatan tinggi dan gaya sebagai akibat perbedaan temperature pada benda.



Gambar 2.9

- Benda dalam keadaan setimbang karena pengaruh gaya – gaya luar.
- Gaya yang bekerja pada bagian benda.

sumber : Zainun Achmad, 1999, Elemen Mesin I, Refaka Aditama, hal 10.

Pada umumnya gaya tidak akan terbagi merata pada sembarang penampang melintang benda yang digambarkan dalam gambar 2.8.a. Guna memperoleh tegangan di suatu titik 0 dalam bidang seperti misalnya mm bagian 1 benda dihilangkan dan digantikan oleh system gaya luar pada mm, yang akan menahan tiap – tiap titik di bagian 2 benda dalam posisi yang sama seperti sebelum bagian 1 dihilangkan. Ini adalah situasi digambarkan pada gambar 2.8.b. Setelah itu, ambil bidang seluas  $\Delta A$  yang mengelilingi titik 0 dan melihat bahwa gaya  $\Delta P$  bekerja pada luas ini. Apabila  $\Delta A$  dengan terus menerus diperkecil menjadi nol, harga batas perbandingan  $\Delta A/\Delta P$  ialah tegangan di titik 0 pada bagian mm benda 2

$$\lim_{\Delta A \rightarrow 0} \frac{\Delta P}{\Delta A} = \sigma_n \dots\dots\dots(Zainun Achmad, 1999, hal 11)$$

Arah tegangan sesuai arah gaya resultan P dan umumnya dengan kemiringan terhadap  $\Delta A$ . Tegangan yang sama di titik 0 di bidang m-m akan diperoleh. Tegangan total dapat diuraikan dalam 2 komponen yaitu tegangan normal  $\sigma_n$  yang tegak lurus  $\Delta A$  dan tegangan geser  $\tau_n$  yang terletak pada bidang m-m.

$$\lim_{\Delta A \rightarrow 0} \frac{\Delta P}{\Delta A} = \tau_n \dots\dots\dots(Zainun Achmad, 1999, hal 11)$$

#### 2.4.4.1. Perhitungan Tegangan

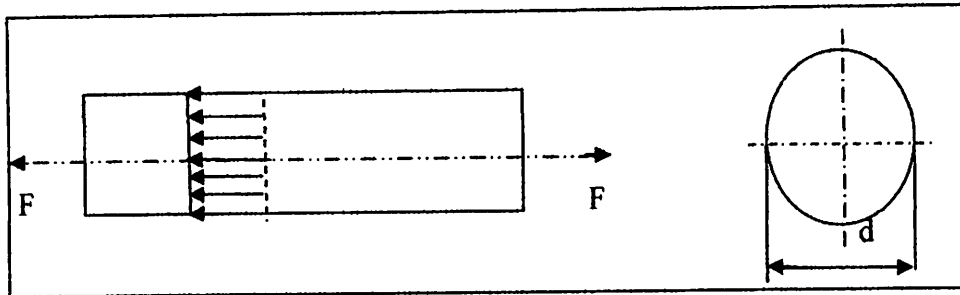
Tegangan – tegangan yang akan terjadi dalam perencanaan elemen mesin antara lain :

1. Tegangan Tarik ( Normal )
2. Tegangan Geser
3. Tegangan bending.

##### 1. Tegangan Tarik ( Normal )

Gaya aksial F yang bekerja tegak lurus penampang A, akan menimbulkan tegangan normal di setiap titik dari sebuah penampang seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.9.

$$\sigma_n = \frac{F}{A} \dots\dots\dots(Zainun Achmad, 1999, hal 15)$$



Gambar 2.10. Gaya Aksial Bekerja pada Poros

sumber : Zainun Achmad, 1999, *Elemen Mesin I*, Refaka Aditama, hal 15.

dimana :

$$A = \frac{\pi}{4} d^2 = \text{luas penampang (mm}^2\text{)}$$

d = diameter silinder(mm).

F = gaya normal (kg)

$\sigma_n$  = tegangan normal (kg/mm<sup>2</sup>)

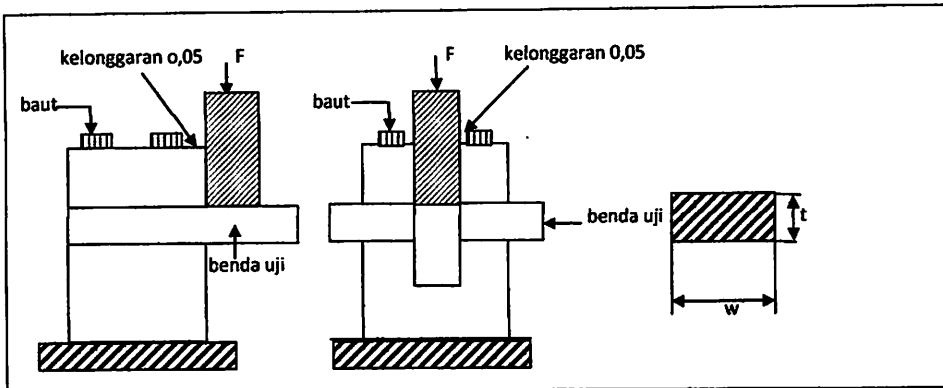
## 2. Tegangan Geser.

Tegangan geser dapat di bedakan berdasarkan jenis gaya yang bekerja pada elemen yaitu :

### 1. Tegangan geser langsung.

Gaya normal F yang bekerja sejajar penampang dengan kondisi seperti pada Gambar 2.10., akan menimbulkan tegangan geser langsung.

$$\tau_s = \frac{F}{A} \dots\dots\dots (\text{Zainun Achmad, 1999, hal 18})$$



Gambar 2.11. Tegangan geser langsung

- a. Tegangan geser tunggal.
- b. Tegangan geser ganda.

sumber : Zainun Achmad, 1999, Elemen Mesin I, Refaka Aditama, hal 18  
 sehingga besar tegangan geser langsung adalah

$$a) \tau_s = \frac{F}{t \cdot l} \quad b) \tau_s = \frac{F}{2 \cdot t \cdot l} \dots\dots\dots (Zainun Achmad, 1999, hal 18)$$

dimana :

$\tau_s$  = tegangan geser ( $kg/mm^2$ )

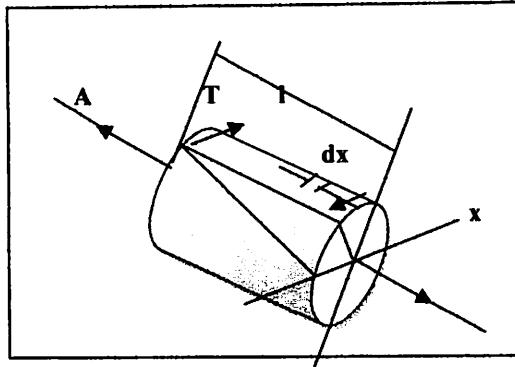
F = gaya normal puntir (kg)

t = tebal ( $mm^2$ )

W = lebar ( $mm^2$ )

2. Tegangan Geser Puntir.

Setiap vektor momen yang berhimpit dengan sumbu suatu bagian mesin disebut vektor puntir, karena momen ini menyebabkan bagian mesin tersebut memuntir terhadap sumbunya. Batang yang menerima momen disebut batang puntir seperti gambar 2.11.



Gambar 2.12. Batang puntir.

sumber : Zainun Achmad, 1999, *Elemen Mesin I*, Refaka Aditama, hal 18

Sudut puntir untuk batang bulat adalah

$$\theta = \frac{M_t \cdot l}{G \cdot J} \dots\dots\dots (Zainun Achmad, 1999, hal 19)$$

dimana :

$\theta$  = sudut puntir

$M_t$  = momen torsi ( $\text{kg/mm}^2$ )

$l$  = panjang ( $\text{m}^2$ )

$G$  = modulus geser ( $\text{kg/mm}^2$ )

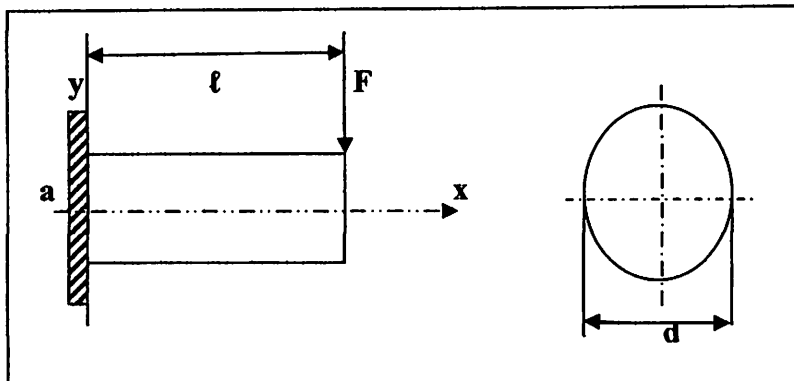
$J$  = momen tahanan polar ( $\text{m}^4$ )

### 3. Tegangan bending.

Momen bending sebuah poros inersia utama, menimbulkan tegangan bending.

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W_b} \dots\dots\dots (Zainun Achmad, 1999, hal 16)$$

Momen bending  $M_b$  dari suatu gaya  $F$  terhadap  $a$ , didefinisikan sebagai perkalian besar gaya  $F$  dengan jarak tegak lurus  $l$  dari  $a$  ke garis aksi  $F$ , seperti pada gambar 2.12.



Gambar 2.13. Pembebanan Bending.

sumber : Zainun Achmad, 1999, Elemen Mesin I, Refaka Aditama, hal 12

$$M_b = F \cdot l \dots \dots \dots (Zainun Achmad, 1999, hal 12)$$

Momen tahanan bending dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$W_b = \frac{I_x}{e} \dots \dots \dots (Zainun Achmad, 1999, hal 12)$$

Dimana :

$I_x$  = momen inersia ( $\text{mm}^2$ )

$e$  = jarak yang terdekat dengan sumbu ( $\text{mm}^2$ )

$W_b$  = momen tahanan bending ( $\text{mm}^2$ )

$\sigma_b$  = tegangan bending ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ )

Besarnya momen tahanan bending tergantung dari bentuk penampang dari elemen, untuk menentukan momen inersia dan momen tahanan bending dapat dilihat pada tabel 2.2 (lampiran 4).

## 2.5. Waktu Permesinan.

Untuk menentukan harga cetakan kita memerlukan data waktu permesinan. Waktu permesinan yang dimaksudnya adalah waktu-waktu yang dipakai dalam pengerjaan bagian-bagian mesin dan cetakan. Mesin yang dipakai adalah mesin frais, bubut, skrap, Drilling dan gerinda.

### 2.5.1 Perhitungan Proses Permesinan.

#### 1. Mesin Frais (Milling Machine)

$$t_m = \frac{L}{S} \dots\dots\dots (Am.f.Stead, teknologi mekanik jilid II, hal 44)$$

Dimana:

$t_m$  = Waktu permesinan (menit)

L = Panjang pemakanan (mm)

S = Feeding

$$S = \frac{V}{a \times b} \times 1000 \quad \text{sedangkan } V = V' \cdot x P$$

V = Laju pembuangan material (cm<sup>2</sup>/menit)

V' = Pembuangan material maksimal (cm<sup>2</sup>/kw menit)

P = Daya mesin (kW)

A = Kedalaman Pemakanan (mm)

B = Lebar pemakanan (mm)



## 2. Mesin Bubut (Turning Machine)

### Pemakanan Longitudinal

$$t_m = \frac{L}{S.n} \dots\dots\dots(Herman J and Eduard S, Westerman Tables, hal 102)$$

dimana :

$t_m$  = Waktu permesinan (menit)

L = Panjang pemakanan dan pembebasan (mm)

S = Feeding (mm/put)

$$= \frac{1000}{\pi.d}$$

v = kecepatan potong (/menit)

d = Diameter benda kerja (mm)

Bila rpm tidak diketahui

$$t_m = \frac{L}{S.n} \dots\dots\dots(Herman J and Eduard S, Westerman Tables, hal 102)$$

Dimana:

$$n = \frac{v}{\pi.d} \text{ rpm} \dots\dots\dots (Herman J and Eduard S, Westerman Tables, hal 102)$$

## 3. Mesin Bor (Drilling Machine)

$$t_m = \frac{L}{S.n} \dots\dots\dots(Herman J and Eduard S, Westerman Tables, hal 106)$$

Dimana:

L = Kedalaman pengeboran (mm)

$$= 1 + 0,3d$$

$d$  = Diameter bor (mm)

$S$  = Feeding (mm/put)

Bila  $n$  tidak diketahui :

$$t_m = \frac{L \cdot \pi \cdot d}{S \cdot v} \dots\dots\dots (Herman J and Eduard S, Westerman Tables, hal 106)$$

Dimana:

$t_m$  = Waktu permesinan (menit)

$L$  = Kedalaman pengeboran (mm)

$D$  = Diameter bor (mm)

$S$  = Feeding (mm)

$v$  = Cutting speed (mm/menit)

#### 4. Mesin Boring.

$$t_m = \frac{L}{S \cdot n} \times i \dots\dots\dots (Herman J and Eduard S, Westerman Tables, hal 120)$$

$$i = \frac{D - d}{2f} \dots\dots\dots (Herman J and Eduard S, Westerman Tables, hal 120)$$

dimana :

$t_m$  = waktu permesinan (menit)

$L$  = panjang langkah boring (mm)

$S$  = feeding (mm/putaran)

$n$  = putaran (rpm)

$i$  = jumlah pemakanan

$D$  = diameter akhir (mm)

$d$  = diameter awal (mm)

$t$  = tebal pemakanan (mm)

#### 5. Mesin Gerinda Silinder.

$$t_m = \frac{L}{S \cdot n} \cdot x \dots\dots\dots (Herman J and Eduard S, Westerman Tables, hal 117)$$

$$i = \frac{D - d}{t} \dots\dots\dots (Herman J and Eduard S, Westerman Tables, hal 117)$$

dimana :  $L$  = panjang benda kerja (mm)

$S$  = feeding. (mm)

$n$  = putaran. (rpm)

$x$  = jumlah pemakanan.

$D$  = diameter awal (mm)

$d$  = diameter akhir (mm)

$t$  = kedalaman pemakanan (mm)

## **2.6. Proses Pembuatan Tabung Grease.**

### **2.6.1. Pengukuran Bahan Tabung.**

Peralatan yang digunakan adalah :

– Mistar Baja

Adalah untuk digunakan mengukur panjang dan tinggi atau lebar alur dan mengukur tembus dari pada benda kerja, juga dapat digunakan untuk mengukur diameter jika digunakan secara bersama – sama dengan jangka bengkok, mistar biasanya mempunyai skala dalam millimeter dan skala dalam inchi. Pada pengukuran benda kerja dengan mistar baja ini memerlukan suatu ketrampilan, kecermatan dalam menggunakannya untuk menghasilkan suatu pengukuran benda kerja yang sebaik – baiknya.

– Tahapan Proses Pengukuran

1. Lembar plat besi bahan tabung dipersiapkan terlebih dahulu.
2. Kemudian diukur dengan mistar berapa panjang dan lebar yang dikehendaki.
3. Setelah diukur kemudian ditandai batas pengukurannya dengan menggunakan alat tulis.
4. Bahan siap untuk pengerjaan berikutnya yaitu proses pemotongan bahan.

## 2.6.2. Pemotongan Bahan

Peralatan yang digunakan adalah :

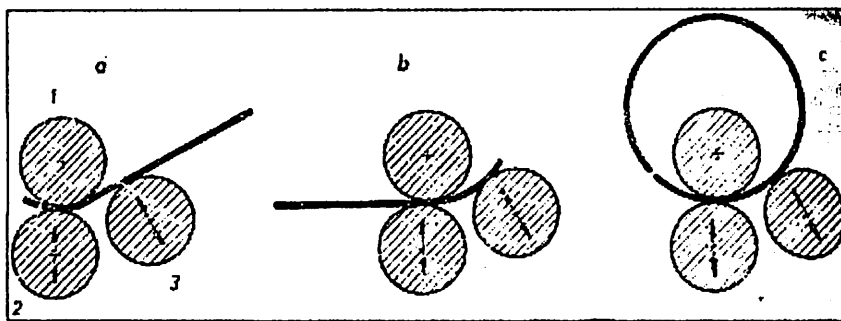
- Gunting Tuas Lembaran.

Untuk penyayatan lembaran baja, kuningan, aluminium dan lainnya digunakan gunting tuas lebar yang pisau gunting atasnya melengkung dengan demikian sudut kemiringan yang tepat dapat dipertahankan untuk setiap bukaan gunting.

- Tahapan proses pemotongan bahan
  1. Bahan yang telah diberi ukuran diletakan pada penahan bawah.
  2. Bahan harus terletak diantara pisau gunting atas dan pisau gunting bawah.
  3. Kemudian kita tarik tuas pemotongan, tuas ini akan menekan pisau gunting atas pada benda kerja.
  4. Pada penekan antara pisau gunting atas dan bawah menyebabkan benda kerja terpotong sedikit demi sedikit sampai batas akhir dari ukuran yang ada pada benda kerja.
  5. Benda kerja yang telah terpotong siap untuk proses pengerjaan berikutnya yaitu proses pelengkungan.

### 2.6.3. Proses Pelengkungan Bahan.

Mesin yang digunakan adalah mesin pelengkung plat bundar tiga gilingan dengan perletakan gilingan tidak simetris. Mempunyai dua gilingan bawah berkedudukan tetap dan sebuah gilingan yang dapat disetel kedudukannya, kedua gilingan bawah digerakan oleh motor listrik yang arah putaranya dapat dibalik, gilingan atas terbawa oleh tegangan plat yang dilengkungkan bundar yang digesekan.



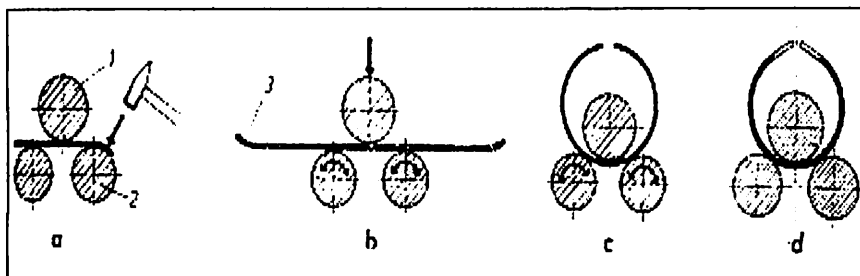
Gambar 2.14. Mesin Pelengkung Plat Tiga Gilingan Dengan Perletakan Gilingan Tidak Simetris

Sumber : *Pengerjaan Logam Dengan Perkakas Tangan Dan Mesin Sederhana*, Ing. Alois Schonmetz dkk, Angkasa Bandung, Hal : 191

– Tahapan proses pelengkungan plat

1. Ujung plat dilengkungkan pada sebuah alat kempa atau dengan tangan.
2. Kemudian plat yang telah dilengkungkan dimasukkan benar – benar tegak lurus diantara gilingan atas dan bawah.

3. Dengan pengaturan letak sentuhan gilingan atas lembaran plat itu dilengkungkan menuju kebundaran yang dikehendaki dengan cara beberapa kali pelakuan bolak balik.
4. Setelah pelengkungan bundar selesai maka mesin dimatikan, dudukan yang dapat dikatupkan dan kemudian mantel yang telah selesai dilengkungkan dikeluarkan dari gilingan atas.



Gambar 2.15. Proses Pelengkungan Plat.

- a. Penekukan ujung plat
- b. Penyentuhan gilingan atas
- c. Mantel plat atau bentuk pipa yang selesai dilengkungkan.
- d. Ujung plat tidak atau kurang ditekuk.

Sumber : *Pengerjaan Logam Dengan Perkakas Tangan Dan Mesin Sederhana*, Ing. Alois Schonmetz dkk, Angkasa Bandung , Hal : 192

#### **2.6.4. Proses Pengelasan Yang Pakai Dalam Pembuatan Tabung Grease..**

Pengelasan yang digunakan pada pengelasan tabung grease ini adalah las listrik dengan elektroda terbungkus. Dalam pengelasan ini digunakan kawat elektroda yang dibungkus dengan fluks. Proses pemindahan logam elektroda terjadi pada saat ujung elektroda mencair dan membentuk butir – butir yang terbawa oleh arus busur listrik yang terjadi. Bila digunakan arus yang besar maka butiran logam cair yang terbawa menjadi halus, sebaliknya bila arus yang digunakan kecil maka butirannya menjadi besar. Pola pemindahan cair seperti diatas sangat mempengaruhi sifat maupun las dari logam. Secara umum dapat dikatakan bahwa logam mempunyai sifat mampu las tinggi bila pemindahan terjadi dengan butiran yang halus, sedangkan pola pemindahan cairan dipengaruhi oleh besar kecilnya arus dan juga komposisi dari bahan fluks yang digunakan. Selama proses pengelasan bahan fluks yang digunakan untuk membungkus elektroda mencair dan membentuk terak yang kemudian menutupi logam cair yang terkumpul ditempat sambungan dan berfungsi sebagai penghalang oksidasi dalam beberapa fluks. Proses pemindahan logam elektroda terjadi pada saat ujung elektrodamencair dan membentuk butiran yang terbawa arus listrik yang terjadi.

Las busur listrik pada umumnya disebut las listrik termasuk proses penyambungan dengan menggunakan tenaga listrik sebagai sumber panas, Jadi sumber panas pad las listrik ditimbulkan oleh busur api arus listrik, antara elektroda las dan benda kerja. Benda kerja merupakan bagian dari rangkaian



aliran arus listrik las. Elektroda mencair bersama – sama dengan benda kerja akibat dari busur api arus listrik.

Gerakan busur api diatur sedemikian rupa sehingga benda kerja dan elektroda yang mencair setelah dingin dapat menjadi satu bagian yang sukar dipisahkan. Jenis sambungan las listrik ini merupakan sambungan tetap. Bila kita menggunakan las listrik untuk mengelas maka peralatan yang digunakan antara lain :

#### 1. Pesawat Las.

Jika ditinjau dari jenis arus yang keluar pesawat las dapat digolongkan menjadi :

##### a. Pesawat las arus bolak – balik ( AC )

Pesawat las ini terdiri dari transformator yang dihubungkan dengan jala PLN atau dengan pembangkit listrik motor bensin atau motor diesel. Kapasitas trafo biasanya 200 – 500 amper sedang tegangan yang keluar dari pesawat ini 36 – 70 volt.

##### b. Pesawat las arus searah ( DC )

Pesawat ini dapat berupa pesawat transformator rectifier, pembangkit listrik motor diesel atau motor bensin maupun pembangkit listrik yang digerakan motor listrik.

c. Pesawat las AC – DC.

Pesawat las ini merupakan gabungan dari pesawat las arus bolak – balik dan arus searah. Dengan pesawat ini akan lebih memudahkan pemakaian karena arus yang keluar dapat searah maupun bolak – balik.

2 Alat bantu las.

Pada pengelasan terdapat alat bantu yang terdiri dari :

- a. Kabel las.
- b. Pemegang elektroda.
- c. Palu las.
- d. Sikat kawat.
- e. Klem masa.
- f. Penjepit.

3 Perlengkapan keselamatan kerja

Perlengkapan keselamatan kerja yang digunakan terdiri dari :

- a. Helm las.
- b. Sarung tangan.

c. Baju las ( apron )

d. Sepatu las.

e. Kamar las.

#### 4 Elektroda.

Elektroda yang dipakai pada pengelasan ini mempunyai perbedaan komposisi selaput maupun kawat inti. Elektroda ini berfungsi untuk :

a. Melindungi logam dan cairan las terhadap pengaruh udara.

b. Mempertinggi derajat ionisi gas -- gas dalam busur nyala.

c. Menambah zat - zat pada elektroda yang terbakar keluar dari logam.

### BAB III

#### PERHITUNGAN DAN PERENCANAAN

##### 3.1. Data Perencanaan

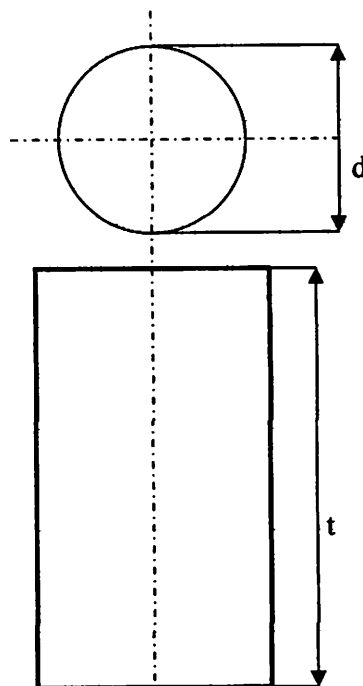
Dalam perencanaan tabung grease ditetapkan data sebagai berikut :

1 Bahan Tabung.

- Baja ST 37
- Kekuatan tarik =  $37 \text{ kg/mm}^2$
- Factor keamanan = 4

2 Dimensi Tabung.

- Diameter tabung (d) = 220 mm
- Tinggi tabung (t) = 330 mm
- Tekanan pada tabung (P) =  $0,21 \text{ kg/mm}^2$



Gambar 3.1. Dimensi tabung grease yang direncanakan

### 3.2. Tegangan Tarik Ijin

Dari tabel 3.1. (lampiran 4) diambil harga kekuatan tarik ijin adalah  $37 \text{ kg/mm}^2$  dan dari tabel 3.2 ( lampiran 4) faktor keamanan adalah 4 maka akan didapat tegangan tarik ijin yaitu

$$f_t = \frac{\tau_t}{V}$$

dimana :

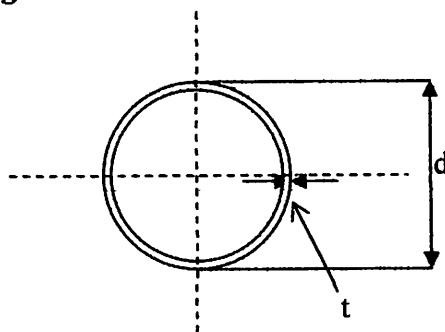
$f_t$  = Tegangan tarik ijin bahan (  $\text{kg/mm}^2$  )

$\tau_t$  = Kekuatan tarik ijin (  $\text{kg/mm}^2$  )

$V$  = Faktor keamanan

$$\begin{aligned} f_t &= \frac{37}{4} \\ &= 9,25 \text{ kg/mm}^2 \end{aligned}$$

### 3.3. Tebal Dinding Tabung.



Gambar 3.2. tebal dinding tabung grease

$$t = \frac{p.d}{2.f_t}$$

dimana :

$t$  = Tebal dinding tabung (mm)

$P$  = Tekanan pada tabung (kg/mm<sup>2</sup>)

$d$  = Diameter tabung (mm)

$f_t$  = Tegangan tarik ijin bahan (kg/mm<sup>2</sup>)

$$t = \frac{0,21.220}{2.9,25}$$

$$= \frac{46,2}{18,5}$$

$$= 2,5 \text{ mm}$$

### 3.4. Kekuatan Las ditinjau Dari Tegangan Tabung.

- Tinjauan Terhadap Tegangan Cicumferensial Pada Tabung.

Tegangan circumferensial pada tabung dapat dihitung dengan :

$$f_h = \frac{p.d}{2.t}$$

dimana :

$f_h$  = Tegangan circumferensial pada tabung (kg/mm<sup>2</sup>)

$p$  = Tekanan pada tabung (kg/mm<sup>2</sup>)

$d$  = Diameter tabung (mm)

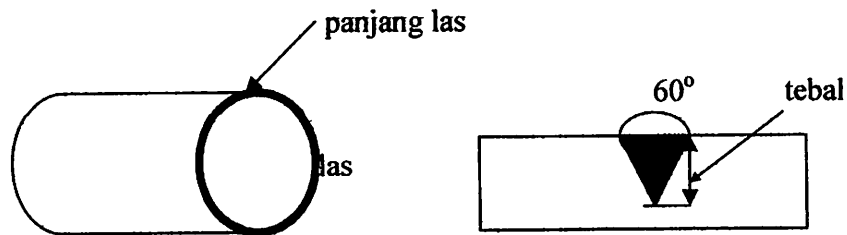
$t$  = Tebal dinding tabung (mm)

$$f_h = \frac{0,21.220}{2.2,5}$$

$$= \frac{46,2}{5}$$

$$= 9,24 \text{ kg/mm}^2$$

- Menentukan panjang dan tebal las pada sambungan circumferensial dengan tipe sambungan temu.



Gambar 3.3. Panjang dan tebal daerah lasan pada sambungan circumferensial.

Panjang las untuk sambungan circumferensial sama dengan luas lingkaran, dimana :

$$\text{Luas lingkaran} = 2 \cdot \pi \cdot r \dots\dots\dots \text{ mm}$$

$$\text{Maka, } L = 2 \cdot \pi \cdot r \dots\dots\dots \text{ mm}$$

$$= 2 \cdot 3,14 \cdot 110$$

$$= 690,8 \text{ mm}$$

Tebal las pada sambungan circumferensial adalah :

$$t = \frac{p \cdot d \cdot v}{2 \cdot (\eta \cdot \sigma_f \cdot S_f) - c} + 2 \dots\dots\dots \text{ mm}$$

$$\text{dimana, } p = \text{tekanan dalam tabung} = 0,21 \text{ kg/mm}^2$$

$$d = \text{diameter tabung} = 220 \text{ mm}$$

$$v = \text{factor las} = 1,2$$

$$\eta = \text{efisiensi sambungan} = 1,00$$

$$c = \text{koefisien tegangan} = 0,4$$

$$S_f = \text{factor keamanan} = 6$$

$$t = \text{tebal lasan}$$

$$\begin{aligned}
 \text{sehingga, } t &= \frac{0,21 \times 220 \times 1,2}{2 \cdot (0,9 \times 1,00 \times 9,25) - 0,4} + 2 \\
 &= \frac{55,4}{2(8,325) - 0,4} + 2 \\
 &= \frac{55,4}{16,25} + 2 \\
 &= 5,4 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

- Tinjauan Terhadap Tegangan Longitudinal Pada Tabung.

Tegangan Longitudinal pada tabung dapat dihitung dengan :

$$fl = \frac{p \cdot d}{4t}$$

dimana :

$fl$  = Tegangan longitudinal pada tabung (kg/mm<sup>2</sup>)

$p$  = Tekanan pada tabung (kg/mm<sup>2</sup>)

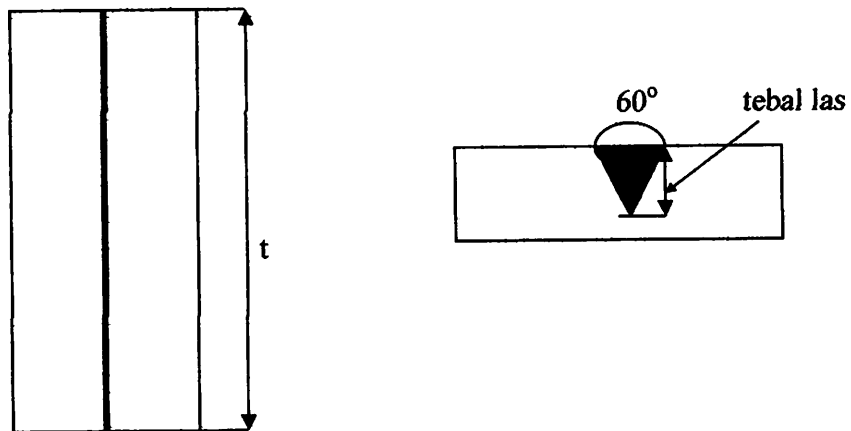
$d$  = Diameter tabung (mm)

$t$  = Tebal dinding tabung (mm)

$$\begin{aligned}
 fl &= \frac{0,21 \cdot 220}{4 \cdot 2,5} \\
 &= \frac{46,2}{10} \\
 &= 4,62 \text{ kg/mm}^2
 \end{aligned}$$



- Menentukan panjang dan tebal las pada sambungan longitudinal dengan tipe sambungan temu.



Gambar 3.4. Panjang dan tebal daerah lasan pada sambungan longitudinal

Panjang las untuk sambungan longitudinal sama dengan tinggi tabung, dimana

Tinggi tabung = 330 mm

Maka,  $t = 330$  mm

Tebal las untuk sambungan longitudinal adalah

$$t = \frac{p d v}{2 \eta \sigma_t} + c$$

dimana,

$p$  = tekanan dalam tabung = 0,21 kg/mm<sup>2</sup>

$d$  = diameter tabung = 220 mm

$v$  = factor las = 1,2

$\eta$  = efisiensi sambungan = 0,50

$c$  = koefisien tegangan = 0,4

$S_f$  = factor keamanan = 6

t = tebal lasan

$$\begin{aligned}
 \text{sehingga, } t &= \frac{0,21 \times 220 \times 1,2}{2 \cdot (0,9 \times 0,50 \times 9,25) - 0,4} + 2 \\
 &= \frac{55,4}{2(4,162) - 0,4} + 2 \\
 &= \frac{55,4}{7,75} + 2 \\
 &= 8,92 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

### 3.5. Tegangan Total Pada Tabung.

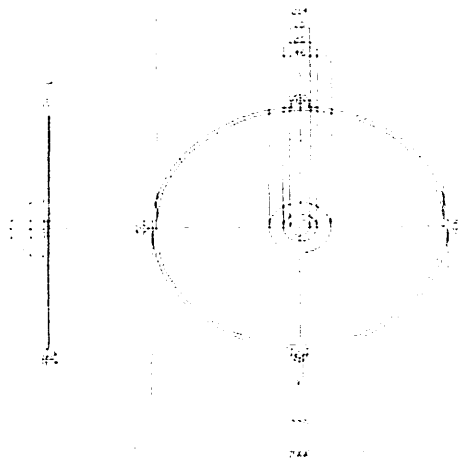
Dari tabel 3.3 (lampiran 4) diambil harga modulus elastisitas ( E ) untuk baja St 37 adalah 220. Dan dari tabel 3.4 (lampiran 4) diambil harga poisson ratio adalah 0,33, maka tegangan keliling adalah

$$\begin{aligned}
 \text{Tegangan tutup tabung} &= \frac{p \cdot d}{4 \cdot t \cdot E} (1 - \mu) \\
 &= \frac{0,21 \cdot 220}{4 \cdot 2,5 \cdot 220} (1 - 0,33) \\
 &= \frac{46,2}{2200} (0,67) \\
 &= 0,021 \times 0,67 \\
 &= 0,01407 \text{ kg/mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Tegangan keliling Pada Tabung} &= \frac{p.d}{4t.E}(2-\mu) \\
 &= \frac{0,21.220}{4.2.5.220}(2-0,33) \\
 &= \frac{46,2}{2200}(1,67) \\
 &= 0,021 \times 1,67 \\
 &= 0.03507 \text{ kg/mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Tegangan total} &= \text{Tegangan pada tutup tabung} + \text{Tegangan keliling tabung.} \\
 &= 0.01407 + 0.03507 \\
 &= 0.04914 \text{ kg/mm}^2
 \end{aligned}$$

### 3.6. Perencanaan Mur – Baut Pengikat Tutup Tabung Bagian Atas.



Gambar 3.5. Dimensi tutup atas tabung

a. Diameter Ulir.

$$\sigma_t = \frac{W}{A}$$

$$W = \sigma_t \cdot A$$

$$= 9,25 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot 0,64$$

$$= 4,64 \text{ kg}$$

$$\text{maka, } d \geq \sqrt{\frac{4W}{\pi \cdot \sigma_t \cdot 0,64}}$$

dimana :

$$W = \text{Beban aksial yang diterima ulir} = 4,64 \text{ kg}$$

$$f_t = \bar{\sigma}_t = \text{Tegangan tarik ijin} = 9,25 \text{ kg/mm}^2$$

$$\text{maka, } d \geq \sqrt{\frac{4 \cdot 4,64}{3,14 \cdot 9,25 \cdot 0,64}}$$

$$\geq \sqrt{\frac{18,56}{18,58}}$$

$$\geq \sqrt{0,998}$$

$$d \geq 0,998 \text{ mm}$$

ulir yang diambil M 1,4 ( tabel 3.5. lampiran 4 )

b. Jumlah Ulir

Ulir yang dipakai M 1,4 dengan data sebagai berikut :

- Jarak bagi ( p ) = 0,3 mm
- Tinggi kaitan ( H<sub>1</sub> ) = 0,162 mm

- Diameter luar (d) = 1,400 mm
- Diameter efektif (d<sub>2</sub>) = 1,205 mm
- Diameter inti (d<sub>1</sub>) = 1,075 mm

Untuk mengetahui jumlah ulir dapat diketahui melalui persamaan :

$$Z \geq \frac{W}{\pi \cdot d_2 \cdot h \cdot q_a}$$

Dimana, W = beban aksial yang diterima ulir = 4,64 kg

q<sub>a</sub> = tekanan permukaan yang diijinkan = 3 kg/mm<sup>2</sup>

maka 
$$Z \geq \frac{4,64}{3,14 \cdot 1,075 \cdot 0,162 \cdot 3}$$

$$\geq \frac{4,64}{1,64}$$

$$\geq 2,82$$

Jumlah ulir yang dipakai adalah 3

c. Menentukan tinggi ulir

Tinggi ulir H = z . p

dimana, z = jumlah ulir = 3

p = jarak bagi = 0,3

maka, H = 3 . 0,3

$$= 0,9 \text{ mm}$$

d. Menentukan tekanan kontak permukaan ulir.

Tekanan kontak yang terjadi :

$$q = \frac{W}{\pi \cdot d_2 \cdot h \cdot z} \leq q_a$$

dimana,  $W$  = beban tarik aksial = 4,64 kg

$z$  = jumlah ulir = 4

$$\text{maka, } q = \frac{4,64}{3,14 \cdot 1,205 \cdot 0,162 \cdot 3} \leq q_a$$

$$= \frac{4,64}{1,83} \leq q_a$$

$$q = 2,53 \leq q_a$$

jadi  $q \leq q_a$  maka ulir aman jika ditinjau tekanan kontak permukaan ulir.

e. Tegangan geser pada ulir

$$\tau_g = \frac{W}{\pi \cdot d_1 \cdot k \cdot p \cdot z}$$

dimana,

$W$  = beban aksial ulir = 4,64 kg

$d_1$  = diameter inti = 1,075 mm

$k$  = ulir metris = 0,84

$p$  = jarak bagi ulir = 0,3 mm

$z$  = jumlah ulir = 3

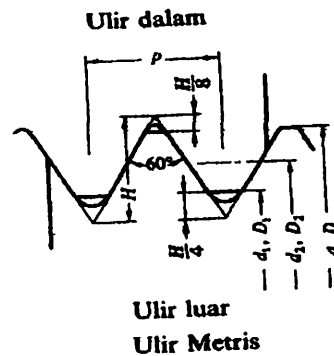
maka tegangan geser :

$$\tau_g = \frac{4,64}{3,14 \cdot 1,075 \cdot 0,84 \cdot 0,3 \cdot 3}$$

$$= \frac{4,64}{2,55}$$

$$= 1,81 \text{ kg/mm}^2$$

## f. Bentuk Ulir.



Gambar 3.6. M 1,4 Ukuran standart ulir kasar metris ( JIS B 0205 )

## 3.7. Perhitungan Proses Permesinan.

## 3.7.1. Waktu Permesinan.

Dalam perencanaan alat ini bahan yang digunakan ada 2 macam yaitu :

- Bahan baku.
- Bahan order.

Bahan baku adalah bahan yang digunakan untuk membuat komponen dengan jalan permesinan, Sedangkan bahan order adalah bahan yang langsung dapat diassembling setelah dibeli.

Waktu permesinan adalah waktu yang dibutuhkan oleh mesin untuk melakukan pengerjaan dari raw material hingga menjadi barang jadi serta menggunakan system standard seperti kecepatan pemakanan serta putaran tool. Mesin yang dipakai adalah mesin frais, mesin bubut, mesin skrap, mesin bor, mesin gerinda. Waktu permesinan ini hanya secara teoritis, semua peralatan yang digunakan

masih dalam keadaan ideal dan selama pengerjaan tidak mengalami gangguan.

Dalam hal ini diambil contoh perhitungannya.

### I. Mesin frais .

Perhitungan waktu permesinannya pada proses pengerjaan tutup atas tabung.

- Pahat : HSS.
- Diameter pahat :  $\varnothing$  40 mm dengan jumlah gigi 6.
- Bahan benda kerja : St 37
- Dimensi awal :  $\varnothing$  180 x 20
- Depth of cut : 5 mm
- $V'$  : 12 cm<sup>3</sup>/kW menit
- P : 2,5 kW.

$$V = V' \times P$$

$$= 12 \times 2,5$$

$$= 30 \text{ cm}^3/\text{menit}$$

$$s = \frac{1000.V}{a.b}$$

$$= \frac{1000.30}{5.130}$$

$$= 32,4 \text{ mm/menit}$$

pemakanan dari ukuran  $\varnothing$  180 x 20 mm menjadi  $\varnothing$  180 x 15 mm

$$L = 130$$

$$I = \frac{20-15}{3}$$



$$= 1,667$$

$$\approx 2 \text{ kali}$$

$$t_m = \frac{130}{32,13} \times 2$$

$$= 8,20 \text{ menit}$$

untuk waktu setting non produktif ( $t_{m3}$ ) adalah 20 menit.

Maka waktu permesinan total ( $T_m$ )

$$T_m = t_{m1} + t_{m2}$$

$$= 8,20 + 20$$

$$= 28,20 \text{ menit}$$

## II. Mesin bor.

Perhitungan waktu permesinan pada mesin bor didasarkan contoh dari proses pengerjaan tutup atas.

- Pahat : HSS
- Bahan benda kerja : St 37
- Diameter mata bor : 8,75
- Feeding ( s ) : 0,1 mm/putaran
- Cutting speed : 20 mm/menit

Pembuatan lubang diameter  $\varnothing 9$  mm berlangsung 8 kali, dengan kedalaman

16 mm. Pembuatan center hole ( $t_{m1}$ ) diasumsikan 0,8 menit.

$$n = \frac{1000.V}{\pi.d}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1000.20}{\pi.8,2} \\
 &= 700,83 \text{ rpm} \\
 &\approx 101 \text{ rpm} \\
 t_{m_2} &= \frac{(L + 0,3.d)}{s.n} .4 \\
 &= \frac{(16 + 0,3.8,2)}{0,1.700} .4 \\
 &= 1,01 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

untuk waktu setting dan non aktif (  $t_{m_2}$  ) adalah 20 menit.

Maka waktu permesinan total (  $T_m$  )

$$\begin{aligned}
 T_m &= t_{m_1} + t_{m_2} \\
 &= 1,01 + 20 \\
 &= 21,01 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

### III. Mesin boring.

Perhitungan waktu permesinan pada mesin boring ini diambil contoh dari tutup bawah dengan perluasan lubang dari  $\varnothing 32$  menjadi  $\varnothing 41,2$

- Pahat : HSS
- Bahan benda kerja : St 37
- Feeding ( s ) : 0,25mm/putaran
- Cutting speed ( V ) : 20 mm/menit
- Depth of cut ( t ) : 0,5 mm
- Kedalaman pemakanan : 40 mm

$$n = \frac{1000.20}{\pi.41,32}$$

$$= 111,09 \text{ rpm}$$

$$\approx 120 \text{ rpm}$$

$$i = \frac{D-d}{2f}$$

$$= \frac{41,32 - 32}{2.0,5}$$

$$= 10,65 \text{ kali}$$

$$\approx 11 \text{ kali}$$

$$\text{maka : } tm_1 = \frac{L}{s.n} xi$$

$$= \frac{50}{0,25.120} x 11$$

$$= 17 \text{ menit}$$

waktu setting dan non produktif (  $tm_2$  ) adalah 15 menit.

Maka waktu permesinan total (  $Tm$  )

$$Tm = tm_1 + tm_2$$

$$= 17 + 15$$

$$= 32 \text{ menit}$$

#### IV. Mesin gerinda silinder.

Perhitungan waktu permesinan pada mesin gerinda silinder diambil dari contoh proses pengerjaan piston rod.

- Bahan benda kerja : St 42

- Lebar batu gerinda : 40 mm
- Panjang penggerinda : 750 mm
- Cutting speed ( V ) : 15 mm/menit
- Depth of cut : 0,01 mm
- Diameter awal : Ø 45 mm
- Diameter akhir : Ø 44 mm

$$S = 2/3 \times \text{lebar batu gerinda}$$

$$= 2/3 \times 40 \text{ mm}$$

$$= 26,7 \text{ mm/putaran}$$

$$n = \frac{1000.V}{\pi.d}$$

$$= \frac{1000.15}{\pi.44}$$

$$= 80,65 \text{ rpm}$$

$$= 80 \text{ rpm}$$

$$x = \frac{45 - 44}{0,01}$$

$$= 5 \text{ kali}$$

$$\text{maka } tm_1 = \frac{750}{2,76.80} \times 5$$

$$= 0,9 \text{ menit}$$

waktu seting serta waktu non produktif (  $tm_2$  ) diambil 25 menit

maka waktu permesinan total (  $Tm$  )

$$Tm = tm_1 + tm_2$$

$$= 0,9 + 25$$

$$= 25,9 \text{ menit}$$

#### V. Mesin bubut.

Perhitungan waktu permesinannya diambil contoh pada perhitungan untuk pengerjaan silinder pneumatik.

- Pahat : HSS
- Bahan benda kerja : St 37
- Dimensi awal :  $\varnothing 180 \times 750$
- Feeding ( s ) : 0,4 mm/putaran
- Cutting speed ( Vm ) : 45 mm/menit
- Depth of cut ( t ) : 2 mm

Pemakanan permukaan ( facing ) dari 750 mm menjadi 720 mm

$$n = \frac{1000.V}{\pi.d}$$

$$= \frac{1000.45}{\pi.125}$$

$$= 95,72 \text{ rpm}$$

putaran yang digunakan 90 rpm

$$i = \frac{750 - 720}{2}$$

$$= 15 \text{ kali}$$

$$tm_1 = \frac{(0,5.750) + 4}{0,4.90}$$

$$= 58,2 \text{ menit}$$

pembuatan center hole (  $tm_2$  )

$$tm_2 = \frac{L}{s.n}$$

$$= \frac{10}{0,4.90}$$

$$= 0,278 \text{ menit}$$

pemakanan memanjang ( longitudinal )

pengurangan  $\varnothing 125$  menjadi  $\varnothing 90$  sepanjang 720

$$i = \frac{125 - 90}{2}$$

$$= 15 \text{ kali}$$

$$tm_3 = \frac{35}{0,4.90} \times 15$$

$$= 216,67 \text{ menit}$$

waktu untuk setting non produktif (  $tm_4$  ) diambil 20 menit

maka waktu permesinan total (  $Tm$  )

$$Tm = tm_1 + tm_2 + tm_3 + tm_4$$

$$= 58,2 + 0,278 + 216,67 + 20$$

$$= 295,13 \text{ menit}$$

## BAB IV

### KESIMPULAN

Dari hasil perencanaan dan perhitungan yang dilakukan dalam proses pembuatan alat isi ulang grease kapasitas 15 kg dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Dalam pembuatan alat isi ulang grease ini kita harus memperhatikan dimensi tabung yang akan direncanakan, yang harus dilakukan adalah :
  - Menentukan diameter tabung.
  - Menentukan tinggi tabung.
  - Menentukan tebal dinding tabung.

hal ini dilakukan dengan tujuan untuk mempermudah kita dalam pembuatan maupun perencanaan, sehingga dapat menghasilkan tabung yang siap digunakan.

2. Bahan yang akan digunakan untuk perencanaan tabung grease ini, penyusun menggunakan besi baja St 37 yang mana mempunyai data sebagai berikut :
  - kekuatan tarik :  $37 \text{ kg/mm}^2$
  - kekuatan tekan :  $37 \text{ kg/mm}^2$
  - factor keamanan : 4
  - tegangan tarik ijin :  $9,25 \text{ kg/mm}^2$

dimana besi baja St 37 diatas sangat tepat digunakan dalam pembuatan tabung grease, selain itu pemilihan material ini adalah karena mudah untuk dilakukan proses pengelasan dan mudah untuk didapatkan dipasaran.

3. Proses pengelasan yang digunakan dalam perencanaan tabung grease ini, penyusun menggunakan sistem pengelasan tumpul bentuk V pada sambungan circumferencial dan sambungan longitudinal karena pengelasan tumpul bentuk V sangat cocok dan lebih efisien dalam sistem penyambungan bahan tersebut. Setelah kita mengetahui jenis sambungan las yang akan digunakan dalam perencanaan tabung, cara pengelasan yang dipakai adalah system pengelasan menggunakan las listrik agar tabung dapat berfungsi dengan baik pada saat dioperasikan. Dari semua proses tersebut maka kita dapat menentukan :
  - tegangan tarik dari sambungan las yang digunakan.
  - tebal dan panjang daerah lasan.
  - efisiensi sambungan las.
4. Dari hasil perhitungan dan perencanaan diatas, diketahui bahwa jika tegangan pada sambungan circumferencial tabung lebih kecil dibandingkan tegangan tarik ijin maka perencanaan memenuhi syarat. Sedangkan tegangan yang terjadi pada sambungan pada sambungan longitudinal tabung lebih kecil dari tegangan tarik ijin maka perencanaan memenuhi syarat. Dengan demikian alat isi ulang grease dapat bekerja dengan baik sesuai dengan tekanan kerja yang diperlukan saat beroperasi.



Demikian kesimpulan yang didapat dari dasar teori, perhitungan, dan perencanaan pada pembuatan alat isi ulang grease kapasitas 15 kg ini. Untuk menambah pengetahuan dan wawasan yang lebih baik lagi mengenai alat isi ulang grease, kita perlu mengadakan survey ke industri dan bengkel yang menggunakan alat ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Jutz, H dan Schrkus, E. 1966. *Westermann Tables for The Metal Trade*. New Delhi: Wiley Eastern Ltd.
- Sularso dan Suga, Kiyokatsu. 1997. *Dasar Perancangan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Singer, Ferdinand L/ Pytel, Andrew/ Sebayang, Ir. Darwin. 1985. *KekuatanBahan (Teori Kokoh- Strenght of Material)*. Jakarta: Erlangga.
- Sato, G. Takeshi dan N. Sugiarto. H.. 1999. *Menggambar Mesin Menurut Standar ISO*. Jakarta: PT Pradnya Paramitha.
- Soeparno Djiwo, *Tipe Pembebanan dan Regangan*, ITN Malang
- Raghbirsingh lehri, 1978, *Strenght of Material*, Katson publishing House.
- Sularso dan Kyokatsu Suga, 1983, *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemem mesin*. Jakarta :PT Pradnya Paramita.
- Zainun Achmad. 1999. *Elemen Mesin I*. Bandung : PT Refaka Aditama.
- Harsono Wiryosumarto dan Thoshie Okumura. 1981. *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta : PT Pradnya Paramita.
- R..S Khurmi. 2002. *Strenght of Material*. S Chand and Company LTD.

## **LAMPIRAN 1**

## **DAFTAR RIWAYAT HIDUP**

### **DATA PRIBADI**

Nama : Rudi Arianto  
Tempat, tanggal lahir : Tulungagung/ 19 – 07 – 1982  
Jenis kelamin : Laki - laki  
Kewarganegaraan : Indonesia  
Agama : Islam  
Status Perkawinan : Belum Kawin  
Bahasa : Indonesia  
Alamat Rumah : Sukowiyono RT:03/RW03, Tulungagung  
(0355) 334346  
Alamat Sekarang : Jl. Tuntang No.58, Malang

### **PENDIDIKAN FORMAL**

SDN II Sukowiyono : 1988-1994  
SMPN 1 Karangrejo : 1994-1997  
SMU PGRI I Tulungagung : 1997-2000

### **KEMAMPUAN**

Kemampuan Komputer : Ms. Office (Ms. Word, Ms. Excel)

### **KARYA ILMIAH**

Pembuatan Alat Isi Ulang Grease Kapasitas 15 Kg Dengan Sistem Manual  
( Tugas Akhir Jurusan Teknik Mesin Diploma III, Institut Teknologi Nasional  
Malang )

## **PENGALAMAN ORGANISASI DAN KEPANITIAAN**

<b>A Mild Road To Peace (Malang)</b>	<b>: A Mild Team(2004)</b>
<b>A Mild Indonesian Basketball League (Malang)</b>	<b>: A Mild Team(2004)</b>
<b>Sampoerna Hijau Parade Bedug (Malang)</b>	<b>: Sampoerna Hijau Team(2005)</b>
<b>Dji Sam Soe Tour d'Indonesia (Malang)</b>	<b>: Dji Sam Soe Team(2005)</b>
<b>A Mild Indiecaholic Band Festival (Malang)</b>	<b>: A Mild Team(2005)</b>

Demikianlah daftar riwayat hidup ini saya buat dengan sebenar-benarnya, apabila ada keterangan yang tidak sesuai akan menjadi tanggung jawab saya.

Hormat Saya,

Rudi Arianto

**LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR**

**Nama** : RUDI ARIANTO  
**Nim** : 00. 51. 263  
**Jurusan** : Teknik Mesin Diploma III  
**Fakultas** : Teknologi Industri

No	Tanggal	Catatan/ kegiatan	Paraf
1.	30 – 10 – 2007	Pengajuan Bab I, Lanjut Bab II	
2.	01 – 11 – 2007	Acc Bab I	
3.	03 – 11 – 2007	Revisi Bab II	
4.	13 – 11 – 2007	Acc Bab II	
5.	03 – 12 – 2007	Pengajuan Bab III	
6.	13 – 02 – 2008	Revisi Bab III	
7.	28 – 02 – 2008	Acc Bab III, Lanjut Bab IV dan Gambar.	
8.	05 – 03 – 2008	Pengajuan Bab IV	
9.	10 – 03 – 2008	Acc Bab IV dan Pengajuan Gambar	
10.	11 – 03 – 2008	Acc Gambar	

Dosen Pembimbing

**Ir. SOEPARNO DJIWO, MT**  
**NIP. 1018600128**

PERMOHONAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

Kami yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : RUDI ARIANTO  
NIM/NIRM : 00.51.203  
Semester : .....  
Fakultas : Teknologi Industri  
Jurusan : Teknik Mesin Diploma Tiga (D. III)  
Alamat : Jl. KUMIS KUCING 36

Bersama ini mengajukan permohonan untuk mendapatkan persetujuan membuat tugas akhir dengan judul:

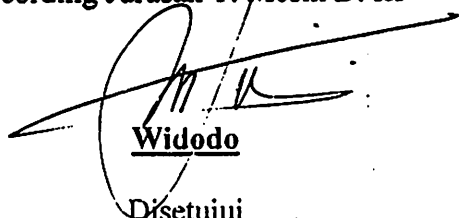
PEMBUATAN ALAT ISI ULANG GREASE KAPASITAS  
15 KG SISTEM MANUAL

Untuk melengkapi permohonan tersebut, bersama ini kami lampirkan persyaratan-persyaratan yang harus dipenuhi sebagai berikut:

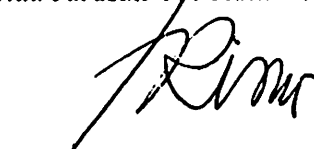
1. Telah memperoleh 107 SKS dengan IP  $\geq 2$  ( )
2. Telah menyelesaikan Praktek Kerja Nyata ( )
3. Telah menyelesaikan semua praktikum ( )
4. Telah menyelesaikan Tugas Mata Kuliah ( )
  - ❖ Elemen Mesin I ( )
  - ❖ Elemen Mesin II ( )

Demikian permohonan ini dibuat untuk mendapatkan penyelesaian lebih lanjut, atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

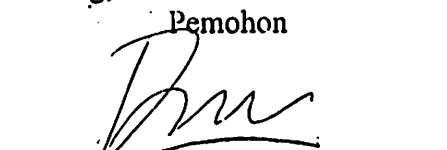
Telah diteliti  
Kebenaran data tersebut di atas  
Recording Jurusan T. Mesin D. III

  
Widodo

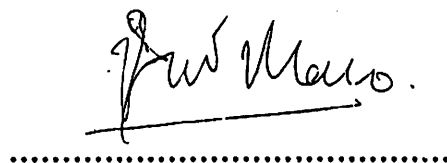
Disetujui  
Ketua Jurusan T. Mesin D. III

  
Ir. Drs. M. T. isno MT  
NIP.: 130 936 652

Malang; .....

Pemohon  
  
RUDI ARIANTO

Mengetahui,  
Dosen Wali

  
.....



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK**

II (PERSERO) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145  
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**Nomor** : ITN- 041/ md3/ 8 / TA/ 07  
**Lampiran** : -----  
**Perihal** : *Bimbingan Tugas Akhir*

Malang : 25 Juli 2007

**Kepada** : **Yth Sdr Ir Suparno Djiwo . MT**  
Dosen Institut Teknologi Nasional  
Di Malang

Dengan hormat,  
Sesuai dengan permohonan dan persetujuan Tugas Akhir untuk mahasiswa:

Nama : IRudi Arianto  
NIM : 0051 263  
Semester : VI  
Prodi : Teknik Mesin D3  
Fakultas : Teknologi Industri

Maka dengan ini pembimbingan Tugas Akhir tersebut kami serahkan sepenuhnya kepada saudara/I selama (Satu) semester ganjil 2007-2008, sebagai Dosen **Pembimbing pertama/kedua** terhitung mulai 231 Juli 2007 s/d 25 Desember tahun 2007.

Adapun tugas tersebut untuk memenuhi persyaratan didalam menempuh Ujian Tugas Akhir Diploma Tiga (D-III).

Demikian agar menjadi maklum, dan atas perhatian serta bantuannya kami ucapkan banyak terima kasih.



Prodi Teknik Mesin D-III  
Sekretaris

**Jes H Widjtmoko . MT**  
Nip / Y : 101 83 00057

**Tembusan Kepada Yth**

1. Mahasiswa
2. Arsip

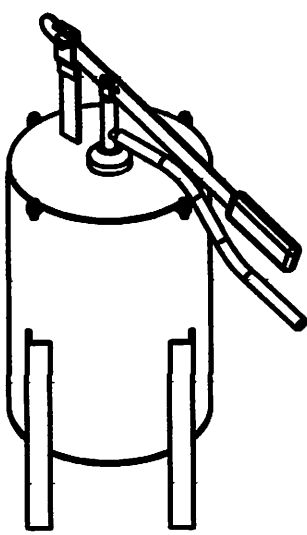
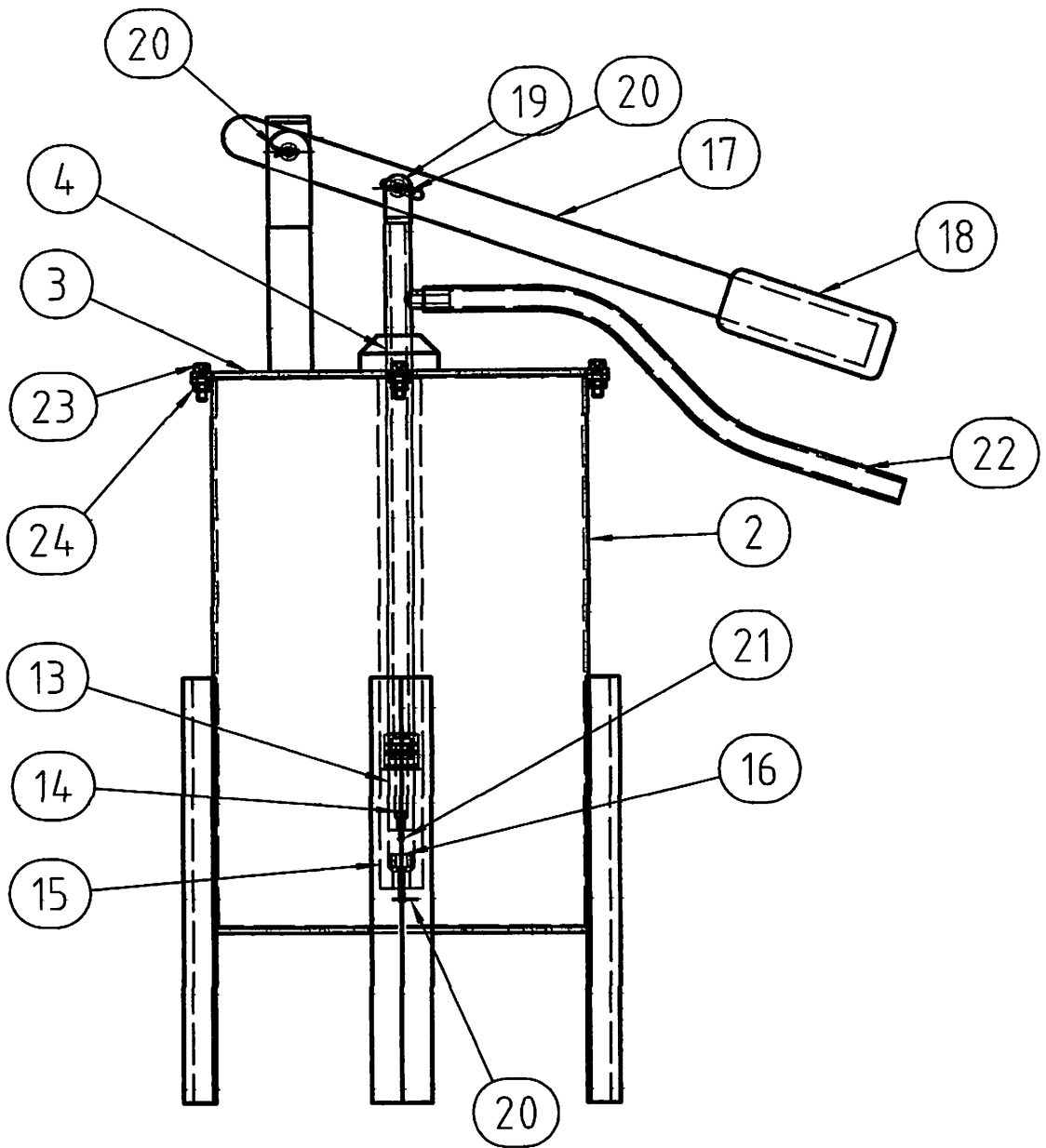


## **LAMPIRAN 2**

### Rekapitulasi Hasil Perencanaan.

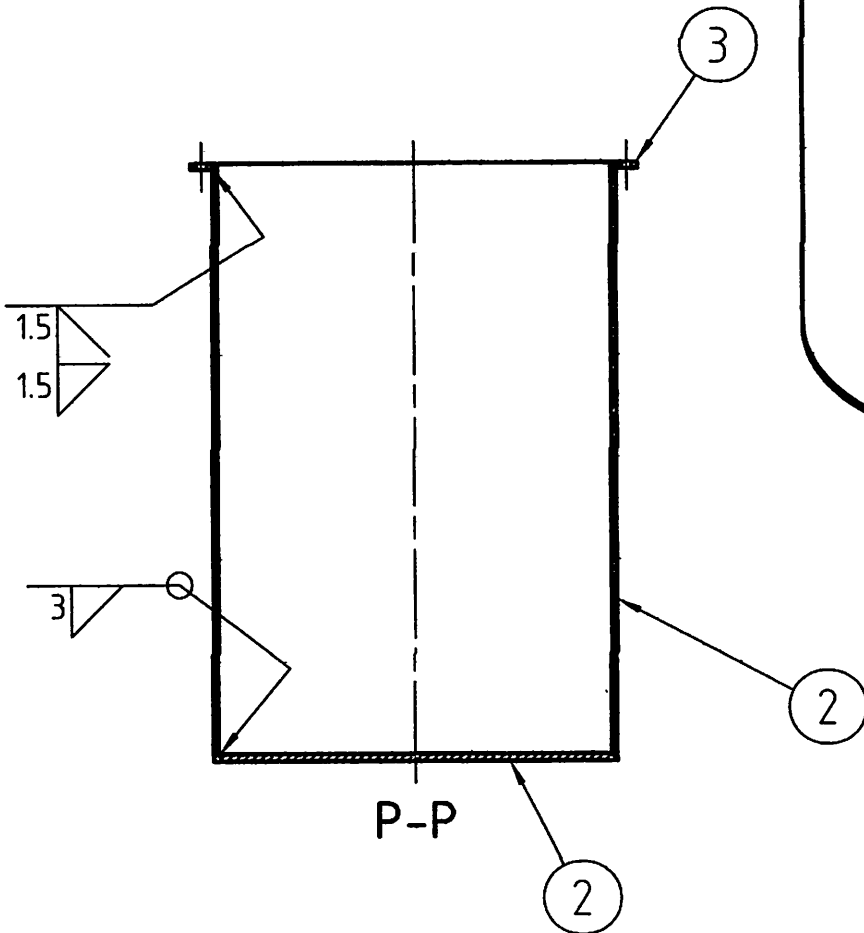
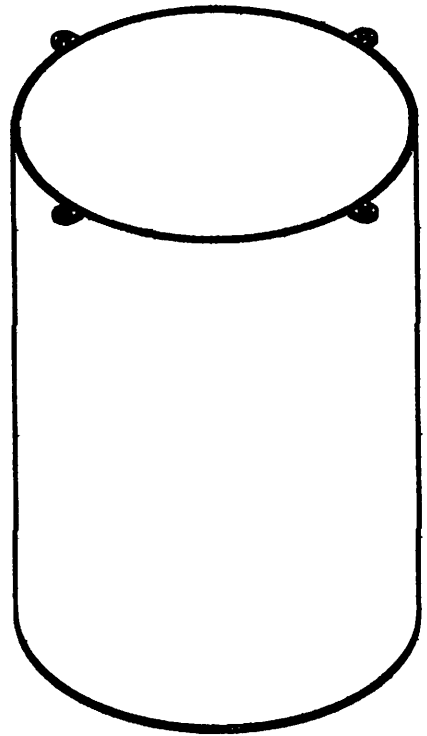
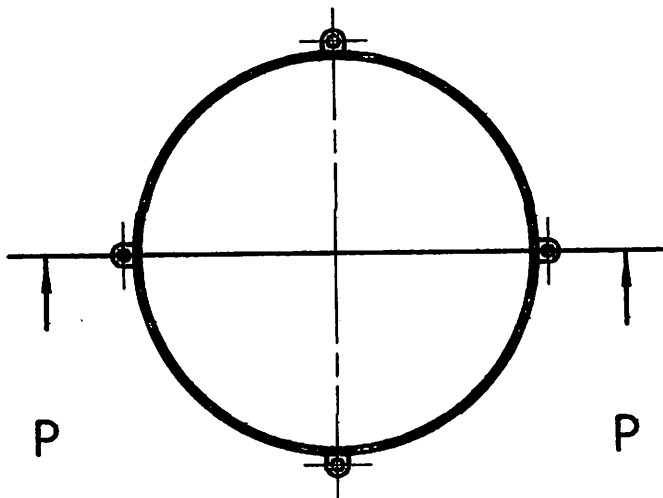
No	Keterangan	Notasi	Hasil	Satuan
1	Tabung	T	330	mm
	a. Tinggi tabung	D	220	mm
	b. Diameter tabung	t	2,5	mm
	c. Tebal dinding tabung	p	0,21	kg/mm <sup>2</sup>
2	Tegangan tarik ijin	$f_t$	9,25	kg/mm <sup>2</sup>
	Kekuatan las ditinjau dari tegangan tabung.			
3	a. Tegangan circumferensial	$f_h$	9,24	kg/mm <sup>2</sup>
	b. Tegangan longitudinal	$f_l$	4,62	kg/mm <sup>2</sup>
4	Panjang dan tebal las pada sambungan cicumferensial.			
	a. Panjang las	L	690,8	mm
5	b. Tebal las	t	5,4	mm
	Panjang dan tebal las pada sambungan longitudinal.			
6	a. Panjang las.	T	330	mm
	b. Tebal las	t	8,92	mm
6	Tegangan total tabung	$\tau_{total}$	0,04914	Kg/mm <sup>2</sup>
7	Mur – Baut pengikat			
	a. Diameter ulir	d	0,998	mm
	b. Jumlah ulir.	Z	3	-
	c. Tinggi ulir.	H	0,9	mm
	d. Tekanan permukaan ulir.	q	2,53	kg/mm <sup>2</sup>
e. Tegangan geser ulir.	$\tau_g$	1,81	kg/mm <sup>2</sup>	

## **LAMPIRAN 3**

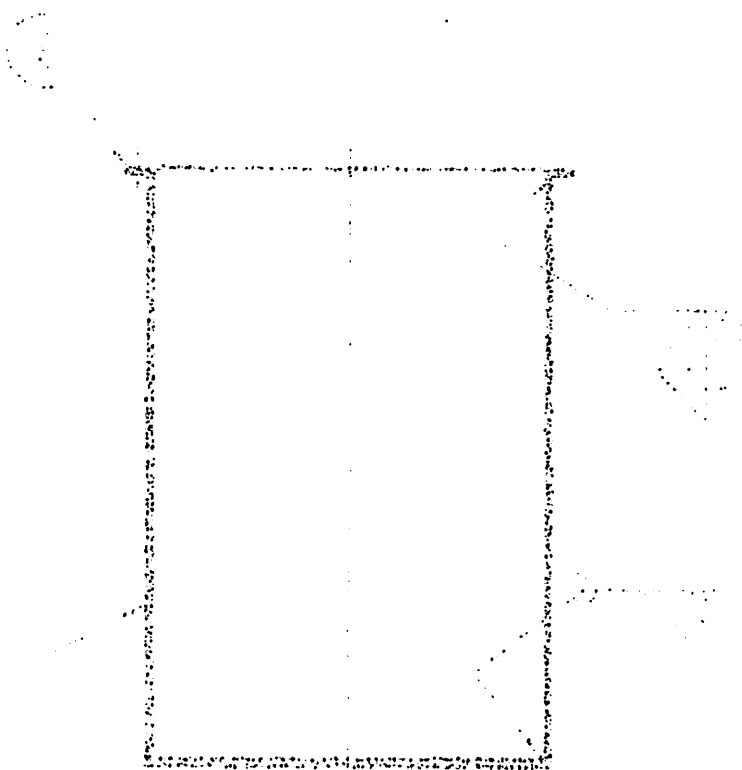
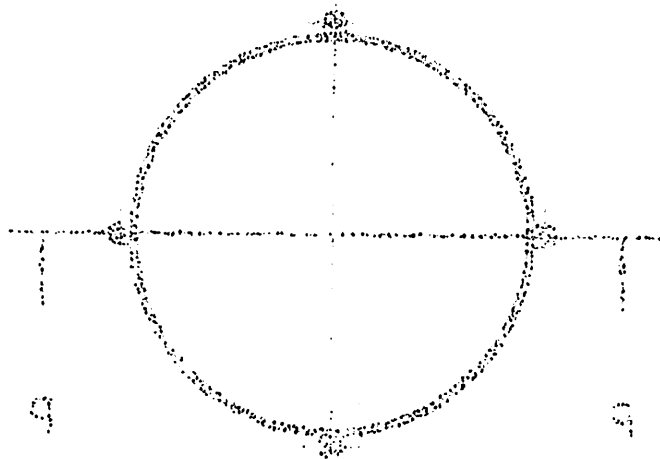
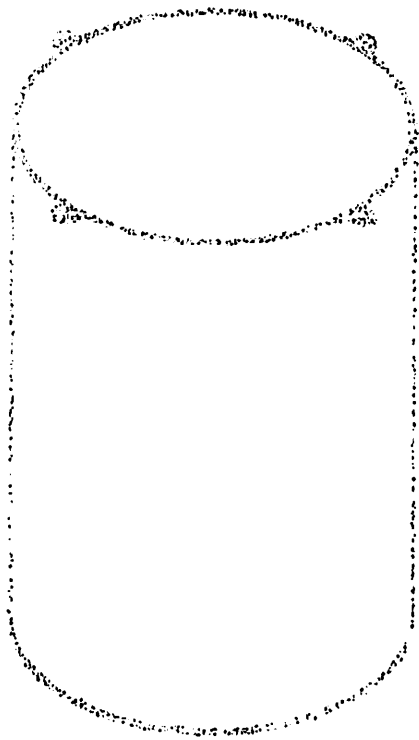


4	Mur M5	24		-	
4	Baut L M5x15	23		-	
1	Selang ID #10	22		-	
1	Split Pin B	21		-	
3	Split Pin A	20		-	
1	Poros Engsel	19		ST 37	
1	Pad Handle	18		Rubber	
1	Batang Handle	17		ST 37	
1	Katup Bawah	16		ST 37	
1	Silinder Piston Bawah	15		ST 37	
1	Katup Atas	14		ST 37	
1	Silinder Piston Atas	13		ST 37	
1	Pemompa	04		ST 37	
1	Tutup Tabung Atas	03		ST 37	
1	Tabung Grease	02		ST 37	

Jumlah	Nama Bagian	No Bag	Ukuran	Material	Keterangan
0	0	0	Perubahan :		
ALAT ISI ULANG GREASE			Skala 1:4	Digambar	Rudi
GAMBAR SUSUNAN NO. 01				Diperiksa	Suparno
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG					A4

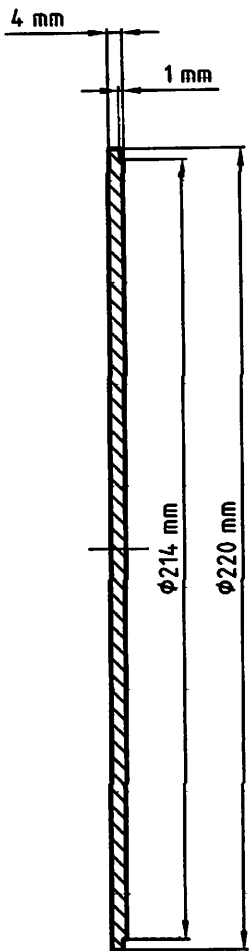


	4	Kupingan	3		ST 37	
	1	Tutup Bawah Tabung Grease	2		ST 37	
	1	Bumbung Tabung Grease	1		ST 37	
Jumlah		Nama Bagian	No Bag	Ukuran	Material	Keterangan
III	II	I	Perubahan :			
<b>TABUNG GREASE</b> GAMBAR SUSUNAN NO. 02				Skala 1:4	Digambar 00.00.00	Rudi Boparno
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG						A4

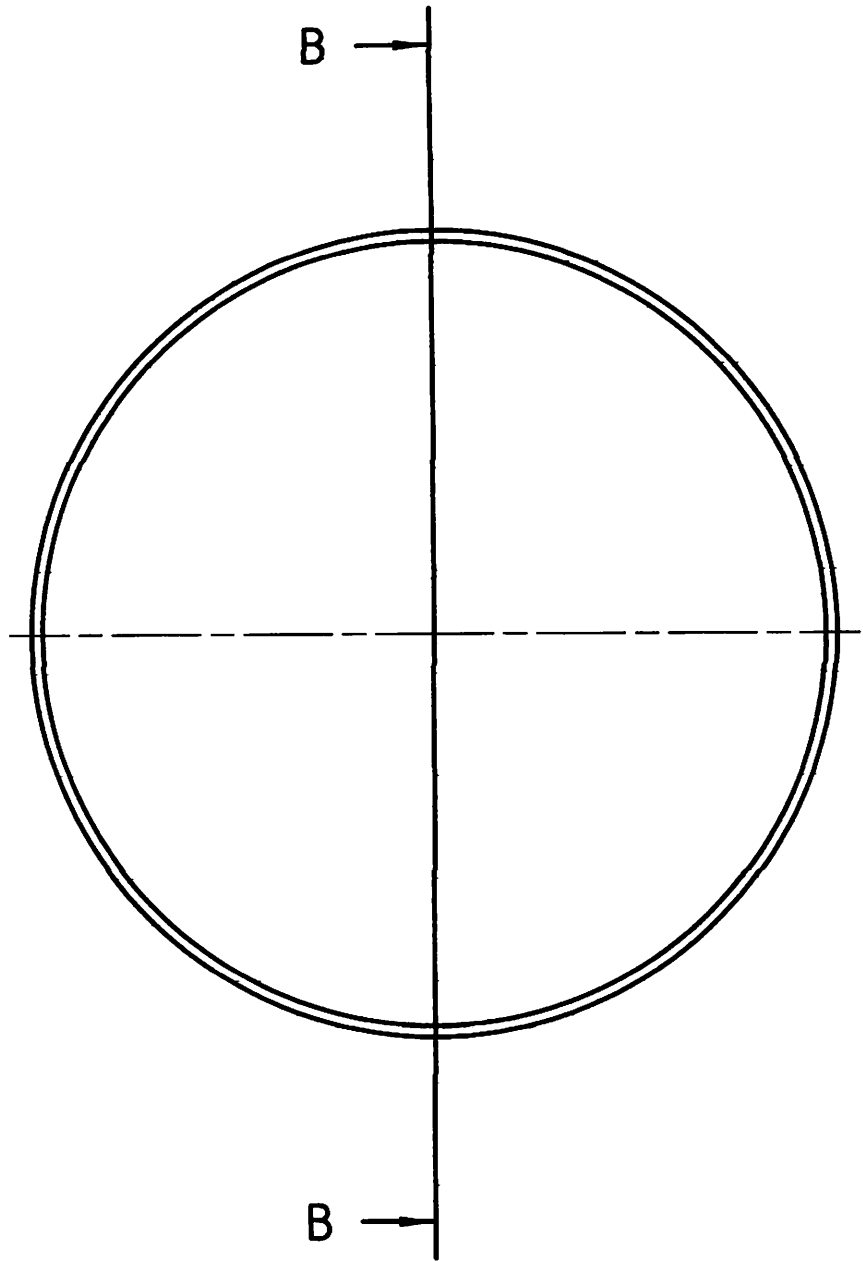


A-A

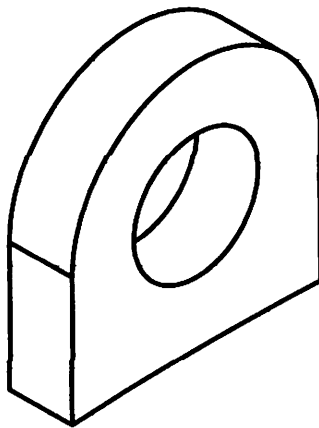
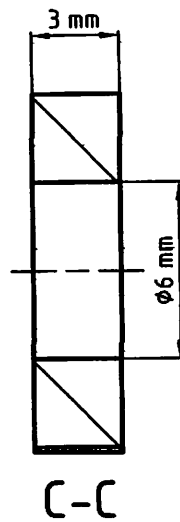
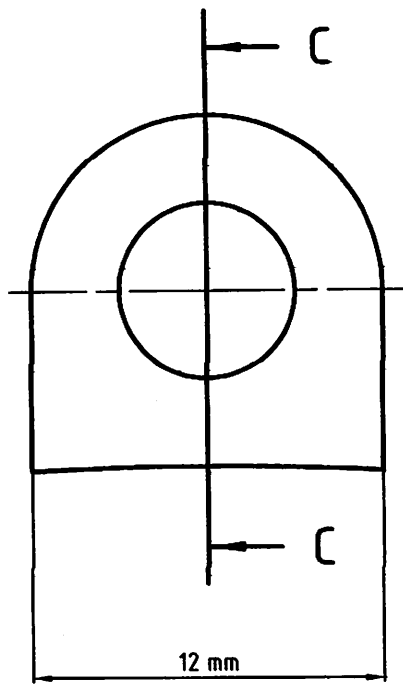
No. 10 10/10/10	10/10/10 10/10/10	10/10/10 10/10/10	10/10/10 10/10/10	10/10/10 10/10/10	10/10/10 10/10/10
10/10/10 10/10/10					
10/10/10 10/10/10					



B-B

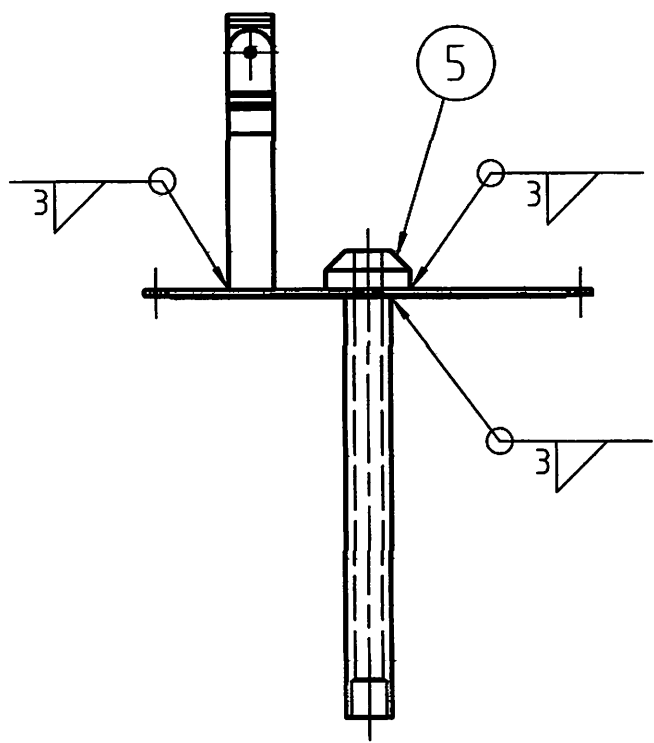
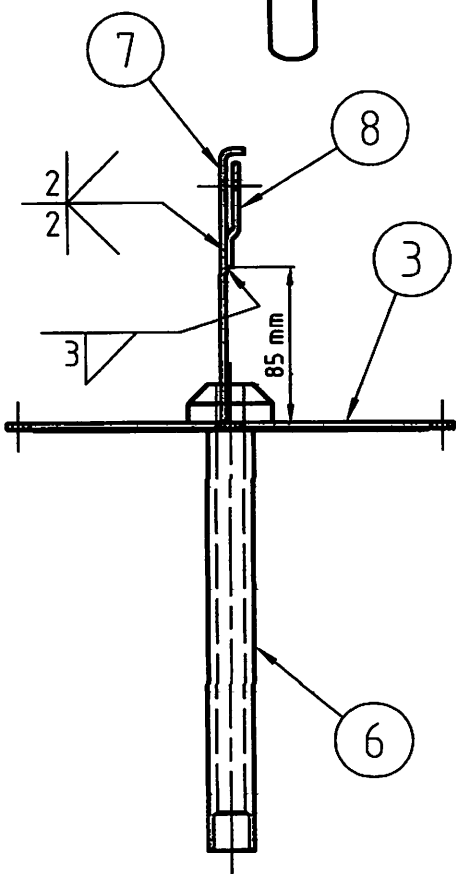
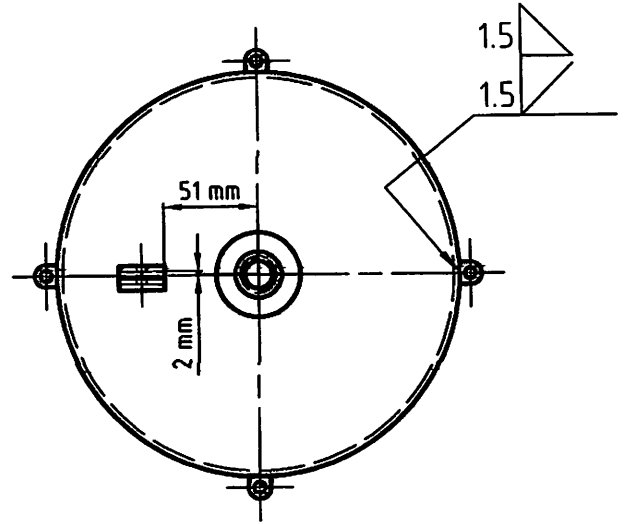
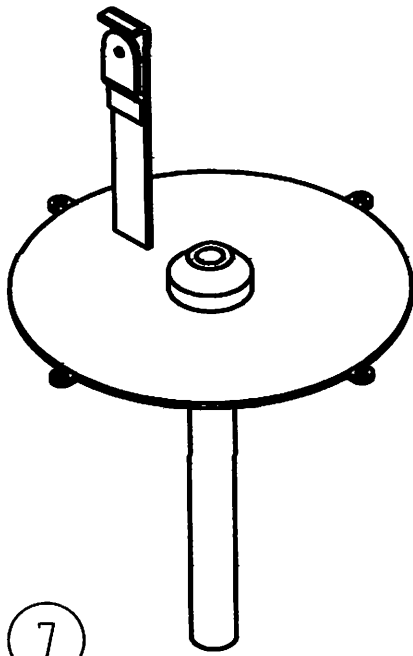


1	Tutup Bawah Tabung Grease	2		ST 37	
Jumlah	Nama Bagian	No Bag	Ukuran	Material	Keterangan
1	Perubahan :				⊕
	TUTUP BAWAH TABUNG GREASE	Skala	Digambar	ce.03.08	Rudi
	GAMBAR BAGIAN NO. 02	1:2	Diperiksa		Suparno
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG					A4

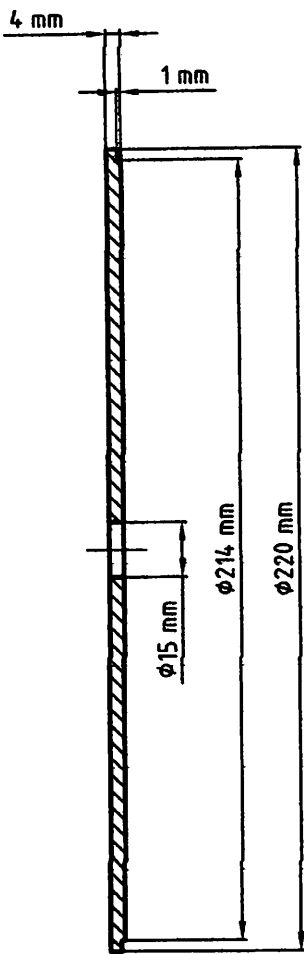


	8	Kupingan	3		ST 37		
Jumlah		Nama Bagian	No Bag	Ukuran	Material	Keterangan	
III	II	I	Perubahan :				
		ALAT ISI ULANG GREASE			Skala 4:1	Digambar 02.03.08	Rudi
		GAMBAR BAGIAN NO. 02			Diperiksa		Bojonegoro
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG						A4	

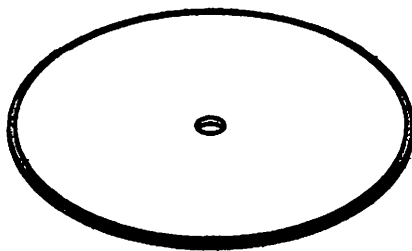
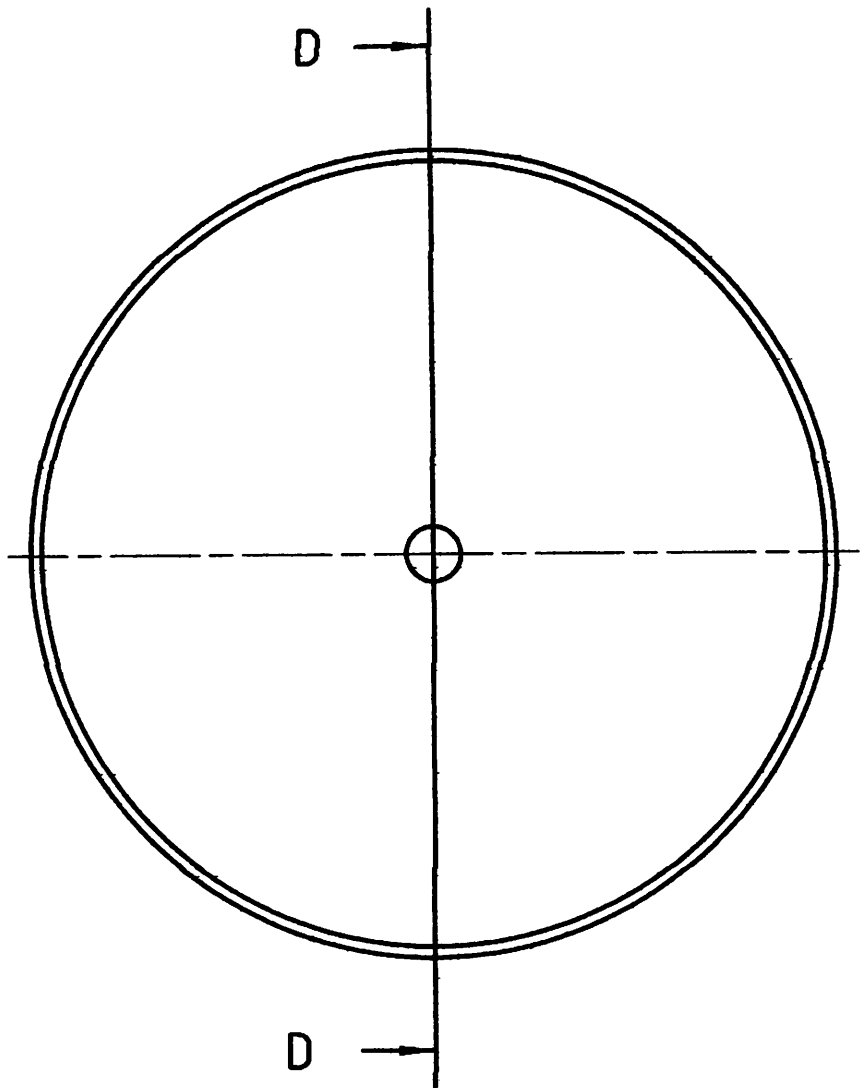




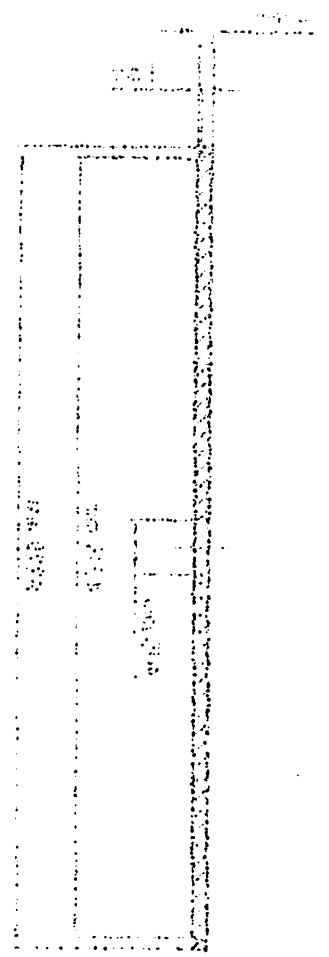
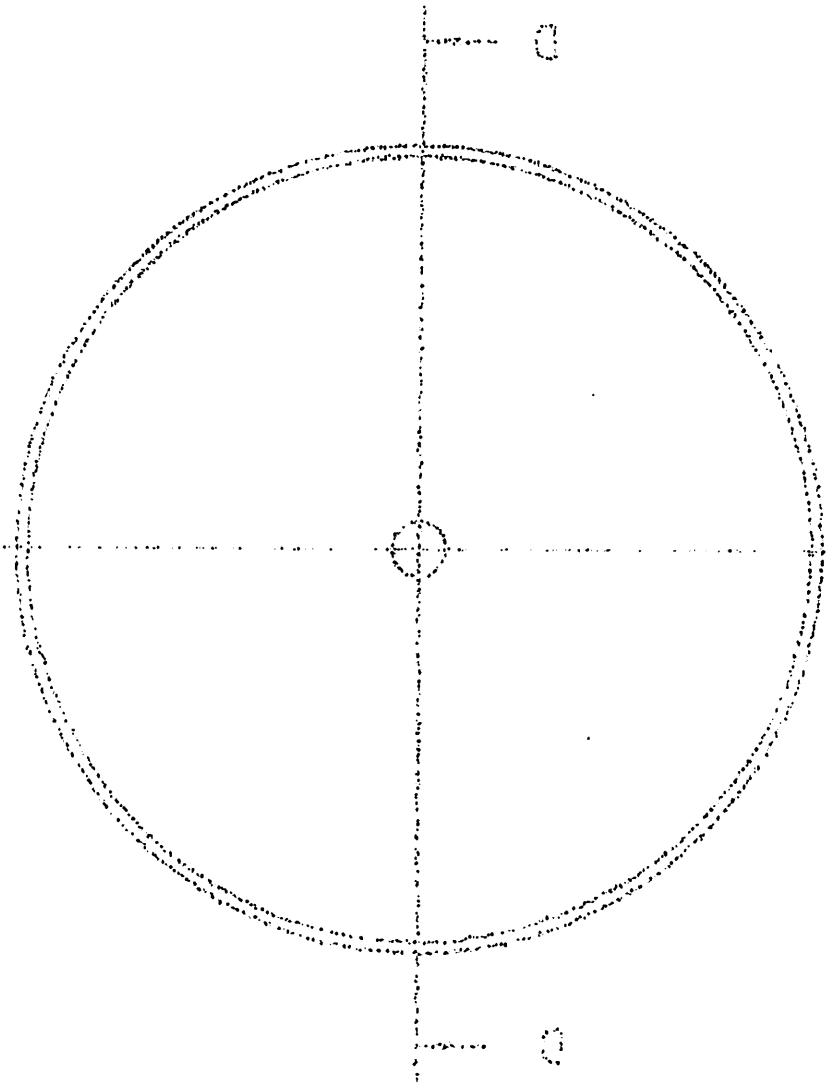
	1	Pelat Penyangga Kiri	8		ST 37	
	1	Pelat Penyangga Kanan	7		ST 37	
	1	Pipa Penghubung Silinder Piston	6		ST 37	
	1	Bushing Poros Pemompa	5		ST 37	
	1	Tutup Atas Tabung Grease	4		ST 37	
Jumlah		Nama Bagian	No Bag	Ukuran	Material	Keterangan
III	II	I	Perubahan :			
		TUTUP TABUNG ATAS			Skala	Digambar
		GAMBAR SUSUNAN NO. 03			1:4	02.03.02 Rudi
					Diperiksa	Sugama
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG						A4



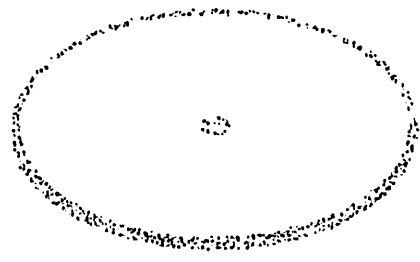
D-D



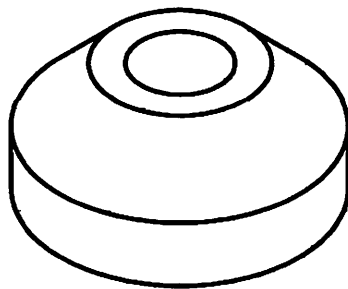
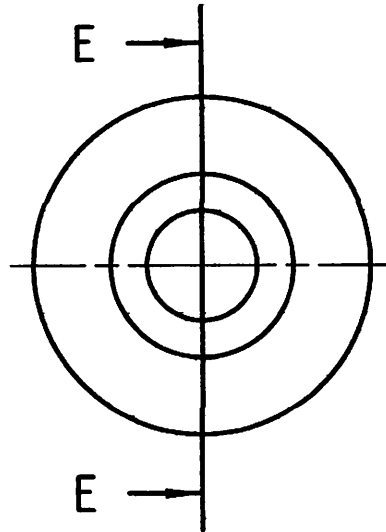
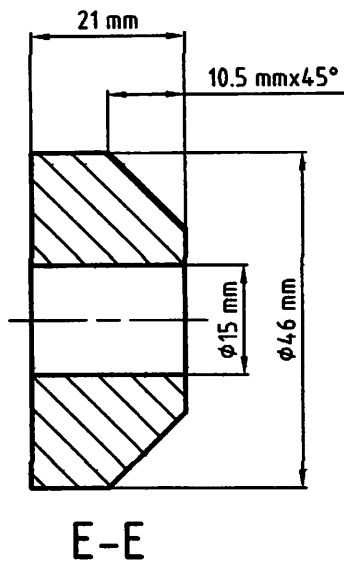
1	Tutup Atas Tabung Grease	4		ST 37	
Jumlah	Nama Bagian	No Bag	Ukuran	Material	Keterangan
0	0	0	Perubahan :		
TUTUP ATAS TABUNG GREASE				Skala 1:2	Digambar Diperiksa
GAMBAR BAGIAN NO. 03					Rudi Susanto
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG					A4



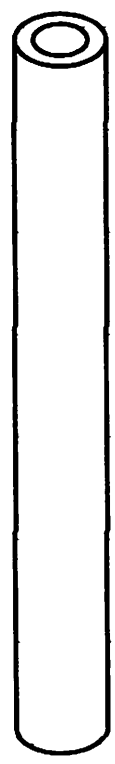
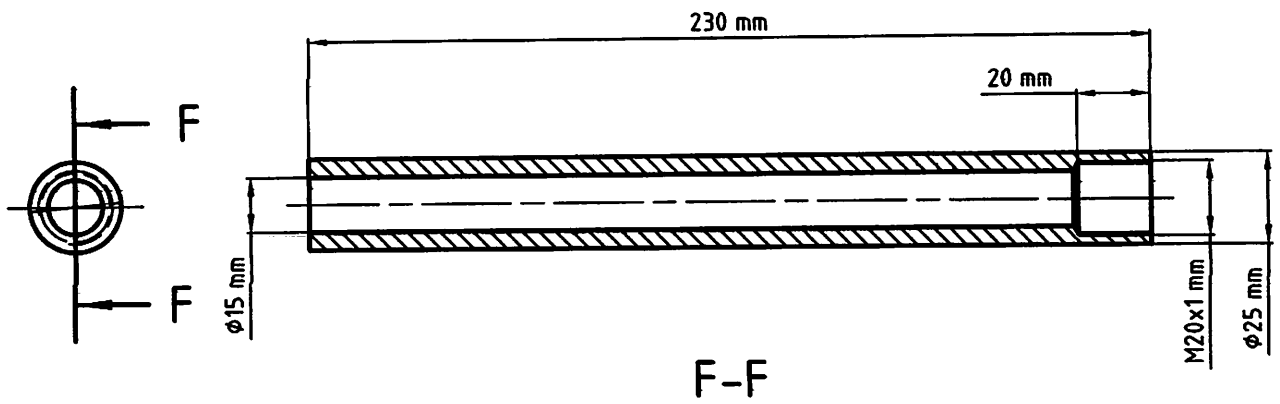
D-D



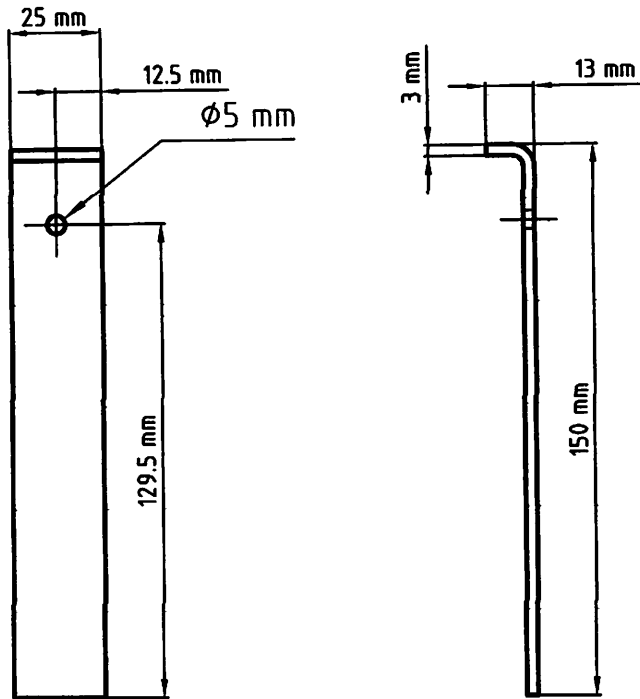
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----



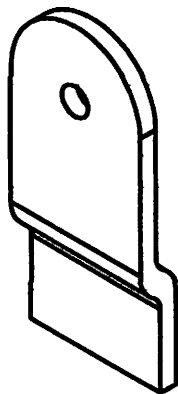
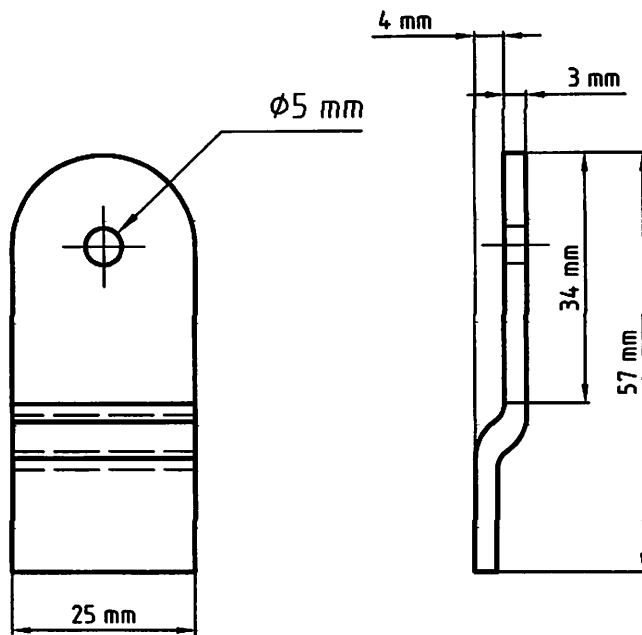
1	Bushing Poros Pemompa	5		ST 37	
Jumlah	Nama Bagian	No Bag	Ukuran	Material	Keterangan
III	II	I	Perubahan :		
BUSHING POROS PEMOMPA				Skala 1:1	Digambar Diperiksa
GAMBAR BAGIAN NO. 03				02.03.02	Rudi Sejorno
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG					A4



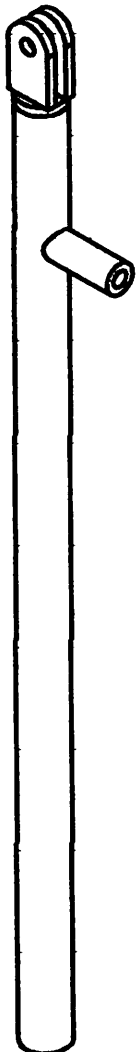
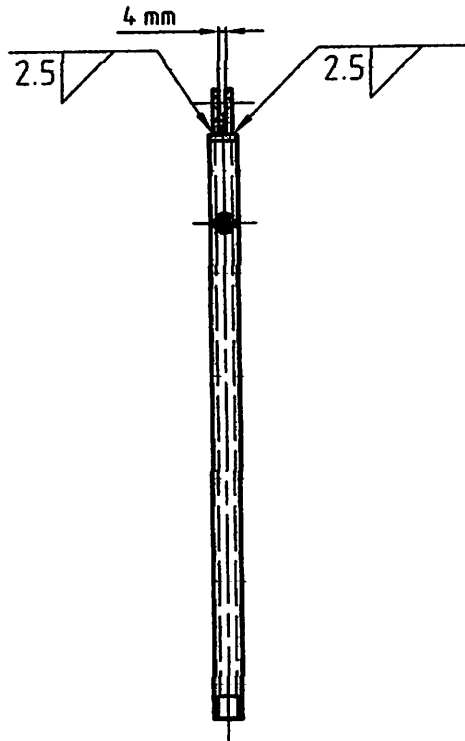
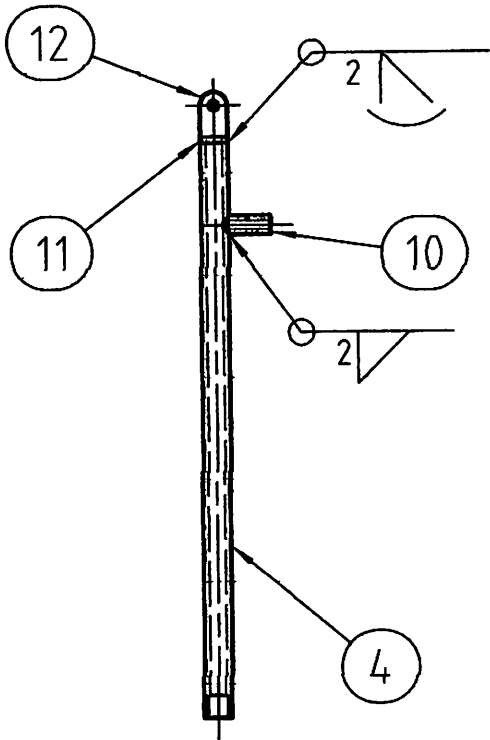
1	Pipa Penghubung Silinder Piston	6		ST 37	
Jumlah	Nama Bagian	No Bag	Ukuran	Material	Keterangan
III	III	I	Perubahan :		
	PIPA PENGHUBUNG SILINDER PISTON			Skala 1:2	Digambar oleh Rudi
	GAMBAR BAGIAN NO. 03			Diperiksa	Suparno
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG					A4



	1	Plat Penyangga Kanan	7		ST 37	
Jumlah		Nama Bagian	No Bag	Ukuran	Material	Keterangan
III	II	Perubahan :				
		PELAT PENYANGGA KANAN			Skala 1:2	Digambar ee.03.03 Rudi
		GAMBAR BAGIAN NO. 03			Diperiksa	Boopomo
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG						A4

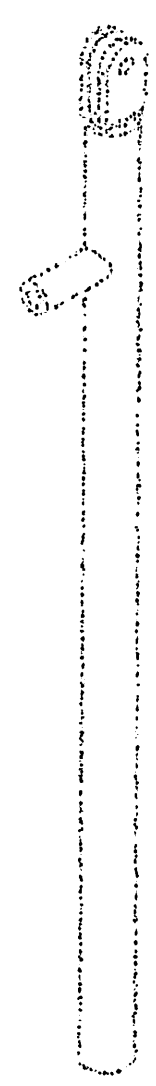
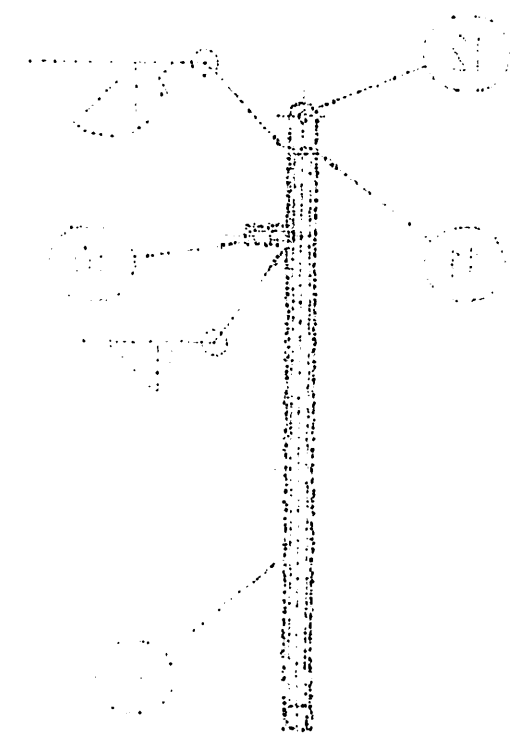
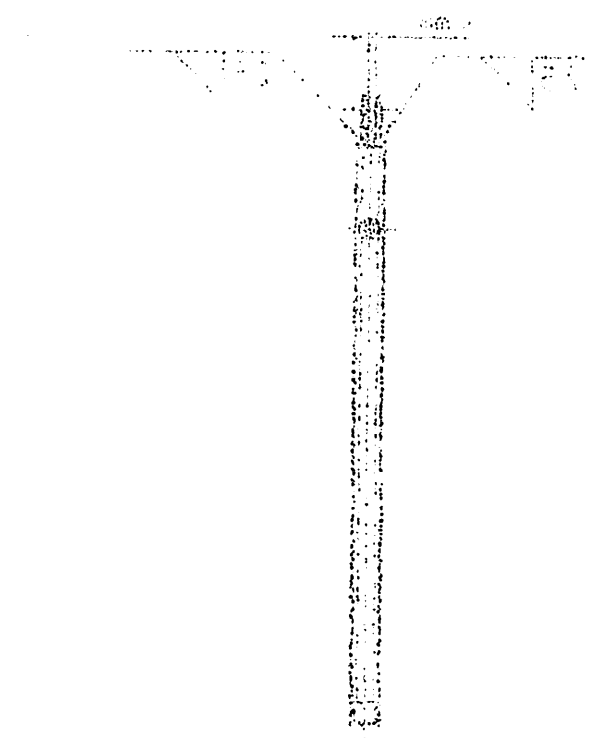


	1	Pelat Penyangga Kiri	8		ST 37	
Jumlah		Nama Bagian	No Bag	Ukuran	Material	Keterangan
III	II	I	Perubahan :			
		<b>PELAT PENYANGGA KIRI</b> GAMBAR BAGIAN NO. 03			Skala 1:1	Digambar Diperiksa o.s.s.s.s Rudi Suparno
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG						A4

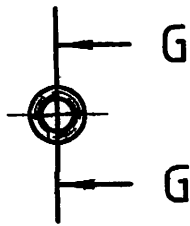


	2	Pelat Engsel Pompa	12		ST 37	
	1	Penutup Atas Pompa	11		ST 37	
	1	Pipa Penghubung Selang	10		ST 37	
	1	Pipa Pompa	9		ST 37	
Jumlah		Nama Bagian	No Bag	Ukuran	Material	Keterangan
III	II	Perubahan :				
		<b>PEMOMPA</b> GAMBAR SUSUNAN NO. 04			Skala 1:4	Digambar Diperiksa o.a.o.s Rudi Suparno
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG						A4

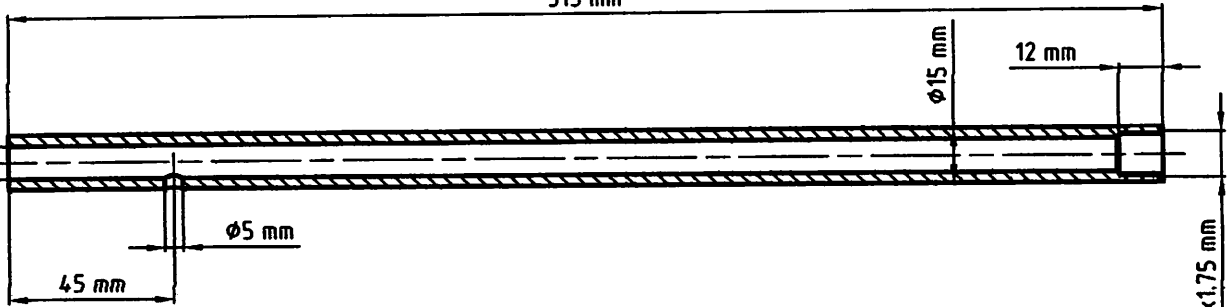




No.	Part Name	QTY	Description
1	...	1	...
2	...	1	...
3	...	1	...
4	...	1	...
5	...	1	...
6	...	1	...
7	...	1	...
8	...	1	...
9	...	1	...
10	...	1	...
11	...	1	...
12	...	1	...
13	...	1	...
14	...	1	...
15	...	1	...
16	...	1	...
17	...	1	...
18	...	1	...
19	...	1	...
20	...	1	...
21	...	1	...
22	...	1	...
23	...	1	...
24	...	1	...
25	...	1	...
26	...	1	...
27	...	1	...
28	...	1	...
29	...	1	...
30	...	1	...
31	...	1	...
32	...	1	...
33	...	1	...
34	...	1	...
35	...	1	...
36	...	1	...
37	...	1	...
38	...	1	...
39	...	1	...
40	...	1	...
41	...	1	...
42	...	1	...
43	...	1	...
44	...	1	...
45	...	1	...
46	...	1	...
47	...	1	...
48	...	1	...
49	...	1	...
50	...	1	...
51	...	1	...
52	...	1	...
53	...	1	...
54	...	1	...
55	...	1	...
56	...	1	...
57	...	1	...
58	...	1	...
59	...	1	...
60	...	1	...
61	...	1	...
62	...	1	...
63	...	1	...
64	...	1	...
65	...	1	...
66	...	1	...
67	...	1	...
68	...	1	...
69	...	1	...
70	...	1	...
71	...	1	...
72	...	1	...
73	...	1	...
74	...	1	...
75	...	1	...
76	...	1	...
77	...	1	...
78	...	1	...
79	...	1	...
80	...	1	...
81	...	1	...
82	...	1	...
83	...	1	...
84	...	1	...
85	...	1	...
86	...	1	...
87	...	1	...
88	...	1	...
89	...	1	...
90	...	1	...
91	...	1	...
92	...	1	...
93	...	1	...
94	...	1	...
95	...	1	...
96	...	1	...
97	...	1	...
98	...	1	...
99	...	1	...
100	...	1	...



315 mm

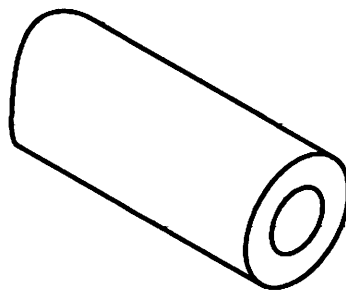
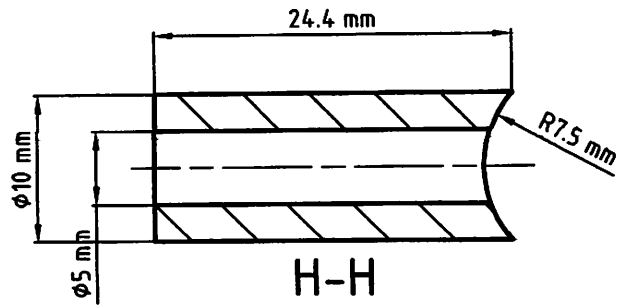
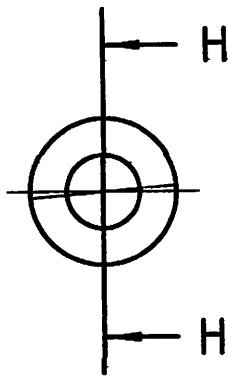


G-G

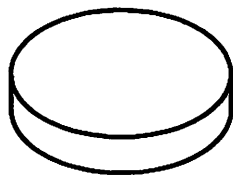
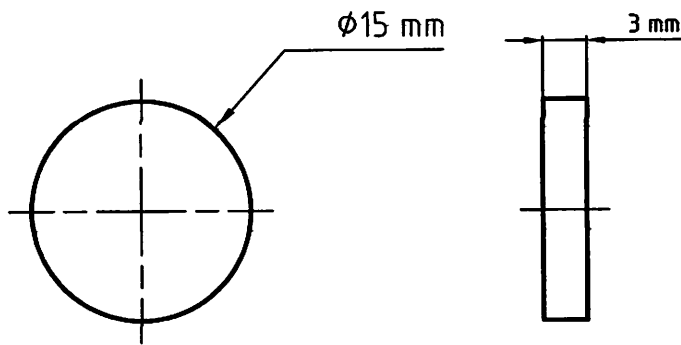
M12x1,75 mm



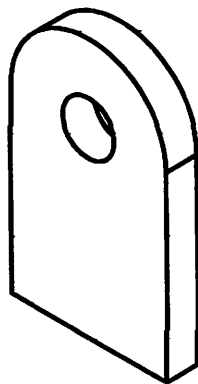
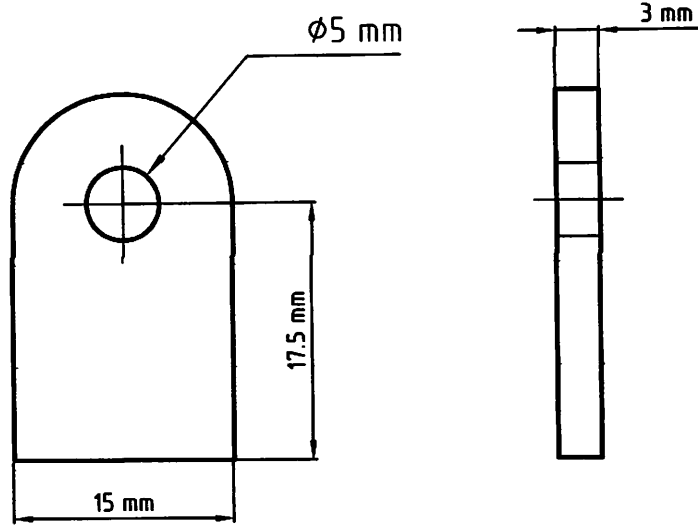
1	Pipa Pemompa	9		ST 37	
Jumlah	Nama Bagian	No Bag	Ukuran	Material	Keterangan
III	II	I	Perubahan :		
PIPA PEMOMPA				Skala	Digambar
GAMBAR BAGIAN NO. 04				1:2	02.03.03 Rudi
				Diperiksa	Suparno
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG					A4



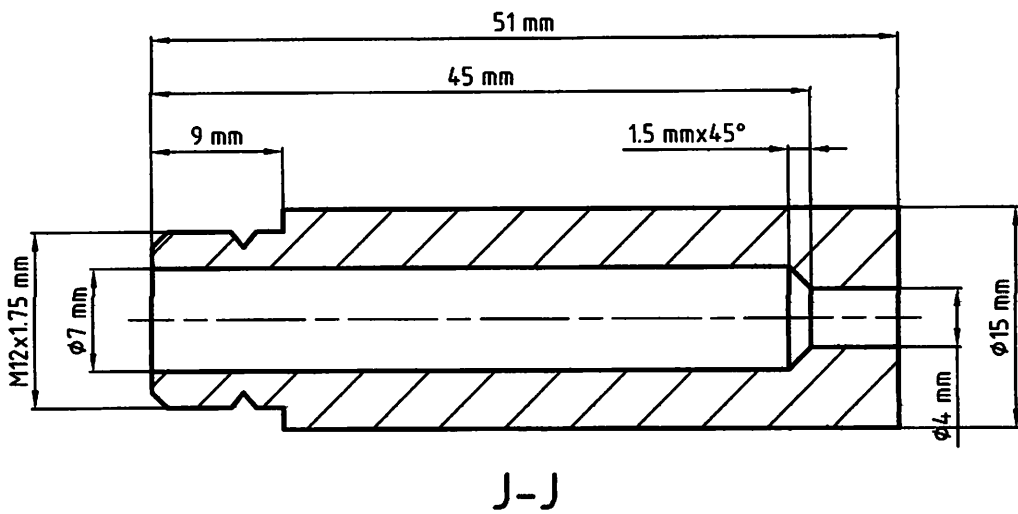
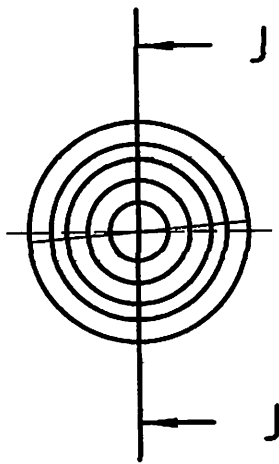
	1	Pipa Penghubung Selang	10		ST 37		
Jumlah		Nama Bagian	No Bag	Ukuran	Material	Keterangan	
III	II	I	Perubahan :				
		PIPA PENGHUBUNG SELANG			Skala 2:1	Digambar Diperiksa	 Rudi Suparno
		GAMBAR BAGIAN NO. 04					
		INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG				A4	



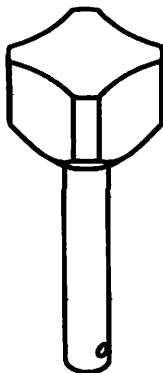
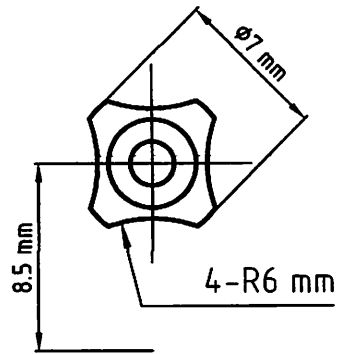
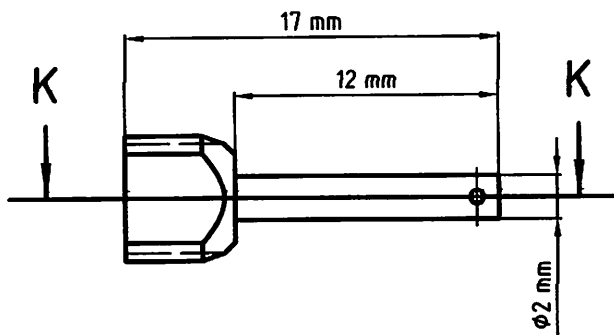
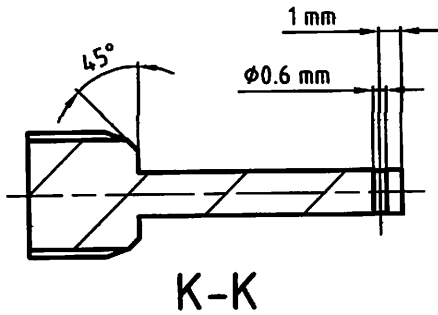
	1	Penutup Atas Pemompa	11		ST 37	
Jumlah		Nama Bagian	No Bag	Ukuran	Material	Keterangan
III	II	I	Perubahan :			
				Skala 2:1	Digambar Diperiksa	Rudi Sugama
PENUTUP ATAS PEMOMPA						
GAMBAR BAGIAN NO. 04						
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG						A4



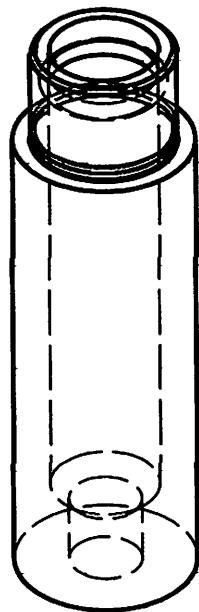
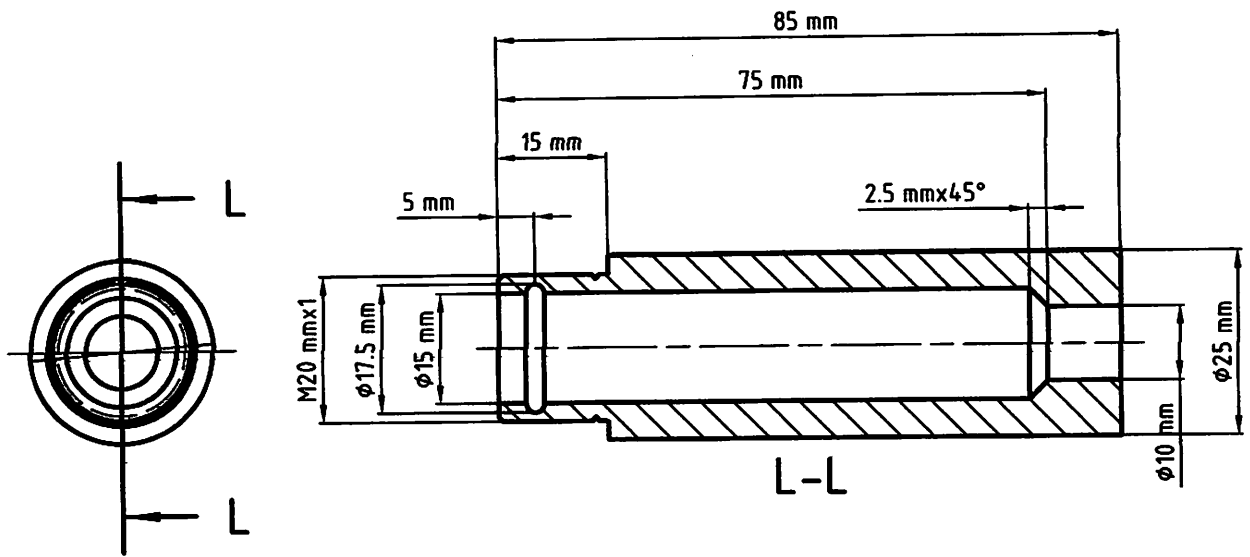
1	Plat Engsel Pemompa	12		ST 37	
Jumlah	Nama Bagian	No Bag	Ukuran	Material	Keterangan
III	II	I	Perubahan :		
			Skala 2:1	Digambar Diperiksa	02.03.02 Rudi Soeparno
PELAT ENGSEL PEMOMPA GAMBAR BAGIAN NO. 04					
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG					A4



1	Silinder Piston Atas	13		ST 37	
Jumlah	Nama Bagian	No Bag	Ukuran	Material	Keterangan
01	01	1	Perubahan :		
SILINDER PISTON ATAS				Skala 2:1	Digambar Diperiksa
GAMBAR BAGIAN NO. 01				01.01.01	Rudi Roparso
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG					A4

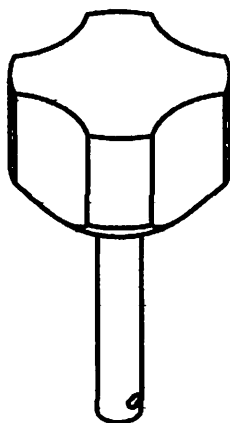
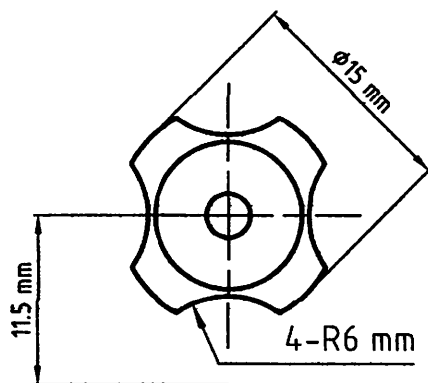
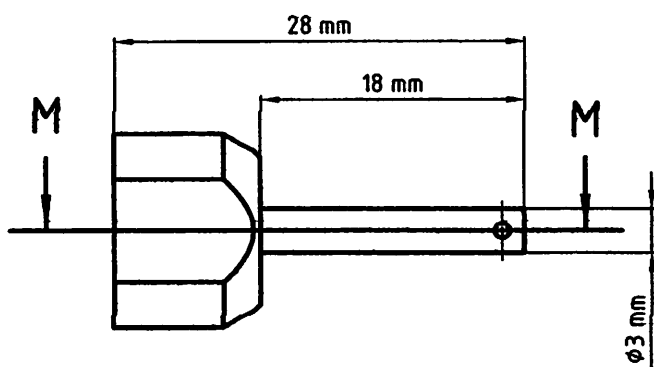
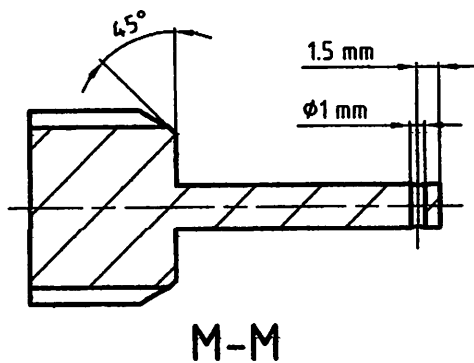


1	Katup Atas	14		ST 37	
Jumlah	Nama Bagian	No Bag	Ukuran	Material	Keterangan
III	0	I	Perubahan :		
	KATUP ATAS GAMBAR BAGIAN NO. 01			Skala 3:1	Digambar 08.03.08 Diperiksa Rudi Rudip
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG					A4

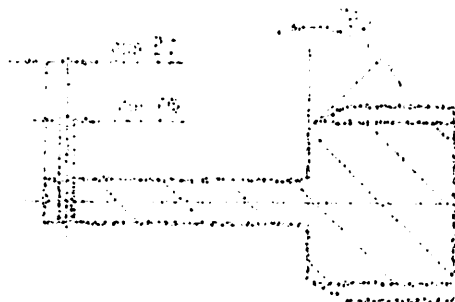


1	Silinder Piston Bawah	15		ST 37	
Jumlah	Nama Bagian	No Bag	Ukuran	Material	Keterangan
III	II	I	Perubahan :		
SILINDER PISTON BAWAH				Skala 1:1	Digambar 02.03.08
GAMBAR BAGIAN NO. 01				Diperiksa	Rudi Saparno
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG					A4

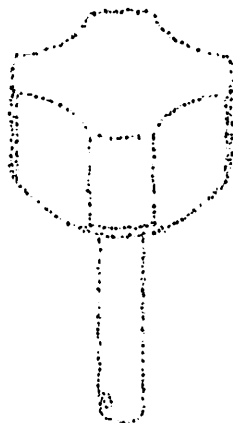
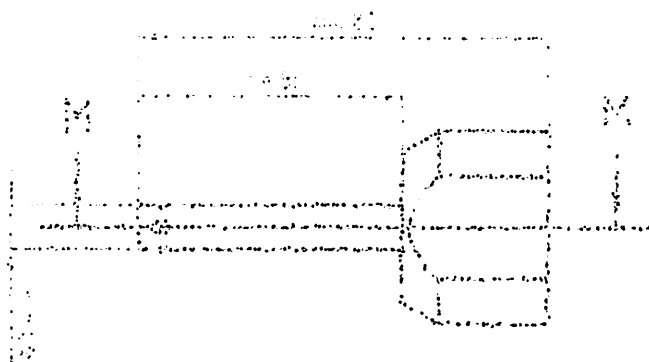
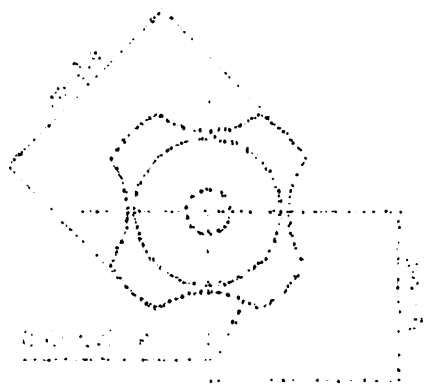




1	Katup Bawah	16		ST 37	
Jumlah	Nama Bagian	No Bag	Ukuran	Material	Keterangan
01	01				Perubahan :
KATUP BAWAH				Skala	Digambar
GAMBAR BAGIAN NO. 01				1:2	06.02.06 Rudi
				Diperiksa	Suparno
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG					A4

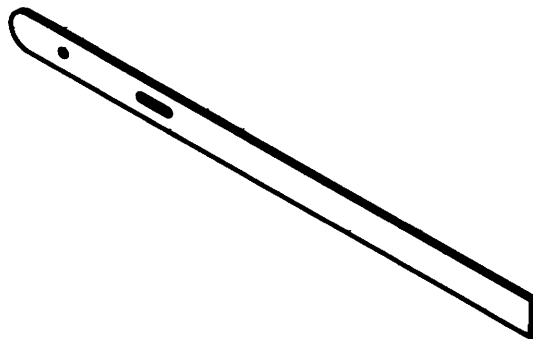
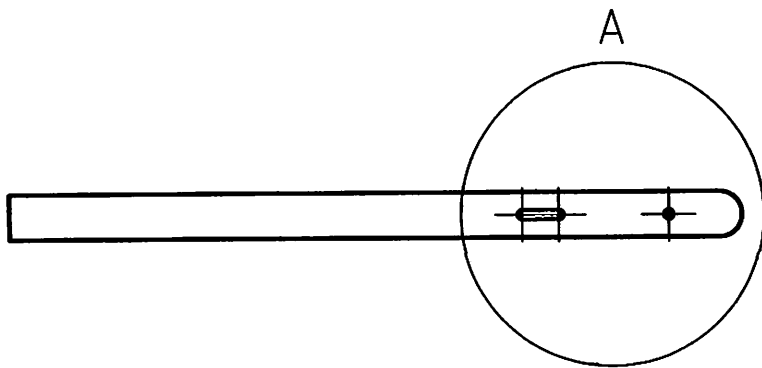
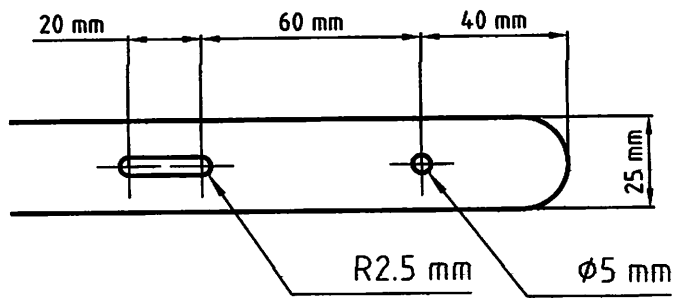


M-M

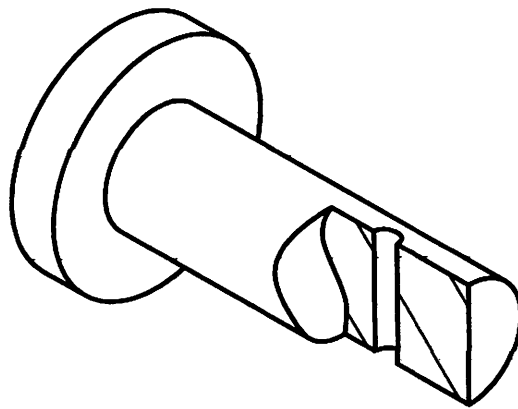
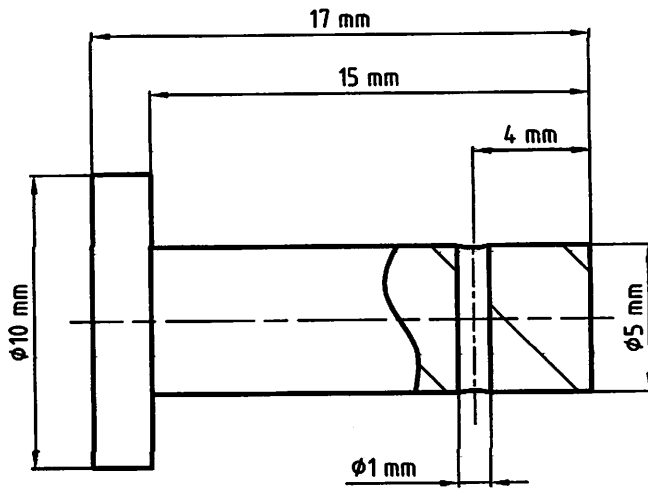


No. 1 Date: 1952 No. 2	No. 3 Date: 1952 No. 4	No. 5 Date: 1952 No. 6	No. 7 Date: 1952 No. 8
No. 9 Date: 1952 No. 10		<b>HAWAII GUARD</b> U.S. MARINE CORPS	
No. 11 Date: 1952 No. 12			

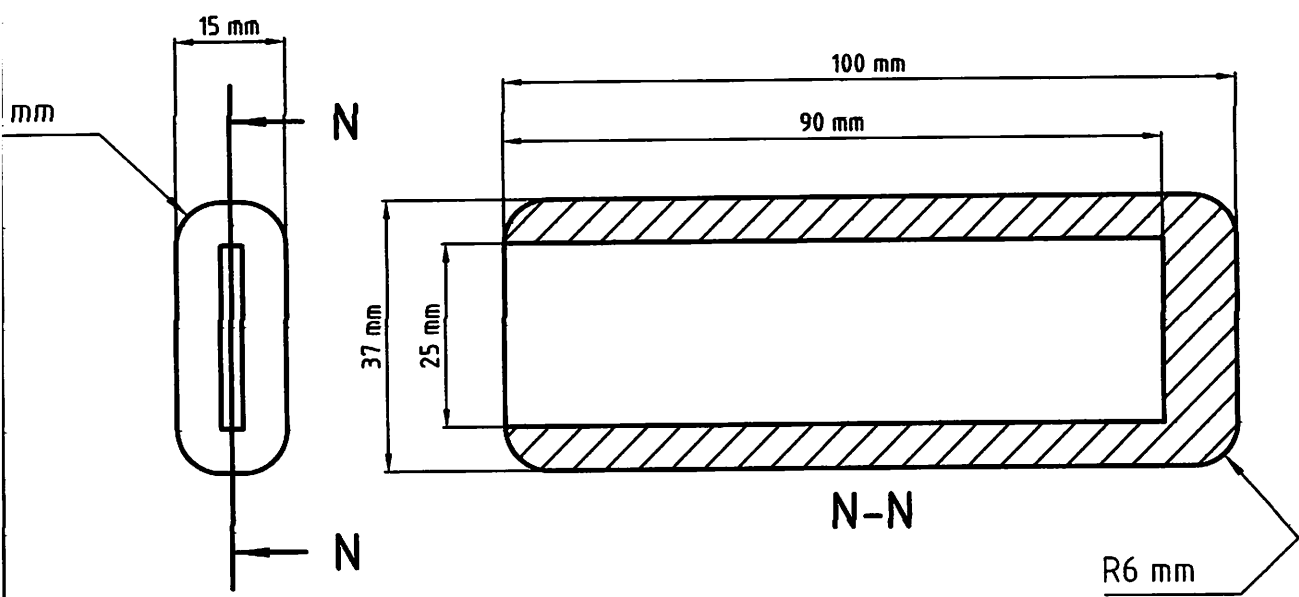
A (1:2)



1	Batang Handle	17		ST 37	
Jumlah	Nama Bagian	No Bag	Ukuran	Material	Keterangan
III	II	I	Perubahan :		
BATANG HANDLE				Skala	Digambar
GAMBAR BAGIAN NO. 01				1:4	as.asas
				Diperiksa	Rudi
					Boepano
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG					A4



	1	Poros Engsel	18		ST 37	
Jumlah		Nama Bagian	No Bag	Ukuran	Material	Keterangan
III	II	I	Perubahan :			
		POROS ENGSEL			Skala	Digambar
		GAMBAR BAGIAN NO. 01			4:1	Diperiksa
		INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG				Rudi
						Boopano
						A4



1	Pad Handle	18		Rubber	
Jumlah	Nama Bagian	No Bag	Ukuran	Material	Keterangan
III	II	I	Perubahan :		
PAD HANDLE				Skala	Digambar
GAMBAR BAGIAN NO. 01				1:1	o.s.o.s Rudi
				Diperiksa	Soparno
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG					A4

**LAMPIRAN 4**

**Tabel 3.1. Kekuatan Tarik Bahan**

BAHAN	Kekerasan		Mod. kenyal ( E )	Mod. Kelic	Batas Sebanding	Batas Pnj	Perpan Jangan % L = 10 d
	Tarik	Tekan					
Besi cair (tua)	34 – 43	34 – 43	21300	8200	18 e.h	20 e.h	20
Baja St 37	37 – 46	37 – 46	21000	8100	18 – 23	20-25	20
Baja St 52	52 – 64	52 – 64	21000	8100	-	28-35	18
Baja nikel	56 – 58	70	21000	8100	-	-	20
Baja silicum	50 – 62	70	21000	8500	32 – 36	36-42	20
Kawat besi	40 – 56	-	20000	7700	42	-	-
Kawat baja	50 – 65	-	21500	8300	-	-	-
Besi tuang	12 – 24	60 – 85	10000	3850	-	-	-
Baja tuang	20 – 70	60 – 85	21500	8300	20 e.h	21 e.h	-
aluminium	8 - 15	60 – 85	7700	-	4,4 – 4,8	50	20%

Sumber : Kiyokatsu Suga, *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen mesin*, Pradnya Paramita, 1997.

**Tabel 3.2. Harga Safety Factor Untuk Material**

No	Material	Safety lead	Live lead	Shock lead
1	Cast iron	5 – 6	8 – 12	16 – 20
2	Wrought iron	4	7	10 – 15
3	Steel	4	8	12 – 16
4	Soft material and alloy	6	9	15
5	Leathen	9	12	15
6	Timber	7	10 – 15	20

Sumber : Soeparno Djiwo, *Elemen Mesin "Pembebanan dan Tipe Tegangan"*, ITN Malang

**Tabel 3.3. Harga Modulus Elastisitas Pada Bahan**

No	Material	Modulus Elastisitas GN/m <sup>2</sup> or KW/mm <sup>2</sup>
1	Steel	200 to 220
2	Wrought iron	190 to 200
3	Cast iron	100 to 160
4	Copper	90 to 110
5	Brass	80 to 90
6	Aluminium	60 to 80
7	Timber	10

Sumber : R.S Khurmi, 2002, *Strenght of Material*, S Chand and Company LTD, hal 12.

**Tabel 3.4. Harga Poison Ratio Pada Bahan**

No	Material	Poison Ratio ( $\mu$ )
1	Steel	0,25 to 0,33
2	Cast iron	0,23 to 0,27
3	Copper	0,31 to 0,34
4	Brass	0,32 to 0,42
5	Aluminium	0,32 to 0,36
6	Concrete	0,08 to 0,18
7	Rubber	0,45 to 0,50

Sumber : R.S Khurmi, 2002, *Strenght of Material*, S Chand and Company LTD, hal 87.

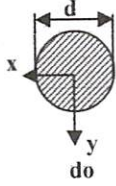
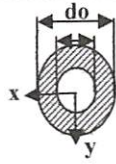
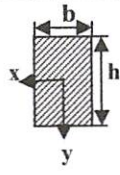
**Tabel 2.1. Tekanan permukaan yang diizinkan pada Ulir**

Bahan		Tekanan permukaan yang diizinkan $q_a$ (kg/mm <sup>2</sup> )	
Ulir luar	Ulir dalam	Untuk mengikat	Untuk penggerak
Baja liat	Baja liat atau perunggu	3	1
Baja keras	Baja liat atau perunggu	4	1,3
Baja keras	Besi cor	1,5	0,5

Sumber : Sularso dan Suga, 1983, *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen mesin*, Pradnya Paramita, Jakarta, Hal 298.



Tabel 2.2. Cara menentukan I dan Wb.

Bentuk penampang	Momen inersia	Momen tahanan bending
	$I_x = I_y = \frac{\pi d^4}{64}$	$W_{bx} = W_{by} = \frac{\pi d^3}{32}$
	$I_x = I_y = \frac{\pi(d_o^4 - d_i^4)}{64}$	$W_{bx} = W_{by} = \frac{\pi(d_o^4 - d_i^4)}{32}$
	$I_x = \frac{bh^3}{12}$ $I_y = \frac{hb^3}{12}$	$W_{bx} = \frac{bh^2}{6}$ $W_{by} = \frac{hb^2}{6}$

Sumber : Zainun Achmad, 1999, Elemen Mesin I, Refaka Aditama, hal 13

Tabel 3.5.(a) Ukuran standar ulir kasar metris (JIS B 0205).

Ulir dalam

Ulir luar

Ulir Metris

$$H = 0,866025P, d_2 = d - 0,64951P, D = d$$

$$H_1 = 0,541266P, d_1 = d - 1,082532P, D_2 = d_2, D_1 = d_1$$

Garis tebal menyatakan profil patokan dari ulir

(Satuan : mm)

Ulir <sup>(1)</sup>			Jarak bagi P	Tinggi kaitan H <sub>1</sub>	Ulir dalam			
					Diameter luar D	Diameter efektif D <sub>2</sub>	Diameter dalam D <sub>1</sub>	
1	2	3			Ulir luar			
						Diameter luar d	Diameter efektif d <sub>2</sub>	Diameter inti d <sub>1</sub>
M 0,25			0,075	0,041	0,250	0,201	0,169	
M 0,3			0,08	0,043	0,300	0,248	0,213	
	M 0,35		0,09	0,049	0,350	0,292	0,253	
M 0,4			0,1	0,054	0,400	0,335	0,292	
M 0,5	M 0,45		0,1	0,054	0,450	0,385	0,342	
			0,125	0,068	0,500	0,419	0,365	
M 0,6	M 0,55		0,125	0,068	0,550	0,469	0,415	
	M 0,7		0,15	0,081	0,600	0,503	0,438	
			0,175	0,095	0,700	0,586	0,511	
M 0,8			0,2	0,108	0,800	0,670	0,583	
	M 0,9		0,225	0,122	0,900	0,754	0,656	
M 1			0,25	0,135	1,000	0,838	0,729	
M 1,2			0,25	0,135	1,200	1,038	0,929	
M 1,4			0,3	0,162	1,400	1,205	1,075	
M 1,7			0,35	0,189	1,700	1,473	1,321	
M 2			0,4	0,217	2,000	1,740	1,567	
M 2,3			0,4	0,217	2,300	2,040	1,867	
M 2,6			0,45	0,244	2,600	2,308	2,113	
M 3 × 0,5			0,5	0,271	3,000	2,675	2,459	
			0,6	0,325	3,000	2,610	2,350	
	M 3,5		0,6	0,325	3,500	3,110	2,850	
M 4 × 0,7			0,7	0,379	4,000	3,515	3,242	
			0,75	0,406	4,000	3,513	3,188	
	M 4,5		0,75	0,406	4,500	4,013	3,688	
M 5 × 0,8			0,8	0,433	5,000	4,480	4,134	
			0,9	0,487	5,000	4,415	4,026	
			0,9	0,487	5,500	4,915	4,526	

Sumber : Sularso dan Suga, 1983, Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen mesin, Pradnya Paramita, Jakarta, Hal 289

Tabel 3.5.( b) Ukuran standar ulir kasar metris (JIS B 0205).

Ulir			Jarak bagi $p$	Tinggi kaitan $H_1$	Ulir dalam		
					Diameter luar $D$	Diameter efektif $D_2$	Diameter dalam $D_1$
1	2	3			Ulir luar		
					Diameter luar $d$	Diameter efektif $d_2$	Diameter inti $d_1$
M 6		M 7	1	0,541	6,000	5,350	4,917
M 8			1	0,541	7,000	6,350	5,917
			1,25	0,677	8,000	7,188	6,647 ✓
M 10		M 9	1,25	0,677	9,000	8,188	7,647
		M 11	1,5	0,812	10,000	9,026	8,376
			1,5	0,812	11,000	10,026	9,376
M 12			1,75	0,947	12,000	10,863	10,106
M 16	M 14		2	1,083	14,000	12,701	11,835
			2	1,083	16,000	14,701	13,835
M 20	M 18		2,5	1,353	18,000	16,376	15,294
	M 22		2,5	1,353	20,000	18,376	17,294
			2,5	1,353	22,000	20,376	19,294
M 24			3	1,624	24,000	22,051	20,752
M 30	M 27		3	1,624	27,000	25,051	23,752
			3,5	1,894	30,000	27,727	26,211
M 36	M 33		3,5	1,894	33,000	30,727	29,211
	M 39		4	2,165	36,000	34,402	31,670
			4	2,165	39,000	36,402	34,670
M 42			4,5	2,436	42,000	39,077	37,129
M 48	M 45		4,5	2,436	45,000	42,077	40,129
			5	2,706	48,000	44,752	42,587
M 56	M 52		5	2,706	52,000	48,752	46,587
	M 60		5,5	2,977	56,000	52,428	50,046
			5,5	2,977	60,000	56,428	54,046
M 64			6	3,248	64,000	60,103	57,505
	M 68		6	3,248	68,000	64,103	61,505

Sumber : Sularso dan Suga, 1983, Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen mesin, Pradnya Paramita, Jakarta, Hal 290.

### Spesifikasi Baja Lunak (JIS)

Standar	Jenis	Tebal pelat (mm)	Komposisi Kimia (%)					Kekuatan luluh (kg/mm <sup>2</sup> )	Kekuatan tarik (kg/mm <sup>2</sup> )	Perpan- jangan (%)		
			C	Si	Mn	P	S					
Baja rol panas untuk konstruksi umum G 3101-1976	SS34	1 ≤ t ≤ 5	-	-	-	≤ 0,050	≤ 0,050	≥ 21	34-44	≥ 26 <sup>*****</sup>		
		5 < t ≤ 16				•	•	≥ 20		≥ 21 <sup>*</sup>		
		16 < t ≤ 40				•	•	≥ 20		≥ 26 <sup>**</sup>		
		40 < t				•	•	≥ 18		≥ 28 <sup>****</sup>		
SS41	1 ≤ t ≤ 5	5 < t ≤ 16	-	-	-	≤ 0,050	≤ 0,050	≥ 25	41-52	≥ 21 <sup>*****</sup>		
		16 < t ≤ 40				•	•	≥ 24		≥ 17 <sup>**</sup>		
		40 < t				•	•	≥ 22		≥ 21 <sup>**</sup>		
						•	•	≥ 22		≥ 23 <sup>****</sup>		
SS50	1 ≤ t ≤ 5	5 < t ≤ 16	-	-	-	≤ 0,050	≤ 0,050	> 29	50-62	≥ 19 <sup>*****</sup>		
		16 < t ≤ 40				•	•	> 28		≥ 15 <sup>**</sup>		
		40 < t				•	•	> 26		≥ 19 <sup>**</sup>		
						•	•	> 26		≥ 21 <sup>****</sup>		
SS35	1 ≤ t ≤ 5	5 < t ≤ 16	≤ 0,30	-	≤ 1,60	≤ 0,40	≤ 0,040	≥ 41	≥ 30	≤ 16 <sup>*****</sup>		
		16 < t ≤ 40	•		•	•	•	≥ 13 <sup>**</sup>				
		40 < t	•		•	•	•	≥ 27 <sup>*</sup>				
			•		•	•	•					
Baja rol teknik rendah dan depan untuk temperatur dingin. G 3103-1977	SB42	1 ≤ t ≤ 25	≤ 0,24	0,15-0,30	≤ 0,90	≤ 0,035	≤ 0,040	≥ 23	42-56	≥ 21 <sup>**</sup>		
		25 < t ≤ 50	≤ 0,27	•	•	•	•			≥ 25 <sup>*</sup>		
		50 < t ≤ 200	≤ 0,30	•	•	•	•					
SB46	1 ≤ t ≤ 25	25 < t ≤ 50	≤ 0,28	0,15-0,30	≤ 0,90	≤ 0,035	≤ 0,040	≥ 25	46-60	≥ 19 <sup>**</sup>		
		50 < t ≤ 200	≤ 0,31	•	•	•	•			≥ 25 <sup>*</sup>		
			≤ 0,33	•	•	•	•					
SB49	1 ≤ t ≤ 25	25 < t ≤ 50	≤ 0,31	0,15-0,30	≤ 0,90	≤ 0,035	≤ 0,040	≥ 27	49-63	≥ 27 <sup>**</sup>		
		50 < t ≤ 200	≤ 0,33	•	•	•	•			≥ 21 <sup>*</sup>		
			≤ 0,35	•	•	•	•					
Baja rol panas untuk konstruksi las G 3106-1977	SM41A	1 ≤ t ≤ 5	≤ 0,23	-	≤ 2,5C	≤ 0,040	≤ 0,040	≥ 25	41-52	≥ 23 <sup>*****</sup>		
		5 < t ≤ 16	•		•	•	•	≥ 18 <sup>**</sup>				
		16 < t ≤ 40	•		•	•	•	≥ 22 <sup>**</sup>				
		40 < t ≤ 50	•		•	•	•	≥ 24 <sup>****</sup>				
SM41B	1 ≤ t ≤ 5	5 < t ≤ 16	≤ 0,20	≤ 0,35	≤ 0,60-1,20	≤ 0,040	≤ 0,040	≥ 25	41-52	≥ 23 <sup>*****</sup>		
		16 < t ≤ 40	•	•	•	•	•	≥ 18 <sup>**</sup>				
		40 < t ≤ 50	•	•	•	•	•	≥ 22 <sup>**</sup>				
		50 < t ≤ 100	•	•	•	•	•	≥ 24 <sup>****</sup>				
SM41C	1 ≤ t ≤ 5	5 < t ≤ 16	≤ 0,18	≤ 0,35	≤ 1,40	≤ 0,040	≤ 0,040	≥ 25	41-52	≥ 23 <sup>*****</sup>		
		16 < t ≤ 40	•	•	•	•	•	≥ 18 <sup>**</sup>				
		40 < t ≤ 50	•	•	•	•	•	≥ 22 <sup>**</sup>				
			•	•	•	•	•	≥ 24 <sup>****</sup>				
Pada baja untuk depan untuk temperatur sedang G 3115-1977	SPV24	1 ≤ t ≤ 16	≤ 0,18	0,15-0,35	≤ 1,40	≤ 0,035	≤ 0,040	≥ 24	41-52	≥ 17 <sup>**</sup>		
		16 < t ≤ 40	•					•		•	•	≥ 21 <sup>**</sup>
		40 < t ≤ 50	•					•		•	•	≥ 24 <sup>****</sup>
		50 < t ≤ 100	•					•		•	•	•

Sumber : Harsono Wiryosumarto dan Thoshie Okumura. 1981. Teknologi Pengelasan Logam. Jakarta : PT Pradnya Paramita. hal 46

### Suhu transisi dan Kriteria Patahan

Perkiraan suhu transisi patahan getas	Berdasarkan energi yang diserap	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Suhu di mana energi yang diserap sampai patah atau energi yang diserap setelah beban maksimum terlampaui mencapai <math>\frac{1}{2}</math> dari energi maksimum yang mungkin terserap atau sama dengan harga rata-rata dari energi terserap yang maksimum dan minimum.</li> <li>2) Suhu di mana terjadi gradien energi yang tertinggi.</li> </ol>
	Berdasarkan penampakan patahan	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Suhu di mana luas patahan butir atau patahan getas mencapai <math>\frac{1}{2}</math> dari luas penampang semula.</li> <li>2) Suhu di mana ujung patahan serat atau patahan ulet mencapai <math>\frac{1}{2}</math> dari seluruh permukaan patah.</li> </ol>
Perkiraan suhu transisi patahan ulet	Berdasarkan energi yang diserap	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Suhu di mana energi yang diserap sebelum beban maksimum terlampaui mencapai <math>\frac{1}{2}</math> dari energi maksimum yang mungkin terserap atau sama dengan harga rata-rata dari energi terserap yang maksimum dan yang minimum.</li> <li>2) Suhu di mana terjadi gradien energi yang tertinggi</li> <li>3) Suhu di mana energi yang terserap mencapai harga tertentu, misalnya dalam uji Charpy 1.4 kg-m (<math>T_{10}</math>) atau 2.1 kg-m (<math>T_{15}</math>).</li> </ol>
	Berdasarkan ketangguhan	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Suhu di mana sudut tekuk pada beban maksimum turun dengan mendadak.</li> <li>2) Suhu di mana laju kontraksi patahan pada dasar takik menurun atau mencapai harga prosentase tertentu, misalnya 2%.</li> </ol>
	Berdasarkan kekuatan	Suhu di mana kekuatan luluh sama dengan kekuatan tertinggi
	Berdasarkan penampakan patahan	Suhu di mana patahan serat atau patahan ulet mulai terjadi atau mencapai suatu prosentase tertentu (rendah) terhadap seluruh luas permukaan patahan.

Sumber : Harsono Wirjosumarto dan Thoshie Okumura. 1981. *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta : PT Pradnya Paramita. hal 63.

### Factor Penyebab Retak Pada Kontruksi Baja Yang Dilas

Faktor	Prosentase	Contoh
Perencanaan konstruksi	47%	<ul style="list-style-type: none"> <li>—Pengelasan bentuk silang.</li> <li>—Pengelasan pilar jembatan ke pipa.</li> <li>—Pengelasan pilar jembatan ke gelagar</li> </ul>
Prosedur	31%	<ul style="list-style-type: none"> <li>—Perencanaan pengelasan (urutan).</li> <li>—Ketelitian pemotongan.</li> <li>—Pengawasan kualitas (pemanasan mula)</li> </ul>
Logam induk dan bahan las	17%	<ul style="list-style-type: none"> <li>—Laminasi pelat baja.</li> <li>—Pelat baja dengan ekivalen karbon tinggi.</li> </ul>
Lain-lain	5%	

Sumber : Harsono Wirjosumarto dan Thoshie Okumura. 1981. *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta : PT Pradnya Paramita. hal 82.

### Klasifikasi Baja Karbon.

Jenis dan Kelas		Kadar karbon (%)	Kekuatan luluh (kg/mm <sup>2</sup> )	Kekuatan tarik (kg/mm <sup>2</sup> )	Perpanjangan (%)	Kekerasan Brinell	Penggunaan
Baja karbon rendah	↑ Baja lunak khusus	0,08	18-28	32-36	40-30	95-100	pelat tipis
	Baja sangat lunak	0,08-0,12	20-29	36-42	40-30	80-120	batang, kawat
	Baja lunak	0,12-0,20	22-30	38-48	36-24	100-130	Konstruksi umum.
	↓ Baja setengah lunak	0,20-0,30	24-36	44-55	32-22	112-145	
Baja karbon sedang	↑ Baja setengah keras	0,30-0,40	30-40	50-60	30-17	140-170	Alat-alat mesin.
Baja Karbon tinggi	↓ Baja keras	0,04-0,50	34-46	58-70	26-14	160-200	Perkakas
	↑ Baja sangat keras	0,50-0,80	36-47	65-100	20-11	180-235	Rel, pegas, dan kawat piano

Sumber : Harsono Wiryosumarto dan Thoshie Okumura. 1981. *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta : PT Pradnya Paramita. hal 90.

### Sifat Mekanis Baja Karbon Cor ( JIS G 5101 - 1978 )

Jenis	Simbol	Sifat Tarik			
		Kekuatan luluh (kg/mm <sup>2</sup> ) (terendah)	Kekuatan tarik (kg/mm <sup>2</sup> ) (terendah)	Perpanjangan (%) (terendah)	Reduksi penampang (%) (terendah)
1	SC 37	37	37	26	35
2	SC 42	42	42	24	35
3	SC 46	46	46	22	30
4	SC 49	49	49	20	25

Sumber : Harsono Wiryosumarto dan Thoshie Okumura. 1981. *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta : PT Pradnya Paramita. hal 94.

### Klasifikasi elektroda terbungkus untuk pengelasan Besi Cor ( JIS Z 3252-1976 )

Klasifikasi	Komposisi Kimia (%)							
	C	Mn	Si	P	S	Ni	Fe	Cu
DFC Ni	1,8 maks	1,0 maks	2,5 maks	0,04 maks	0,04 maks	92 min.	—	—
DFC NiFe	2,0 maks	2,5 maks	2,5 maks	0,04 maks	0,04 maks	40-60	Sisa	—
DFC NiCu	1,7 maks	2,0 maks	1,0 maks	0,04 maks	0,04 maks	60 min.	2,5 maks	25-35
DFC CI	1,0-5,0	1,9 maks	2,5-9,5	0,20 maks	0,04 maks	—	Sisa	—
DFC Fe	0,15 maks	0,8 maks	1,0 maks	0,03 maks	0,03 maks	—	Sisa	—

Sumber : Harsono Wiryosumarto dan Thoshie Okumura. 1981. *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta : PT Pradnya Paramita. hal 97.

## Sebab dan cara penghindaran cacat pada pengelasan besi cor.

Cacat		Sebab	Cara Penghindaran
Pengelasan daerah lasan	Pengelasan Logam lasan	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Karena tingginya kadar karbon pada logam induk</li> <li>2. Arus</li> <li>3. Arus las yang tidak sesuai</li> <li>4. Elektroda yang tidak sesuai.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menggunakan elektroda paduan Ni atau elektroda yang tidak dapat mengeras. Laksanakan pemanasan mula dan pendinginan lambat.</li> <li>2. Gunakan arus yang sesuai</li> <li>3. Gunakan elektroda yang sesuai</li> </ol>
	Pengelasan daerah HAZ	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Arus las terlalu tinggi</li> <li>2. Pengelasan yang terlalu lama.</li> <li>3. Pembekuan yang terlalu cepat.</li> <li>4. Elektroda yang tidak sesuai.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kurangi arus las</li> <li>2. Gunakan langkah loncat atau pengelasan terputus dengan manik pendek.</li> <li>3. Laksanakan pemanasan mula dan pendinginan lambat.</li> <li>4. Gunakan elektroda paduan Ni</li> </ol>
Rotak		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pembekuan yang terlalu cepat.</li> <li>2. Tegangan penyusutan yang terlalu tinggi.</li> <li>3. Prosedur pengelasan yang salah.</li> <li>4. Penahan yang terlalu kaku.</li> <li>5. Elektroda yang tidak sesuai.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Laksanakan pemanasan mula dan pendinginan lambat.</li> <li>2. Gunakan elektroda paduan Ni</li> <li>3. Gunakan langkah loncat atau pengelasan terputus dengan manik pendek.</li> <li>4. Gunakan gabungan dari 1, 2 dan 3.</li> <li>5. Gunakan elektroda jenis DFC NiFe atau DFC Ni.</li> </ol>
Lubang halus		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Uap air dalam elektroda</li> <li>2. Minyak pada logam induk</li> <li>3. Terjadinya pembakaran karbon dalam logam induk.</li> <li>4. Elektroda yang tidak sesuai.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Keringkan atau panggang lebih dahulu elektroda yang akan dipakai.</li> <li>2. (a) Bersihkan permukaan logam induk (b) Bakar minyak yang ada di logam induk. (c) Gunakan elektroda jenis DFC NiFe.</li> <li>3. Kurangi pembumasan pada pemanasan mula.</li> <li>4. Gunakan elektroda anti lubang halus</li> </ol>
Kurangnya peleburan		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Geometri sambungan yang salah.</li> <li>2. Elektroda yang tidak sesuai</li> <li>3. Logam induk yang terlalu sering mengalami siklus panas.</li> <li>4. Logam induk yang kurang baik.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Perbaiki geometri sambungan</li> <li>2. Gunakan elektroda yang sesuai</li> <li>3. a. Gunakan elektroda dengan sifat lebur yang baik. (Contoh: DFCCI atau DFCFe) b. Laksanakan pemanasan mula</li> <li>4. Sama dengan 3.</li> </ol>

Sumber : Harsono Wirjosumarto dan Thoshie Okumura. 1981. *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta : PT Pradnya Paramita. hal 101.

## Sifat – sifat mekanik lasan ( elektroda terbungkus untuk baja )

Jeris elektroda	Jenis fluks pembungkus	Kekuatan tarik (kg/mm <sup>2</sup> )	Kekuatan luluh (kg/mm <sup>2</sup> )	Perpanjangan (%)	Energi terserap (0°C-V) (kg-m)
D4301	ilmenit	43	35	22	4,8
D4303	Titania kapur	43	35	22	2,8
D4311	Selusosa tinggi	43	35	22	2,8
D4313	Titan oksida tinggi (rutil)	43	35	17	—
D4316	Hidrogen rendah	43	35	25	4,8
D4324	Titan oksida serbuk besi	43	35	17	—
D4326	Serbuk besi hidrogen rendah	43	35	25	4,8
D4327	Serbuk besi-besi oksida	43	35	25	2,8
D4340	Serbuk besi khusus	43	35	22	2,8

Sumber : Harsono Wirjosumarto dan Thoshie Okumura. 1981. *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta : PT Pradnya Paramita. hal 183.

### Kekuatan tarik sambungan las

Jenis lasan	Jenis sambungan	Kekuatan statik (kg/mm <sup>2</sup> )	Angka perbandingan terhadap kekuatan logam induk
Alur	Tumpul	sama dengan logam induk.	1,0
Sudut melintang	Dengan penguat ganda	40-50	0,9-1,0
" "	Dengan penguat tunggal	30-40	0,7-0,8
" "	Tumpang (sudut ganda)	35-45	0,8-0,9
" "	Tumpang (sudut tunggal)	30-40	0,7-0,8
" "	Tumpang (sudut berseling)	30-35	0,7
" "	Sambungan T	35-40	0,8
" sejajar	Dengan penguat ganda	30-35	0,7
Las isi	Dengan penguat ganda	25-35	0,5-0,7

Sumber : Harsono Wiryosumarto dan Thoshie Okumura. 1981. *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta : PT Pradnya Paramita. hal 186.

### Beberapa harga tegangan yang diijinkan ( tidak memperhitungkan kekuatan fatik )

Jenis lasan	Jenis tegangan	Tegangan bolch (kg/cm <sup>2</sup> )		
		SM41	SM50	
Pengelasan di pabrik	Las tumpul dengan uji radiografi	tarik	1300	1800
		tekan	1300	1800
	Las tumpul uji radiografi	tarik	1040	1440
		tekan	1170	1620
		geser	800	1100
Las sudut	tarik tekan geser	800	1100	
Pengelasan di lapangan	Angka pengurangan	tarik	0,8	
		tekan	0,9	
		geser	0,9	

Sumber : Harsono Wiryosumarto dan Thoshie Okumura. 1981. *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta : PT Pradnya Paramita. hal 188.



### Efisiensi sambungan

Jenis sambungan		Efisiensi sambungan (%)		
		Uji radiografi penuh	Uji radiografi sebagian	Tanpa uji radiografi
(1)	Las tumpul kedua sisi	100	95	70
(2)	Las tumpul dengan pelat pembantu	90	85	65
(3)	Las tumpul satu sisi	—	—	60
(4)	Sambungan tumpang dengan las sudut dua sisi	—	—	55
(5)	Sambungan tumpang dengan las sudut satu sisi dan las isi satu sisi	—	—	50
(6)	Sambungan tumpang dengan las sudut satu sisi	—	—	45

Sumber : Harsono Wiryo Sumarto dan Thoshie Okumura. 1981. *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta : PT Pradnya Paramita. hal 189.

### Rumus – rumus sambungan las

No.	Jenis sambungan	Rumus perhitungan tegangan	No.	Jenis sambungan	Rumus perhitungan tegangan
1		$\sigma_t = \frac{P}{hl}$	11		$\tau = \frac{0,707P}{hl}$
2		$\sigma_t = \frac{P}{(h_1 + h_2)l}$	12		$\sigma_t = \frac{1,414 P}{h(l_1 + l_2)}$ $l_1 = \frac{1,414 P e_2}{\sigma_{hb}}$ $l_2 = \frac{1,414 P e_1}{\sigma_{hb}}$
3		$\sigma_b = \frac{6M}{lh^2}$	13		$\sigma_b = \frac{6M}{lh^2}$
4		$\sigma_b = \frac{3TM}{l \cdot h(3T^2 - 6Th + 4h^2)}$	14		$\sigma_b = \frac{3TM}{lh(3T^2 - 6Th + 4h^2)}$
5		$\sigma_t = \frac{P}{hl}$	15		$\sigma_b = \frac{6PL}{lh^2}$ , $\tau = \frac{P}{lh}$ $\sigma = \frac{P}{hl} \sqrt{36 \left(\frac{L}{h}\right)^2 + 1,8}$ untuk $L/h > 2$ $\sigma = \sigma_b$
6		$\sigma_t = \frac{P}{(h_1 + h_2)l}$	16		$\sigma_b = \frac{3TPL}{lh(3T^2 - 6Th + 4h^2)}$ $\tau = \frac{P}{2lh}$
7		$\sigma_t = \frac{0,707P}{hl}$	17		$\sigma_b = \frac{6M}{h^2}$
8		$\sigma_t = \frac{0,707P}{hl}$	18		$\sigma_b = \frac{3M}{h^2}$
9		$\sigma_t = \frac{1,414 P}{(h_1 + h_2)l}$ Tegangan di A dan B sama	19		$\tau = \frac{0,354 P}{hl}$
10		Daerah A $\sigma_t = \frac{1,414 P}{h_1 l (h_1 + h_2)}$ Daerah B $\sigma_t = \frac{1,414 P h_2}{h_2 l (h_1 + h_2)}$	20		$\sigma_t = \frac{0,707 P}{hl}$

Sumber : Harsono Wiryosumarto dan Thoshie Okumura. 1981. Teknologi Pengelasan Logam. Jakarta : PT Pradnya Paramita. hal 190.

Jumlah putaran untuk gerinda ( n = rpm )



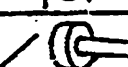




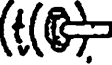

Number of revolutions for grinding wheels a = rpm											
Grind ing wheel Ø mm	Peripheral speed in m/s					Grind ing wheel a mm	Peripheral speed in m/s				
	15m	20m	25m	30m	35m		15m	20m	25m	30m	35m
	rpm of the wheel						rpm of the wheel				
10	28600	38200	47700	57300	68600	130	2100	2950	3670	4400	5150
15	19100	25500	31800	38200	44600	150	1900	2550	3200	3800	4450
20	14300	19100	23900	23900	33400	175	1635	2200	2730	3270	3800
25	11500	15300	19100	23000	26750	200	1440	1910	2390	2875	3350
30	9500	12700	15900	19100	22200	225	1275	1700	2100	2550	2975
35	8100	10900	13600	16300	19100	250	1150	1525	1900	2300	2675
40	7160	9550	11940	14320	16700	275	1030	1400	1700	2060	2400
45	6300	8490	10600	12740	14860	300	950	1275	1590	1900	2230
50	5730	7650	9550	11450	13400	350	820	1090	1370	1640	1900
60	4750	6350	7950	9950	11100	400	725	960	1200	1450	1675
65	4400	5900	7350	8800	10300	450	635	850	1060	1275	1485
70	4050	5450	6800	8150	9550	500	576	770	960	1150	1340
75	3825	5100	6380	7650	9000	550	515	700	850	1030	1200
80	3580	4775	5970	7160	8350	600	475	640	800	950	1110
90	3185	4245	5300	6370	7430	650	440	590	730	875	1030
100	2865	3825	4775	5730	6700	700	405	540	675	810	950
115	2490	3320	4150	4980	5815	750	380	510	635	765	890
125	2300	3015	3800	4600	5300	800	360	475	600	715	835

Number of revolutions for workpiece n = rpm										
Work- piece Ø mm	Peripheral speed of the workpiece in m/min									
	6m	8m	10m	12m	15m	18m	20m	24m	28m	32m
	rpm of workpiece									
5	382	510	636	764	956	1143	1320	1528	1784	2038
8	238	318	396	477	597	716	797	955	1114	1273
10	191	255	318	382	473	574	640	764	892	1019
12	159	212	265	318	398	477	611	637	743	849
14	136	182	227	273	341	409	455	546	637	728
16	119	159	199	239	298	358	398	477	557	637
18	106	141	177	212	265	318	354	424	495	566
20	95	128	159	191	239	287	319	382	446	509
22	87	115	145	174	217	260	289	347	405	459
25	76	102	127	153	190	229	225	306	357	408
28	68	99	114	136	171	205	228	273	318	364
32	59	79	99	119	149	179	199	239	279	318
36	53	71	88	106	132	159	177	212	247	283
40	47	63	79	95	119	143	159	191	223	254
45	42	56	70	85	106	127	141	170	198	226
50	38	51	63	76	95	115	127	153	178	204
56	34	45	57	68	85	102	114	136	159	182
63	30	40	51	61	76	99	101	121	141	162
70	27	36	45	55	68	82	91	109	127	145
80	23	31	39	47	59	71	79	95	111	125
90	21	28	35	42	53	63	71	85	99	112
100	19	25	31	38	47	57	63	76	89	102
110	17	23	29	35	43	52	58	69	81	93
125	15	20	25	30	38	45	51	61	71	81
140	13	17	23	27	34	41	45	55	64	73
160	12	16	19	24	29	35	39	48	56	64

Sumber : Jutz, H dan Schrkus, E. 1966. Westermann Tables for The Metal Trade. New Delhi: Wiley Eastern Ltd hal 117.

### Keliling roda gerinda

Peripheral speeds of grinding wheels ✓						
Type of grinding		Peripheral speed				
	Cylindrical grinding	25 ... 30 m/s		Use higher values to grind workpieces from steel  Use lower values to grind workpieces from grey cast iron		
	Internal grinding	15 ... 20 m/s				
	Surface grinding	20 ... 25 m/s				
	Tool grinding	18 ... 20 m/s				
	Parting-off grinding	... 80 m/s				
Longitudinal feed <i>s</i>						
Rate of feed <i>s</i> per revolution of the workpiece in fraction of the breadth (width) <i>b</i> of the grinding wheel						
	Cylindrical grinding		Internal grinding			
	Steel	Gray cast iron	Steel	Gray cast iron		
Rough grinding	1 ... 1	1 ... 1	1 ... 1	1 ... 1		
Finish grinding	1 ... 1	1 ... 1	1 ... 1	1 ... 1		
Depth of cut						
Material	Rough grinding		Finish grinding			
Steel	0.01 mm ... 0.06 mm		0.005 mm ... 0.01 mm			
Peripheral speed of the workpiece; Hardness and grit of the grinding wheel						
Material	Type of grinding	Cylindrical grinding		Internal grinding		Face grinding
		Peri- pheral speed <i>v</i> m/min	 Grain/Hardness	Peri- pheral speed <i>v</i> m/min	 Grain/Hardness	 Grain/Hardness
Annealed Steel	rough gr. finish gr.	12...15 9...12	46L...M	16...21	45...50 J...O	30...60J
Hardened Steel	rough gr. finish gr.	14...16 9...12	46K	18...23	46K...60H	30...60H...K
Gray Cast iron	rough gr. finish gr.	12...15 9...12	46K	16...23	40...46K...J	16...30 J...K
Brass	rough gr. finish gr.	18...20 14...16	36K...46J	25...30	36K...46J	-
Aluminium	rough gr. finish gr.	40...50 28...30	30K...40J	32...35	30H	-

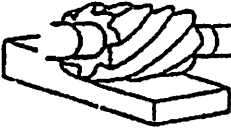

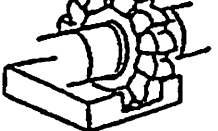
Jutz, H dan Schrkus, E. 1966. Westermann Tables for The Metal Trade. New Delhi: Wiley Eastern Ltd.

Shaping and planing							
Cutting speed and feed							
	Type of tool	Steel	Steel	Cast steel	Gray casting	Gun metal	Light alloy
		Cutting speed $v$ in m/min					
Roughing ▽	Tool steel	10...15	8...12	9...12	8...12	15...20	—
	High speed steel	15...20	12...16	12...16	12...16	20...25	30...35
Finishing ▽▽	Tool steel	15...20	12...16	12...16	14...18	20...25	—
	High speed steel	20...25	16...20	16...20	18...22	30...40	50...60
	Tool steel High speed steel	Feed $s$ in mm per stroke					
		0.2...6					—
		0.6...12					0.1...1
Calculating the required machining time							
				$L$ - Length of stroke - Length of workpiece plus $l_a$ and $l_o$ (approach and overtravel) $s$ - Feed per stroke in mm $v_c$ - Cutting stroke speed in m/min $v_r$ - Return stroke speed in m/min			
Time taken by cutting stroke $t_c = \frac{\text{Length of stroke}}{\text{Cutting stroke speed}}$				$t_c = \frac{L}{v_c \times 1000}$ min			
Time taken by return stroke $t_r = \frac{\text{Length of stroke}}{\text{Return stroke speed}}$				$t_r = \frac{L}{v_r \times 1000}$ min			
Time taken by one complete stroke $t = \text{Time for cutting-stroke plus time for return stroke}$				$t = \frac{L}{v_c \times 1000} + \frac{L}{v_r \times 1000}$			
Number of complete stroke $Z = \frac{\text{Width of work}}{\text{Feed}}$				$Z = \frac{b}{s}$			
Required machining time $t_m = \text{Number of complete strokes} \times \text{time taken by one complete stroke}$							
$t_m = \frac{b}{s} \times \left( \frac{L}{v_c \times 1000} + \frac{L}{v_r \times 1000} \right)$ in min				or $t_m = \frac{b}{s} \times \left( \frac{2L}{v_a \times 1000} \right)$ in min			
Average speed $v_a = \frac{2v_c v_r}{v_c + v_r}$ m/min				When $n$ , the number of complete strokes per min is known, the average speed $v_a$ can be calculated using the formula $v_a = \frac{2L \times n}{1000}$ m/min			
<b>Example:</b> Width of workpiece $b = 200$ , Length of workpiece plus over travel $L = 400$ mm $v_c = 10$ m/min $v_r = 20$ m/min $s = 5$ mm $t_m = \frac{b}{s} \left( \frac{L}{v_c \times 1000} + \frac{L}{v_r \times 1000} \right) = \frac{200}{5} \left( \frac{400}{10 \times 1000} + \frac{400}{20 \times 1000} \right) = \frac{200}{5} \times \frac{1200}{20000} = 2.4$ min							


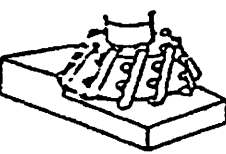
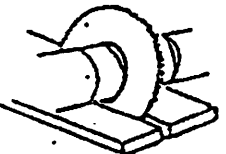
Jutz, H dan Schrkus, E. 1966. Westermann Tables for The Metal Trade. New Delhi: Wiley Eastern Ltd.

**Kecepatan potong dan pemakanan mesin gerinda.**

*Suggested cutting speed and feed*

	Slab milling				Shell-end mill				Side and face-mill			
												
Width of cut $b$	$b = 100 \text{ mm}$				$b = 70 \text{ mm}$				$b = 70 \text{ mm}$			
	Roughing		Finishing		Roughing		Finishing		Roughing		Finishing	
Depth of cut $a$	$a = 5 \text{ mm}$		$a = 0.5 \text{ mm}$		$a = 5 \text{ mm}$		$a = 0.5 \text{ mm}$		$a = 10 \text{ mm}$			
	Cutting speed $v$ m/min	Feed $f$ mm/rev	Cutting speed $v$ m/min	Feed $f$ mm/rev	Cutting speed $v$ m/min	Feed $f$ mm/rev	Cutting speed $v$ m/min	Feed $f$ mm/rev	Cutting speed $v$ m/min	Feed $f$ mm/rev	Cutting speed $v$ m/min	Feed $f$ mm/rev
Carbon steel up to 63 kgf/mm <sup>2</sup>	17	100	22	60	17	100	22	70	18	100	22	40
Alloy steel annealed up to 78 kgf/mm <sup>2</sup>	14	80	15	50	14	70	15	50	14	80	18	30
Alloy steel heat treated up to 100 kgf/mm <sup>2</sup>	10	50	14	36	10	35	14	42	12	50	14	25
Gray cast iron up to 110 HB	12	120	18	60	12	140	18	70	14	120	18	40
Brass (Cu Zn 40)	35	70	35	50	36	140	55	150	36	150	55	75
Light alloy	200	200	250	100	200	250	250	110	200	200	250	100

	End milling cutter				Insert-tooth face milling cutter				Circular saw	
										
Width of cut $b$	$b = 25 \text{ mm}$				$b = 180 \text{ mm}$				$b = 2.5 \text{ mm}$	
	Roughing		Finishing		Roughing		Finishing		Roughing	
Depth of cut $a$	$a = 5 \text{ mm}$		$a = 0.5 \text{ mm}$		$a = 5 \text{ mm}$		$a = 0.5 \text{ mm}$		$a = 10 \text{ mm}$	
	Cutting speed $v$ m/min	Feed $f$ mm/rev	Cutting speed $v$ m/min	Feed $f$ mm/rev	Cutting speed $v$ m/min	Feed $f$ mm/rev	Cutting speed $v$ m/min	Feed $f$ mm/rev	Cutting speed $v$ m/min	Feed $f$ mm/rev
Carbon steel up to 63 kgf/mm <sup>2</sup>	17	50	22	120	20	65	30	50	45	50
Alloy steel annealed up to 78 kgf/mm <sup>2</sup>	15	40	19	100	16	36	23	40	35	40
Alloy steel heat treated up to 100 kgf/mm <sup>2</sup>	13	30	17	65	14	20	18	30	25	30
Gray cast iron up to 110 HB	15	80	19	120	16	100	24	90	35	50
Brass (Cu Zn 40)	35	50	55	120	50	200	60	120	350	300
Light alloy	160	90	180	120	250	250	300	90	320	180

Jutz, H dan Schrkus, E. 1966. Westermann Tables for The Metal Trade. New Delhi: Wiley Eastern Ltd.

Feed rate $s$ based on the permissible quantity $V$ of chips produced											
Permissible chip removal $V$ cm <sup>3</sup> /kW min	Depth of cut $a$ mm	$s$ with a machine drive power $P=1$ kW									
		Width $b$ of cut in mm									
		40	50	60	80	100	120	140	160	180	
8	3	66	53	44	33	26	22	19	16	15	
	5	40	32	27	20	16	13	11	10	9	
	8	25	20	16	12	10	8	7	6	5.5	
10	3	83	66	55	41	33	27	23	20	18	
	5	50	40	33	25	20	16	14	12	11	
	8	31	25	21	15	12.5	10	9	8	7	
12	3	100	80	67	50	40	33	29	25	22	
	5	60	48	40	30	24	20	17	15	13	
	8	37	30	25	19	15	12	10	9	8	
15	3	125	100	84	62	50	42	36	31	28	
	5	75	60	50	37	30	25	21	19	16	
	8	47	37	31	21	19	15	13	11	10	
22	3	184	146	121	92	73	61	52	46	41	
	5	110	88	73	55	44	37	31	27	24	
	8	69	55	46	34	27	23	19	17	15	
28	3	230	185	155	116	94	78	67	58	52	
	5	140	110	93	70	56	47	40	35	31	
	8	87	70	58	44	35	29	25	22	19	
60	3	500	400	335	250	200	165	142	125	110	
	5	300	240	200	150	120	100	86	75	67	
	8	185	150	125	94	75	62	53	47	42	
75	3	625	500	415	310	250	205	178	156	140	
	5	375	300	250	185	150	125	105	94	83	
	8	235	185	155	115	94	78	67	58	52	

\* Calculated values shown in the table are to be multiplied by the factors 2.5 or 5 in case the machine drive power  $P$  is 2.5 or 5 kW respectively.

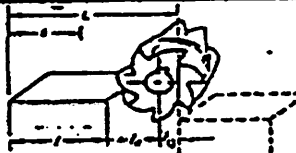


#### Estimation of machining time

$$\text{Machining time} = \frac{\text{Total length of travel}}{\text{Rate of feed}}$$

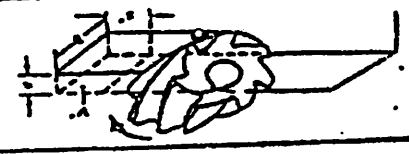
$$t_m = \frac{L}{f}$$

The total length of travel depends on the length of the workpiece, the size of cutter used and the method of milling employed.

#### Travel $L$

		
Slab milling Roughing and finishing cutters $L = \text{length of workpiece} + \text{approach} + \text{over travel}$ $L = l + l_a + l_o$	Face milling Roughing cut $L = l + \frac{d}{2} + 2$	Face milling Finish cut $L = l + d + 4$

**Maximum chip removal rate**



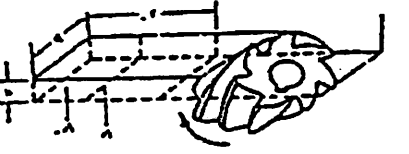
The max. chip removal  $V$  in  $\text{cm}^3$  per  $\text{LW}/\text{min}$

Method of milling	Carbon steel 35...60 kg/mm <sup>2</sup> strength	Alloy steel 60...80 kg/mm <sup>2</sup> strength (annealed)	Alloy steel (heat treated) up to 2 100 kg/mm <sup>2</sup> strength	Grey cast (moderately hard)	Brass and gun metal	Light alloys
Face milling	15	12	10	28	40	75
Slot milling	12	10	8	22	30	60

cm<sup>3</sup>/LW min

Calculating the rate of feed

The maximum chip removal  $V$  can be found by multiplying the cutting capacity  $V_c$  with the rated power  $P$  of the machine



Max. chip removal/min = cutting capacity  $\times$  rated power of the machine

$$V = V_c \times P$$

The chip removal can be found by multiplying the depth of cut  $a$  by the width of cut  $b$  by the rate of feed  $s$

$$\text{Metal removal rate} = \frac{\text{Depth of cut} \times \text{width of cut} \times \text{rate of feed}}{1000}$$

(volume of chips produced per minute)

$$V = \frac{a \times b \times s}{1000}$$

The maximum permissible rate of feed  $s$  thus becomes

$$s = \frac{V \times 1000}{a \times b} \text{ mm/min}$$

**Example:** A workpiece made of S1 50 is to be milled. The driving power of the milling machine is 2.5 kW. Depth of cut  $a = 5$  mm, width of cut  $b = 100$  mm.

Find the max. permissible rate of feed  $s$

Maximum chip removal  $V = 12 \times 2.5$   
 $V = 30 \text{ cm}^3/\text{min}$

The rate of feed =  $\frac{a \times b}{V \times 1000} = \frac{5 \times 100}{30 \times 1000} = 60 \text{ mm/m}$



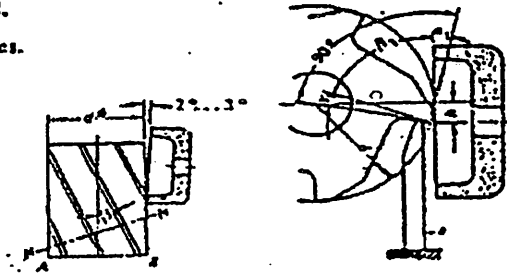
Reference offset  $h$  at sharpening of helical cutters

Arbor and finger  $\sigma$  are to be set by the offset  $h$  so that the clearance angle  $\alpha$  can be obtained.

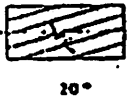
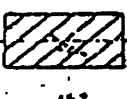
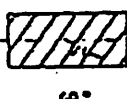
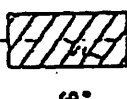
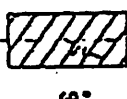
The cup wheel is tilted through 2...3 degrees.

$d$  - Diameter of cutter  
 $\beta$  - Helix angle (angle of helix to the longitudinal axis of cutter)  
 $\alpha$  - Effective clearance angle measured perpendicular to  $H-N$

$\alpha_1$  - Clearance angle actually ground by setting  $h$

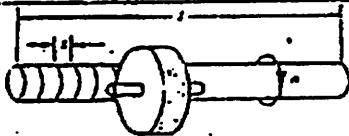


To grind tool steel and high speed steel use the following wheels: Aluminium oxide wheels, Normal grinding 46...60 J...L, Finishing: 60, K...M. To grind carbide use silicon-carbide wheels, Finishing: 80...100 G...H

Helix angle $\beta$	Clearance angle $\alpha$	Clearance angle $\alpha_1$ (actually ground)	Diameter $d$ of cutter in mm											
			10	20	30	40	50	60	75	90	110	130	150	163
			Reference offset $h$ in mm											
 20°	3°	2°49'	0.25	0.49	0.74	0.98	1.23	1.47	1.84	2.21	2.70	3.19	3.68	3.94
	4°	3°46'	0.33	0.66	0.99	1.31	1.64	1.97	2.46	2.96	3.64	4.31	4.93	5.25
	5°	4°42'	0.41	0.82	1.23	1.64	2.05	2.46	3.07	3.69	4.58	5.33	6.14	6.55
	6°	5°38'	0.49	0.98	1.47	1.96	2.45	2.94	3.68	4.42	5.40	6.38	7.36	7.85
 45°	7°	6°35'	0.57	1.15	1.72	2.29	2.87	3.44	4.30	5.16	6.30	7.45	8.60	9.17
	8°	7°31'	0.65	1.31	1.96	2.62	3.27	3.92	4.90	5.88	7.19	8.50	9.81	10.47
	3°	2° 7'	0.18	0.37	0.55	0.74	0.92	1.11	1.38	1.66	2.03	2.40	2.77	2.95
	4°	2°50'	0.25	0.49	0.74	0.99	1.23	1.48	1.85	2.22	2.72	3.21	3.71	3.95
 60°	5°	3°32'	0.31	0.62	0.92	1.23	1.54	1.85	2.31	2.77	3.39	4.00	4.61	4.92
	6°	4°15'	0.37	0.74	1.11	1.48	1.85	2.22	2.78	3.33	4.08	4.82	5.56	5.93
	7°	4°58'	0.43	0.87	1.30	1.73	2.16	2.60	3.24	3.89	4.76	5.63	6.49	6.93
	8°	5°40'	0.49	0.99	1.48	1.97	2.47	2.96	3.70	4.44	5.43	6.42	7.40	7.90
 60°	3°	1°30'	0.13	0.26	0.39	0.52	0.65	0.78	0.98	1.18	1.44	1.70	1.96	2.10
	4°	2°	0.17	0.35	0.52	0.70	0.87	1.05	1.31	1.57	1.92	2.27	2.62	2.79
	5°	2°30'	0.22	0.44	0.65	0.87	1.09	1.31	1.64	1.96	2.40	2.83	3.27	3.49
	6°	3°	0.26	0.52	0.79	1.05	1.31	1.57	1.96	2.36	2.88	3.40	3.93	4.19
 60°	7°	3°31'	0.31	0.61	0.92	1.23	1.53	1.84	2.30	2.76	3.37	3.99	4.60	4.91
	8°	4° 1'	0.35	0.70	1.05	1.40	1.75	2.10	2.63	3.15	3.85	4.55	5.25	5.60

Machining time in grinding

Machining time for cylindrical and internal grinding



$l$  - Length of workpiece to be ground  
 $x$  - Feed in mm/rev of workpiece  
 $n$  - Revolutions per min of workpiece  
 $\pi$  - Number of cuts


$$t_m = \frac{l \times \pi}{\pi \times n \times x}$$

Machining time for surface grinding



$l$  - Length of workpiece to be ground  
 $b$  - Width of workpiece to be ground  
 $v$  - Velocity of table in m/min  
 $x$  - Feed in mm/stroke

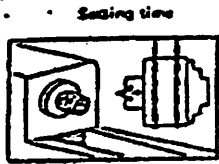
$$t_m = \frac{l \times b \times \pi}{v \times 1000 \times x}$$

Cutting speed $v$ —Feed $s$ —Coolants										
	$v$ —Cutting speed: Peripheral speed in m/min. (The speed depends on the material which is to be processed as well as the type of drill to be used; it further depends on the rate of feed and the depth of the hole to be drilled.) $s$ —Feed. —Cutting speed and feed values are taken on the basis of a tool life for drilling a depth of 2000 mm, assuming that the depth to be drilled in one single hole is approximately twice the diameter.									
	Material	Cutting speed using tool steel drills	Feed $s$ (mm/rev)						Cooling and lubricating agents	
Cutting speed $v$ in m/min with low-alloy high speed steel										
Diameter of drill										
		5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°		
Steel upto 40 kgf/mm <sup>2</sup>	...20	0.1	0.18	0.25	0.28	0.31	0.34	0.36	Soluble oil mineral oil	
Up to 60 kgf/mm <sup>2</sup>	...14	15	18	22	26	29	32	35		
Up to 80 kgf/mm <sup>2</sup>	...10	0.07	0.13	0.16	0.19	0.21	0.23	0.25	Sulphurized and chlorinated oil	
Up to 100 kgf/mm <sup>2</sup>	—	12	14	16	18	21	23	24		
Beyond 100 kgf/mm <sup>2</sup>	—	0.015...0.17 mm/rev								
		6...12 m/min								
Grey cast iron Up to 18 kgf/mm <sup>2</sup>	...14	0.15	0.24	0.3	0.32	0.35	0.38	0.4	Dry or plenty soluble oil	
Up to 22 kgf/mm <sup>2</sup>	...10	24	28	32	34	37	39	40		
Grey cast iron Up to 30 kgf/mm <sup>2</sup>	...8	0.1	0.16	0.2	0.24	0.28	0.3	0.3		
		12	14	16	18	20	21	22		
Brass Up to 40 kgf/mm <sup>2</sup>	...40	0.1	0.15	0.22	0.27	0.3	0.32	0.36	2/3 lard oil 1/3 kerosene	
		60...70 m/min								
Up to 60 kgf/mm <sup>2</sup>	...25	0.07	0.12	0.18	0.24	0.25	0.28	0.32		
Bronze Up to 30 kgf/mm <sup>2</sup>	...15	0.1	0.15	0.22	0.27	0.3	0.32	0.36		
		40...60 m/min								
Up to 70 kgf/mm <sup>2</sup>	...12	0.05	0.05	0.12	0.18	0.2	0.22	0.26	2/3 lard oil 1/3 kerosene	
		30...40 m/min								
Aluminium (pure)	...50	0.05	0.12	0.2	0.3	0.35	0.4	0.46	2/3 lard oil 1/3 kerosene	
		25...35 m/min								
Aluminium alloys	...40	0.12	0.2	0.3	0.4	0.46	0.5	0.6		
		80...120 m/min								
Magnesium alloys	...30	0.15	0.2	0.3	0.33	0.4	0.45	0.5	Dry or special oil	
		150...250 m/min								
Moulded plastics Pressed materials	...15	0.04	0.05	0.07	0.1	0.12	0.15	0.17	Compressed air	
		35...45 m/min								

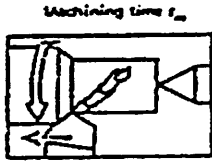
Jutz, H dan Schrkus, E. 1966. Westermann Tables for The Metal Trade. New Delhi: Wiley Eastern Ltd.

### Calculating the machining time

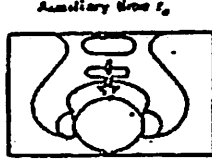
To enable proper estimation of the time required for operating machine tools, the following distinctions are made



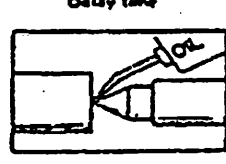
**Setting time**  
Setting up the machine:  
Getting tools, study  
of drawings



**Machining time  $t_m$**   
Actual time in  
which the tool is  
cutting



**Auxiliary time  $t_a$**   
Clamping job,  
setting the tool,  
measuring, checking



**Delay time**  
Lubricant machine  
trouble shooting or  
repair work, short breaks

### Longitudinal turning

**rpm known**

$l$  = length to be turned

$s_f$  = feed mm/rev

$n$  = rpm

Feed per minute:

$$f = s_f \times n$$

$$t_m = \frac{l}{s_f \times n} \text{ (min)}$$

Example:

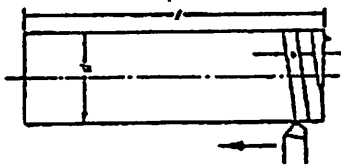
$$l = 600 \text{ mm}$$

$$s_f = 0.5 \text{ mm/rev}$$

$$n = 50 \text{ rpm}$$

$$t_m = \frac{600 \text{ mm}}{0.5 \text{ mm/rev} \times 50 \text{ rpm}}$$

$$= 24 \text{ min}$$



Machining length to be turned  
time  
feed per minute

Note: The rpm calculated will be different from the rpm available with a particular machine.

**rpm unknown**

$d$  = diameter (m)

$v$  = cutting speed m/min

$s_f$  = feed mm/rev

$l$  = length to be turned

$$n = \frac{v}{\pi \times d}$$

$$t_m = \frac{l \times \pi \times d}{s_f \times v} \text{ (min)}$$

Example:

$$d = 0.125 \text{ m}$$

$$v = 20 \text{ m/min}$$

$$s_f = 0.5 \text{ mm/rev}$$

$$l = 600 \text{ mm}$$

$$t_m = \frac{600 \text{ mm} \times 3.14 \times 0.125 \text{ m}}{0.5 \text{ mm/rev} \times 20 \text{ m/min}}$$

$$= 23.5 \text{ min}$$

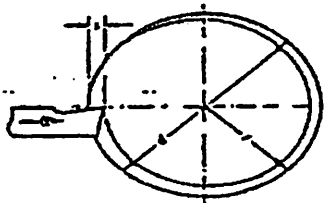
### Facing

$$n = \frac{v}{\pi \times d}$$

$$t_m = \frac{l}{s_f \times n}$$

In order to obtain a uniform cutting speed, the rpm should be varied. For a constant rpm, an average cutting speed should be considered.

For facing the radius  $r$  can be considered, as the length to be turned



Example:

$$d = 0.250 \text{ m}$$

$$v = 20 \text{ m/min}$$

$$s_f = 0.5 \text{ mm/rev}$$

$$n = \frac{v}{\pi \times d} = \frac{20 \text{ m/min}}{3.14 \times 0.25 \text{ m}}$$

$$= 25 \text{ rpm}$$

$$t_m = \frac{l}{s_f \times n} = \frac{125 \text{ mm}}{0.5 \text{ mm/rev} \times 25 \text{ rpm}}$$

$$= 10 \text{ min}$$

Standard values for cutting speeds—angles—specific cutting force



Values given apply to dry cutting, using high-speed steel tools at a cutting speed  $V_m$  (tool life 60 min); tungsten carbide tools at a cutting speed  $V_m$  (tool life 40 min). Setting angle  $\lambda=45^\circ$ , nose angle  $\epsilon=90^\circ$ , front clearance  $\lambda=5 \dots 8^\circ$ . Front clearance  $\lambda=10 \dots 25^\circ$  for soft materials.

Values of specific cutting force (pressure), tangential to the work surface are applicable for depth of cut four to eight times of the feed.

Material	Strength in kgf/mm <sup>2</sup>	Cutting tool	Side clearance $\gamma^\circ$	Side rake angle $\phi^\circ$	Feed $s$ in mm per revolution									
					Cutting speed $V_m$ m/min						Specific cutting force $K_c$ kgf/mm <sup>2</sup> chip section			
					0.1	0.2	0.4	0.8	1.6	3.2	0.1	0.2	0.4	0.8
Main carbon structural steel St 34, St 37, St 42	up to 45	HSS TCT	8 5	14 10	280	60	45	32	25	19	160	260	190	136
St 50, St 63	50... 70	HSS TCT	8 5	14 10	240	44	32	24	18	14	410	225	215	134
St 76	70... 85	HSS TCT	8 5	14 10	200	32	24	18	13	10	440	315	230	164
Cast steel	50... 75	HSS TCT	8 5	10 6	118	34	25	18	14	11	360	260	190	136
Alloy steels	85... 100	HSS TCT	8 5	10 6	130	24	17	12	8.5	6	500	360	260	185
Al-steel, Cr-Ni-steel, Cr-Mn steel	100... 140	HSS TCT	8 5	6 6	95	16	11	8	5	4	530	380	275	200
Other steel alloys	140... 180	HSS TCT	8 5	6 6	60	9.5	6	3	2	1	570	410	300	215
Tool steel	150... 180	HSS TCT	8 5	6 6	30	40	32	27	8.5	6.7	570	410	300	215
Austenitic-steel Manganese steel		HSS TCT	5	6	40	32	25	20	6.7	5.3	660	480	350	252
Cast iron Grade 15	BHN ... 200	HSS TCT	8 5	0	140	48	27	18	14	9.5	190	136	100	72
Cast iron Grade 25	BHN 200... 250	HSS TCT	8 5	0	106	32	18	13	9.5	6.3	290	208	150	102
Malleable Cast iron		HSS TCT	8 5	10	106	43	28	20	13	9	240	175	125	92
Copper alloys Brass	BHN 80... 120	HSS TCT	8 5	0	600	125	85	56	36	35	160	115	85	60
Tin bronze		HSS TCT	8 5	0	300	85	63	48	34	24	140	100	70	52
Cast bronze		HSS TCT	8 5	0	335	63	53	43	36	28	340	245	180	128
Light alloys Pure aluminium		HSS TCT	12 12	30 30	400 1120	300	200	118	75	1	105	76	55	40
Al-alloys Al-12%, 5%		HSS TCT	12 12	18 18	100 224	67	45	30	11		140	100	70	52
Other alloys		HSS TCT	12 12	14 14	25	22	20	18	17		125	90	65	48
Magnesium-alloys		HSS TCT	8 5	6 6	1000 1500	900	800	780	710		58	42	30	22
Synthetic and moulded materials (Hard rubber)		HSS TCT	12 12	10 10	300	280	250	234	200		48	35	25	18
Moulded plastic, Bakelite		HSS TCT	12 12	14 14	200	212	170	132	100		48	35	25	18