

# TUGAS AKHIR

## PERENCANAAN KONTRUKSI MESIN PENEKUK PLAT PROFIL SETENGAH LINGKARAN



MILIK  
PERPUSTAKAAN  
ITN MALANG

Disusun Oleh

Nama : Renault  
NIM : 01.51.029  
Jurusan : Teknik Mesin D-III

JURUSAN TEKNIK MESIN D-III  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
2005

# TIKAS ANHUI

PERENCANAAN KONTROL KUALITAS MANAJEMEN  
MANAJEMEN MANUFAKTUR



TIKAS ANHUI  
KUALITAS MANAJEMEN  
MANAJEMEN MANUFAKTUR

Revisi: 01

Revisi : 01  
050.02.10 : 01  
Revisi : 01

9/10  
1/12

PERENCANAAN KONTROL KUALITAS MANAJEMEN  
MANAJEMEN MANUFAKTUR  
MANAJEMEN MANUFAKTUR  
2005

**LEMBAR PERSETUJUAN  
TUGAS AKHIR**

**PERENCANAAN KONTRUKSI MESIN PENEKUK PLAT PROFIL  
SETENGAH LINGKARAN**

**Disusun oleh :**

**Nama : Renault**  
**NIM : 01.51.029**  
**Jurusan : Teknik Mesin D-III**  
**Fakultas : Teknologi Industri**

**Mengetahui**

**Ka. Jur Teknik Mesin D-III**

**( Ir. Teguh Rahardjo, MT )**



**Dosen Pembimbing**

**( Sibut, ST )**



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

BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Nama : Renault  
Nim : 01 . 51 . 029  
Jurusan : Teknik Mesin  
Program Studi : Diploma III  
Fakultas : Teknologi Industri  
Judul Tugas Akhir : Perencanaan Kontruksi Mesin Penekuk Plat Profil  
Setengah Lingkaran  
Pengajuan Tugas Akhir : 20 Januari 2005  
Selesai Menulis T.A. : 25 Februari 2005  
Dosen Pembimbing : Sibut, ST  
Nilai Bimbingan : 85 ( A )

Mengetahui



Dekan Fakultas Teknologi Industri

( Ir. Mochtar Asroni, MSME )  
Nip : 101.8100.036

Dosen Pembimbing

( Sibut, ST )



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

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

T. 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 SIDANG TUGAS AKHIR

Nama : Renault  
Nim : 01 . 51 . 029  
Jurusan : Teknik Mesin  
Program Studi : Diploma III  
Fakultas : Teknologi Industri  
Judul Tugas Akhir : Perencanaan Kontruksi Mesin Penekuk Plat Profil  
Setengah Lingkaran

**Dipertahankan dihadapan Team Penguji Ujian Tugas Akhir Jenjang  
Program Diploma Tiga ( D-III ) Pada :**

Hari/Tanggal : Kamis / 3 Maret 2005  
Nilai Ujian Sidang : 70,00 ( A )

**PANITIA UJIAN TUGAS AKHIR**



Ketua

( Ir. Mochtar Asroni, MSME )  
Nip : 101.8100.036

Sekretaris

( Ir. Teguh Rahardjo, MT )  
Nip : 131.991.184

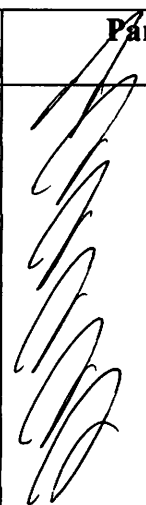
Anggota

( Ir. Drs. Moch Trisno, MT )  
Nip : 130.936.652

( Achmad Taufik, ST )  
Nip : 131.851.985

## LEMBAR ASISTENSI

Nama : Renault  
NIM : 01.51.029  
Jurusan : Teknik Mesin D-III  
Judul TA : Perencanaan Kontruksi Mesin Penekuk Plat Profil Setengah  
Lingkaran  
Dosen Pembimbing : Sibut, ST

| No | Asistensi    | Tanggal        | Paraf   |
|----|--------------|----------------|---|
| 1  | Acc Proposal | 20 - 01 - 2005 |  |
| 2  | Acc Bab I    | 26 - 01 - 2005 |   |
| 3  | Acc Bab II.  | 05 - 02 - 2005 |   |
| 4. | Acc Bab III. | 10 - 02 - 2005 |   |
| 5. | Acc Bab IV.  | 20 - 02 - 2005 |   |
| 6. | Acc Gambar   | 23 - 02 - 2005 |   |

Malang, Februari 2005

Dosen Pembimbing.

  
Sibut, ST

## *LEMBAR PERSEMBAHAN*

Dengan menyebut asma Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, yang menjadikan sesuatu yang tak mungkin menjadi mungkin, dan kini, kunikmati anugrahMu tiada henti. Kupersembahkan karya kecil ini untuk :

- Kedua orang tuaku yang mengucurkan keringat dan doa untukku supaya aku menjadi berhasil, dan sakali lagi aku ucapkan banyak terima kasih.
- Kong Anang dan Eko Bunul trims atas bantuan, kritik dan sarannya.
- Arek-arek kost Bend Sutami I /417 : Sas, Cik Adi, Mahfut(Ucil), Edi Brekeley, Hamdan, Irsan, Wahyu, Yudek, Danang, Suga, Irul.
- Pak Sukijan sekeluarga trims atas tempat kostnya.
- Wawan Panjul dan Andik Kenci trims pinjaman motornya, Rizal Kotek, Maksum ( ayo rek ngopi bareng..... )
- Deni ( patner yang gagal ) karena aku dulu ditolak oleh dosen pembimbingku, mungkin itu "Sesuatu Yang Tertunda" buat diriku.
- Teman seperjuanganku : Arif, Aji dan Hasan, akhirnya kita bisa wisuda bareng rek.
- A MILD Live, 3100, Gitar kiriku, Musikku yang selalu menemani.
- Kota Malang yang jadi kenangan indah, baik suka dan duka (AREMA ne Ker )

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat serta hidayahNya yang menyertai proses penyusunan hingga selesainya laporan Tugas Akhir ini, untuk ini kami sampaikan terima kasih kepada yang terhormat :

1. Bapak **Dr. Ir. Abraham Lomi, MSEE** selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang
2. Bapak **Ir. Mochtar Asroni, MSME** selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang
3. Bapak **Ir. Teguh Rahardjo, MT** selaku ketua jurusan Teknik Mesin D – III di Institut Teknologi Nasional Malang
4. Bapak **Sibut, ST** selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir ini
5. Serta semua pihak yang membantu proses pengerjaan Tugas Akhir ini

Selanjutnya penyusun berharap semoga karya ini dapat memberikan pengaruh positif terhadap perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi khususnya yang berkepentingan untuk wacana yang baik.

Malang, Februari 2005

Penyusun



## DAFTAR ISI

|                          |      |
|--------------------------|------|
| LEMBAR JUDUL .....       | i    |
| LEMBAR PERSETUJUAN ..... | ii   |
| LEMBAR ASISTENSI .....   | iii  |
| KATA PENGANTAR .....     | iv   |
| DAFTAR ISI ..            | v    |
| DAFTAR GAMBAR .....      | vii  |
| DAFTAR TABEL.....        | viii |

### BAB I PENDAHULUAN

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| 1.1 Latar Belakang .....       | 1 |
| 1.2 Tujuan Penulisan .....     | 2 |
| 1.3 Batasan Masalah .....      | 2 |
| 1.4 Metodologi Penulisan.....  | 3 |
| 1.5 Sistematika Penulisan..... | 4 |

### BAB II DASAR TEORI

|  |    |
|--|----|
| 2.1 Ruang lingkup dan definisi las .....   | 5  |
| 2.2 Cara Kerja Konstruksi Mesin Penekuk Plat Profil<br>Setengah Lingkaran Dengan System Hidrolik ..... | 5  |
| 2.3 Perencanaan Bentuk Konstruksi.....   | 6  |
| 2.4 Baja.....  | 8  |
| 2.5 Definisi Las .....   | 9  |
| 2.5.1 Klasifikasi Cara Pengelasan .....  | 9  |
| 2.5.2 Las Elektroda Terbungkus.....  | 12 |
| 2.5.3 Prosedur Pengelasan Busur<br>Dengan Elektrode Terbungkus.....                                    | 14 |
| 2.5.4 Jenis-jenis Sambungan Las .....  | 22 |
| 2.5.5 Tanda-tanda Gambar Dalam Pengelasan .....  | 28 |

|  |    |
|--|----|
| 2.6 Baut dan Mur Pengikat.....                 | 33 |
| 2.6.1 Dasar Pemilihan Baut.....                | 33 |
| 2.6.2 Klasifikasi Baut dan Mur Pengikat .....  | 34 |
| 2.7 Perhitungan Sambungan Las .....            | 37 |
| 2.8 Perhitungan Kekuatan Kontruksi Bahan ..... | 37 |
| 2.9 Perhitungan Baut Dan Mur.....              | 38 |

### **BAB III PERHITUNGAN**

|  |    |
|--|----|
| 3.1 Perencanaan Bentuk Konstruksi.....                     | 39 |
| 3.2 Perhitungan Berat Beban Terhadap Landasan Atas .....   | 40 |
| 3.3. Perhitungan Berat Beban Terhadap Landasan Bawah ..... | 43 |
| 3.4 Perhitungan Berat Beban Konstruksi/Kerangka            |    |
| Mesin Penekuk Plat Profil Setengah Lingkaran.....          | 44 |
| 3.5 Perhitungan Gaya Tekan Cylinder Hidrolik.....          | 46 |
| 3.6 Reaksi Tumpuan Pada Kerangka Atas .....                | 48 |
| 3.7 Reaksi Tumpuan Pada Kerangka Bawah .....               | 51 |
| 3.8 Kekuatan Konstruksi Bahan .....                        | 56 |
| 3.9 Perhitungan Kekuatan Las Pada Kerangka Landasan .....  | 58 |
| 3.10 Perhitungan Baut dan Mur .....                        | 58 |
| 3.11 Perhitungan Baut Pengikat Pada Katup.....             | 63 |

### **BAB IV PENUTUP**

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 4.1 Rekapitulasi..... | 68 |
| 4.2 Saran.....        | 70 |

### **DAFTAR PUSTAKA**

#### **Lampiran**

## DAFTAR GAMBAR

|   |    |
|---|----|
| Gambar 2.0 Baja profil C .....                            | 8  |
| Gambar 2.1 Klarifikasi cara pengelasan.....               | 11 |
| Gambar 2.2 Las busur elektroda terbungkus.....            | 12 |
| Gambar 2.3 Pemindahan logam cair .....                    | 12 |
| Gambar 2.4 Panjang dan jarak las ikat.....                | 15 |
| Gambar 2.5 Contoh alat perakit atau alat pembantu .....   | 16 |
| Gambar 2.6 Alat-alat penyetel.....                        | 17 |
| Gambar 2.7 Dasar-dasar gerakan alektroda .....            | 18 |
| Gambar 2.8 Sudut elektroda pada las tumpul.....           | 19 |
| Gambar 2.9 Sudut elektroda pada las listrik.....          | 19 |
| Gambar 2.10 Gerakan anyaman elektroda .....               | 20 |
| Gambar 2.11 Cara menyalakan busur .....                   | 20 |
| Gambar 2.12 Pemadaman busur.....                          | 21 |
| Gambar 2.13 Pemadaman pada kawah.....                     | 22 |
| Gambar 2.14 Jenis-jenis sambungan dasar.....              | 23 |
| Gambar 2.15 Sambungan T.....                              | 24 |
| Gambar 2.16 Macam-macam sambungan sudut .....             | 25 |
| Gambar 2.17 Sambungan tumpang .....                       | 26 |
| Gambar 2.18 Sambungan sisi .....                          | 27 |
| Gambar 2.19 Sambungan plat penguat.....                   | 27 |
| Gambar 2.20 Garis tanda dan garis petunjuk untuk las..... | 31 |
| Gambar 2.21 Kerusakan pada baut.....                      | 33 |
| Gambar 2.22 Baut penjepit.....                            | 34 |
| Gambar 2.23 Macam-macam baut untuk pemakaian khusus.....  | 35 |
| Gambar 2.24 Macam-macam mur.....                          | 36 |

## DAFTAR TABEL

|  |    |
|--|----|
| Tabel 2.0 Macam-macam dan fungsi bahan fluks.....        | 13 |
| Tabel 2.1 Tanda-tanda tambahan .....                     | 29 |
| Tabel 2.2 Tanda-tanda dasar .....                        | 30 |
| Tabel 2.3 Penempatan tanda gambar dalam pengelasan ..... | 32 |

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar belakang**

Pada kehidupan dewasa ini, terlihat perkembangan serta kemajuan ekonomi dan industri semakin cepat. Dengan adanya kemajuan teknologi yang cukup pesat, taraf kehidupan manusia dari tahun ketahun semakin meningkat. Hal ini karena fasilitas untuk mencapai tujuan yang diinginkan mudah diperoleh oleh manusia, baik mengenai penerangan, informasi dan factor fasilitas lainnya.

Sejalan dengan berkembangnya industri dan perbengkelan, maka kebutuhan bengkel semakin meningkat. Sehubungan dengan hal tersebut, berbagai upaya telah dan akan dilakukan oleh pemerintah agar usaha industri dan perbengkelan tetap bertahan dan berkembang dimasa mendatang.

Salah satunya dengan memperbaiki kinerja para pekerja (mekanik), yang tadinya bekerja secara tradisional dan memerlukan waktu yang lama dalam bekerja disamping itu juga menguras tenaga para pekerja, sehingga tidak adanya efisiensi waktu dan tenaga.

Dari masalah atau kendala tersebut diatas, maka dirasa perlu dibuat konstruksi mesin penekuk plat profil setengah lingkaran yang mampu untuk melakukan pekerjaan dengan mudah dan cepat tanpa harus menguras tenaga yang besar. Diharapkan para pekerja dapat bekerja dengan semaksimal mungkin sehingga tercapainya efisiensinya waktu dan tenaga.

Dalam hal ini penulis, Menulis tentang perencanaan konstruksi mesin penekuk plat profil setengah lingkaran dengan sistim hidrolik

## **1.2 Tujuan Penulisan**

### **a. Tujuan umum**

Tujuan umum yang ingin dicapai dalam penulisan Tugas Akhir ini adalah untuk memudahkan pekerjaan dalam menekuk plat profil setengah lingkaran.

### **b. Tujuan khusus**

Tujuan khusus yang ingin dicapai adalah untuk merencanakan sebuah mesin penekuk plat dengan sistim hidrolik serta ukuran-ukuran yang direncanakan sesuai dengan syarat-syarat factor keamanan.

## **1.3. Batasan masalah**

Agar dalam perencanaan sebuah mesin penekuk plat profil setengah lingkaran dengan sistim hidrolik terarah pembahasannya, maka dalam laporan tugas akhir ini penyusun membatasi permasalahan hanya pada :

- Perencanaan kontruksi kerangka mesin penekuk plat dengan sytim hidrolik profil setengah lingkaran dengan ukuran tebal : 7 mm , panjang : 5 cm, jari-jari setengah lingkaran : 25,7 mm dengan bahan strip.
- Perencanan pengelasan pada kerangka mesin penekuk plat dengan system hidrolik profil setengah lingkaran.
- Perencanaan kekuatan baut dan mur mesin penekuk plat dengan system hidrolik profil setengah lingkaran.

#### **1.4. Metodologi penulisan**

Dalam penulisan Tugas Akhir ini kami menggunakan beberapa metode penyusunan yang sudah umum digunakan, diantaranya :

1. Metode kepustakaan

Dilakukan dengan cara mempelajari buku-buku referensi atau literature yang dapat dijadikan acuan bagi penulisan laporan Tugas Akhir ini.

2. Metode observasi.

Dengan cara melakukan tinjauan khususnya pada tempat-tempat yang terdapat obyek yang berhubungan dengan penulisan Tugas Akhir ini.

3. Metode bimbingan

Dalam penulisan Tugas Akhir ini kami membutuhkan bantuan dari dosen pembimbing untuk mengevaluasi serta memberikan petunjuk dalam pembahasan setiap permasalahan yang kami hadapi.

### **1.5. Sistematika penulisan**

Sistematika penulisan laporan Tugas Akhir ini kami bagi dalam beberapa bab, antara lain :

**BAB I            PENDAHULUAN**

Berisikan penjelasan yang mencakup latar belakang, batasan masalah, tujuan penulisan dan sistematika penulisan.

**BAB II            DASAR TEORI**

Berisikan tentang dasar-dasar teori yang dijadikan acuan bagi penyusun dalam merencanakan konstruksi mesin penekuk plat dengan system hidrolis.

**BAB III           PERHITUNGAN**

Bab ini berisikan tentang perhitungan konstruksi kerangka, las pada kerangka, baut dan mur.

**BAB IV           PENUTUP**

Berisikan tentang kesimpulan data dari semua hal yang direncanakan.



## **BAB II**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1 Ruang lingkup dan Definisi Las**

Dalam pembahasan ini perlu kita pahami dasar tentang perencanaan alat yang akan kita kerjakan. Dari tinjauan pustaka dapat kita jelaskan bagaimana merencanakan suatu konstruksi mesin hidrolik system penekuk plat profil setengah lingkaran beserta cara kerjanya.

Pengertian hidrolik adalah komponen – komponen yang menggunakan media zat cair bertekanan untuk melakukan akuntansi. Keadaan keseimbangan zat cair dalam mengisi sebuah ruang serta terjadi kemampatan zat cair dalam ruangan. Dari pengertian hidrolik, kita bisa mengerti cara kerja system hidrolik yaitu dengan bantuan zat cair yang dihasilkan pompa yang dihasilkan ketabung gas, sehingga hidrolik tersebut akan bekerja.

Dari data yang ada maka kita dapat memahami prinsip kerja system hidrolik itu sendiri dan menentukan konstruksi yang tepat agar terjadi kesesuaian. Dan yang terpenting adalah pemilihan bahan konstruksi yang kita rencanakan.

#### **2.2 Cara Kerja Konstruksi Mesin Penekuk Plat Profil Setengah Lingkaran Dengan System Hidrolik.**

Pada awal langkah kerja dari alat penekuk plat profil setengah lingkaran ini yaitu cylinder actuator menekat plat yang terpasang pada landasan konstruksi mesin penekuk plat, sehingga plat akan menekuk dengan adanya

tekanan dari pompa hidrolis. Setelah cylinder menekan plat otomatis plat akan menekuk, maka dengan cara otomatis cylinder penekan plat akan kembali pada posisi semula. Setelah proses penekuk plat selesai dengan sempurna maka cylinder akan kembali seperti semula.

### **2.3 Perencanaan Bentuk Konstruksi**

Didalam suatu perencanaan bentuk konstruksi ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan yaitu faktor kekuatan dan keamanan dari konstruksi tersebut. Konstruksi atau rangka merupakan komponen untuk menahan beban dan gaya – gaya yang bekerja pada mesin. Oleh karena itu konstruksi harus kuat dan kokoh dengan ukuran (dimensi) yang sesuai.

Untuk mengetahui kekuatan dari suatu bahan maka perlu mengetahui sifat dan karakteristik dari bahan tersebut, diantaranya :

#### **1. Sifat Mekanis**

Sifat mekanis adalah kemampuan dari logam untuk beban – beban yang dikenakan kepadanya, Baik pembebanan statis atau dinamis pada suhu biasa, suhu tinggi dibawah  $0^{\circ}$  C. Sifat mekanis logam ditentukan keadaan pembebanan, keadaan lingkungan, suhu, tekanan dan besarnya pembebanan.

#### **2. Sifat Kimia**

Sifat kimia erat hubungannya dengan kerusakan deteriosasi secara kimia. Hampir semua bahan akan mengalami gejala serupa atau gejala korosi atau ketahanan bahan tersebut terhadap serangan korosi.

### **3. Sifat Fisika**

Sifat fisika adalah kelakuan dari bahan karena mengalami peristiwa fisika seperti adanya pengaruh panas dan listrik. Sifat karena pengaruh panas antara lain sifat – sifat karena proses pemanasan sampai mencair ataupun sebaliknya dan sifat – sifat karena perubahan ukuran struktur oleh pengaruh panas.

### **4. Sifat Teknologi**

Sifat teknologi adalah sifat dan kelakuan dari bahan yang timbul dalam proses pengolahannya. Sifat ini harus diketahui sebelum pengolahan bahan dilakukan.

Selain itu pertimbangan – pertimbangan yang perlu dan harus diperhatikan antara lain :

1. Pemilihan bahan harus disesuaikan dengan perencanaan konstruksi yang akan dibuat.
2. Bahan yang akan dipilih harus memiliki kekuatan konstruksi yang kuat.
3. Bahan yang mudah didapat dan di temukan dipasaran.
4. Harga relatif murah (ekonomis) dan mudah di fabrikasi.

Dasar pemilihan bahan yang baik akan menghasilkan suatu konstruksi mesin yang kuat dan tahan lama.

## 2.4 Baja

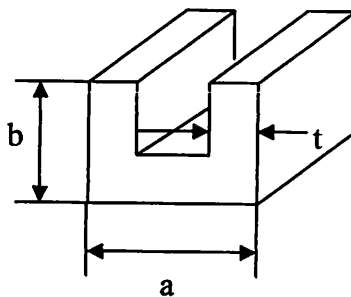
Bahan yang digunakan untuk konstruksi pada mesin konstruksi penekuk plat profil setengah lingkaran adalah baja ST 37 dengan berbagai pertimbangan, diantaranya :

1. Bahan ini mempunyai kekuatan yang tinggi.
2. Mempunyai kekuatan las yang baik
3. Mudah didapat dipasaran
4. Harga yang ekonomis

Baja profil (ST 37 ) yang tersedia di pasaran memiliki bentuk yang bermacam – macam diantaranya berbentuk C, plat, segi empat, dll. Untuk perencanaan konstruksi mesin penekuk plat di gunakan baja profil berbentuk plat.

Gambar 2.0

Plat baja profil C



Dalam perencanaan dan pembuatan konstruksi penekuk plat sistem hidrolik ini menggunakan bahan plat baja ST 37 Profil plat

- Lebar (a) = 80 mm
- Tinggi (b) = 45 mm
- Tebal Plat (t) = 6 mm

## 2.5 Definisi Las

Mengelas adalah menyambung logam dengan memanaskan sampai suhu leleh dengan atau tanpa bahan pengisi. Yang akan disambung maupun logam pengisinya diusahakan sama jenisnya. Sedangkan menurut deutsche Industrie Norman (DIN) Mengelas adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Dari definisi tersebut dapat dijabarkan lebih lanjut bahwa las adalah sambungan setempat dari beberapa logam dengan menggunakan energi panas.

Sambungan las mempunyai beberapa keuntungan dibandingkan dengan sambungan sejenis antara lain :

1. Las listrik menghasilkan suhu pemanasan yang tinggi dan konstan.
2. Kampul Las lebih ringan.
3. Bagian yang akan dilas pada umumnya tidak perlu dilapisi lagi.
4. Lebih efisien terutama terhadap tegangan tarik, tidak ada lubang yang melemahkan penampang batang tariknya.

Kekurangan pada sambungan las, bahwa kualitas atau mutu las sangat tergantung keahlian dari juru las (Welder).

### 2.5.1. Klafikasi Cara Pengelasan.

Sampai saat ini banyak sekali cara – cara pengklasifikasian yang digunakan dalam bidang las, hal ini disebabkan karena belum adanya kesepakatan dalam hal tersebut. Secara Konvensinal cara – cara pengklasifikasian tersebut dapat terbagi dalam dua golongan yaitu berdasarkan cara kerja (Las cair, las patri, dll) dan pengklasifikasian berdasarkan energi yang yang di gunakan.

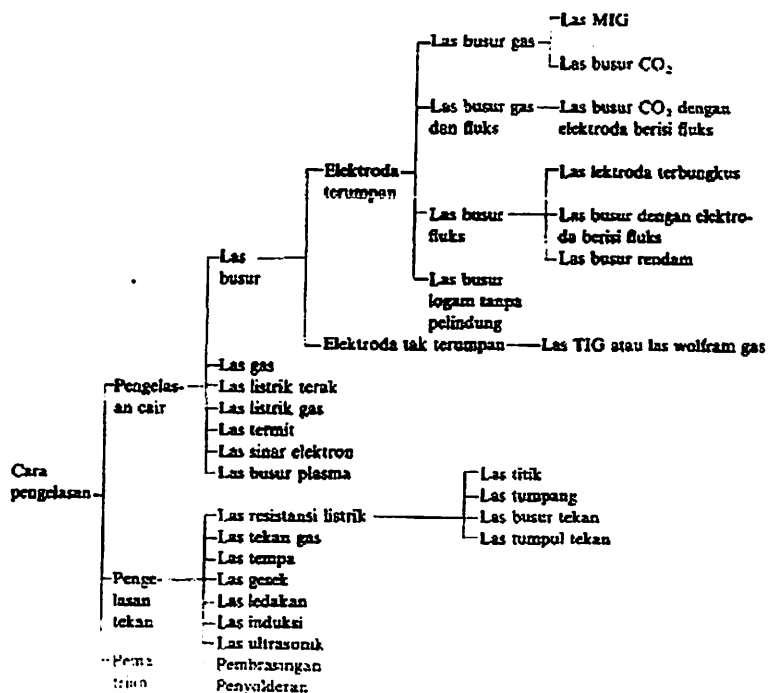
Berdasarkan klasifikasi ini pengelasan dapat dibagi lagi dalam tiga kelas utama yaitu :

1. Pengelasan cair adalah cara pengelasan dimana sambungan dipanaskan sampai mencair dengan sumber panas dari busur listrik atau semburan api gas yang terbakar. Las ini banyak digunakan dalam konstruksi las masih dibagi lagi kedalam elektroda terumpan dan tak terumpan, las dengan menggunakan las pembakaran dari gas seperti las *oksiakseteline*, Las listrik perak yang menggunakan panas resistensi perak cair, las busur electron dan sebagainya.
2. Pengelasan tekan adalah cara pengelasan dimana sambungan dipanaskan dan kemudian ditekan menjadi satu. Jenis sambungan yang dapat dilakukan dengan dengan las tekan adalah sambungan tekan, las gesek, atau friksi, las ultra sonic, las tekan angin, las tekan panas, las resistensi yang meliputi : Las titik dan las garis. Penggunaan las tekan diutamakan untuk mencapai efisiensi kerja yang tinggi pada penyambutan pada dua jenis logam pada konstruksi dengan bentuk yang rumit, dan pada kondisi plat tipis.
3. Pematrian adalah cara pengelasan dimana sambungan diikat dan disatukan dengan menggunakan paduan logam yang mempunyai titik cair rendah, dalam cara ini logam induk tidak turut mencair. Penyambungan patri dapat dilaksanakan dengan mengisi logam pengisi temperature yang lebih rendah dari pada temperature cair atau logam patri cair kedalam celah dari logam yang disambung. Dalam hal ini logam patri akan meresap dan

melekat pada logam induk secara kapiler. Logam patri biasanya mempunyai kekuatan yang lebih rendah dibandingkan logam induk dan dibagi dalam dua jenis yaitu : Logam patri keras dan logam patri lunak yang dibedakan oleh suhu cairnya logam patri dengan titik cair kurang dari  $427^{\circ}\text{C}$  termasuk dalam logam patri yang lunak dan lebih dari  $427^{\circ}\text{C}$  termasuk dalam logam patri luas. Untuk mengimbangi kekuatan induk logam, permukaan lokasi harus lebih luas dari pada penampang logam induk. Sambungan patri biasanya digunakan untuk penyambungan plat tipis atau seng. Dalam gambar dibawah ini dapat dilihat perbandingan antara sambungan patri dan sambungan las.

Gambar 2.1

### Klasifikasi Cara Pengelasan



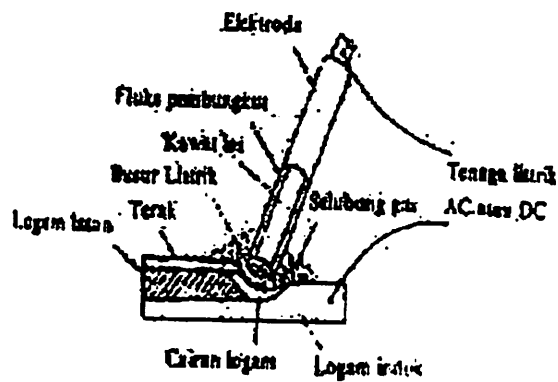
Sumber : Harsono Wiryosumarto, *Teknologi Pengelasan Logam*, hal 8

### 2.5.2. Las Elektroda Terbungkus.

Las elektroda terbungkus adalah cara pengelasan yang banyak digunakan pada saat ini. Cara pengelasan ini menggunakan kawat elektroda logam yang dibungkus dengan fluks. Busur listrik terbentuk diantara logam induk dan ujung elektroda, karena panas dari busur maka logam induk mencair dan ujung elektroda mencair dan kemudian membeku bersama.

Gambar 2.2

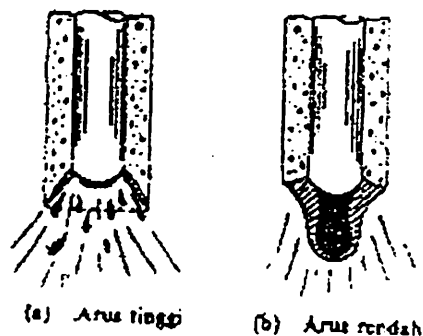
Las Busur Elektroda Terbungkus



Sumber : Harsono Wiryosumarto, *Teknologi Pengelasan Logam*, hal 9

Gambar 2.3

Pemindahan Logam Cair



Sumber : Harsono Wiryosumarto, *Teknologi Pengelasan Logam*, hal 9



Dalam las elektroda terbungkus fluks memegang peranan penting, karena fluks dapat bertindak sebagai :

- Pemantap busur dan penyebab kelancaran pemindahan butiran – butiran cairan logam.
- Sumber terka atau gas yang dapat melindungi logam cair terhadap udara disekitarnya .
- Sumber – sumber unsur paduan.

Bahan yang digunakan dapat digolongkan dalam pemantapan busur, pembuatan terak, penghasil gas, deoksidator, unsure paduan dan bahan pengikat.

Tabel 2.0

Macam – macam dan Fungsi Bahan Fluks

| Bahan Fluks \ Pengaruh | Peman-<br>tap<br>busur | Pemben-<br>tuk<br>terak | Deoksi-<br>dator | Oksi-<br>dator | Pem-<br>bentuk<br>gas | Penambah-<br>an unsur<br>paduan | Penguat<br>pembung-<br>kus | Pengi-<br>kat<br>fluks |
|------------------------|------------------------|-------------------------|------------------|----------------|-----------------------|---------------------------------|----------------------------|------------------------|
| Selulosa               |                        |                         | ○                |                | ○                     |                                 | ○                          |                        |
| Lempung Silikat        | ○                      | ○                       |                  |                |                       |                                 |                            |                        |
| Talek                  | ○                      | ○                       |                  |                |                       |                                 |                            |                        |
| Titanium oksida        | ○                      | ○                       |                  |                |                       |                                 |                            |                        |
| Itmenit                | ○                      | ○                       |                  |                |                       |                                 |                            |                        |
| Feroksida              | ○                      | ○                       |                  | ○              |                       |                                 |                            |                        |
| Kalsium karbonat       | ○                      | ○                       |                  | ○              | ○                     |                                 |                            |                        |
| Ferro mangan           |                        | ○                       | ○                |                |                       | ○                               |                            |                        |
| Mangan dioksida        |                        | ○                       |                  | ○              |                       | ○                               | ○                          |                        |
| Pasir Silisium         |                        | ○                       |                  | ○              |                       | ○                               |                            |                        |
| Kalium silikat         | ○                      | ○                       |                  |                |                       |                                 |                            | ○                      |
| Natrium silikat        | ○                      | ○                       |                  |                |                       |                                 |                            | ○                      |

○ Fungsi utama  
○ Fungsi tambahan

Sumber : Harsono Wiryosumarto, Teknologi Pengelasan Logam ,hal 10

### **2.5.3. Prosedur Pengelasan Busur Dengan Elektroda Terbungkus**

#### **a. Persiapan Bagian Yang Akan Dilas**

- Persiapan sisi las.

Pada umumnya untuk pengelasan pelat tebal sampai dengan 6 mm digunakan alur persegi, untuk plat dengan ketebalan antara 6 mm sampai 20 mm digunakan alur V tunggal dan yang lebih tebal lagi dengan alur V ganda atau ulir U tunggal.

- Posisi Pengelasan Dan Alat Pemegang

Posisi pengelasan yang terbaik dilihat dari sudut kualitas sambungan dan efisiensi pengelasan adalah posisi datar ( flat ). Karena itu dalam menentukan urutan, landasan perakitan dan dan alat perakit harus mengusahakan menggunakan posisi datar.

Tujuan dari penggunaan alat perakit atau alat bantu adalah :

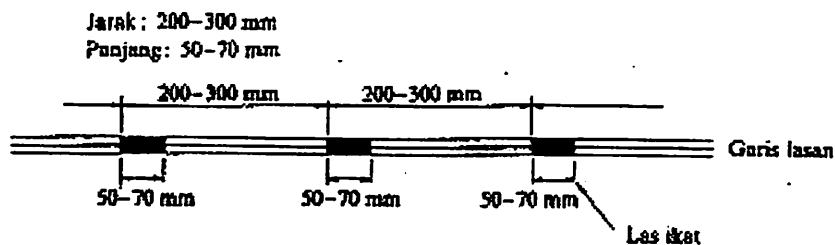
1. Memungkinkan pelaksanaan pengelasan posisi datar sebanyak – banyaknya, misalnya alatm –alat pemutar.
2. Menahan dan menghalangi perubahan bentuk dengan memudahkan pelaksanaan pengelasan atau memberikan perubahan bentuk mula untuk mendapatkan ketepatan bentuk yang lebih tinggi, misalnya alat – alat penjepit.
3. Memperbaiki efisiensi dengan memudahkan pelaksanaan pengelasan atau memungkinkan pengelasan otomatis dalam hal ini produksi besar atau massa, misalnya alat – alat penyetelan.

➤ Las Ikat Dan Perakitan

Bagian – bagian yang telah disiapkan kemudian disetel untuk dirakit dan sering bagian – bagian tersebut dihubungkan satu sama lainnya dengan las pendek – pendek pada tempat tertentu yang dinamakan ikat (Tack Welding ) yang sifatnya sementara namun juga mempengaruhi kualitas. Contoh standart dari jarak dan panjang las ikat dapat dilihat pada gambar 2.4

Gambar 2.4

Panjang dan Jarak Las Ikat

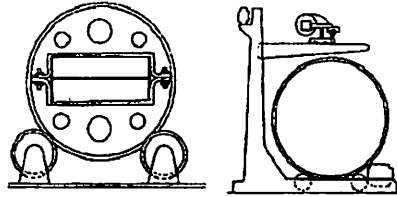


Sumber : Harsono Wirjosumarto, *Teknologi Pengeelasan Logam*, hal 216

Dalam penyetalan haarus di usahakan agar setelan selesai pelaksanaan las ikat, jarak antar bagian – bagian yang akan di las terutama celah akarnya tidak berubah.

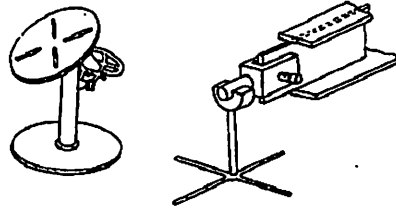
Gambar 2.5

Contoh Alat Perakit atau Alat Pembantu



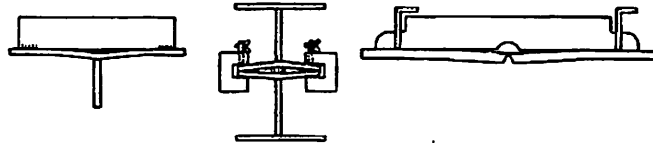
(a) Alat pemutar balok I

(b) Alat pemutar pipa



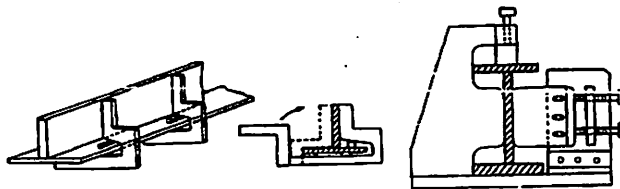
(c) Alat penyetal

(d) Alat pemutar untuk

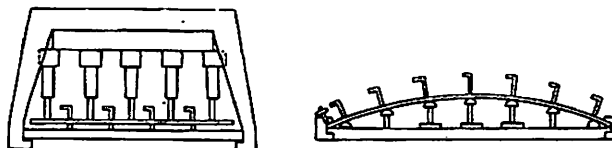


(h) Cara meregang flens.

(i) Cara meregang sambungan tumpul.



(e) Alat penyetal flens



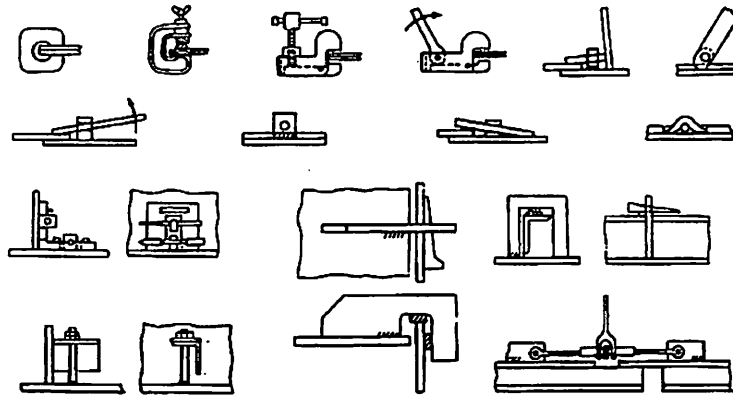
(f) Alat peregang

(g) Alat peregang

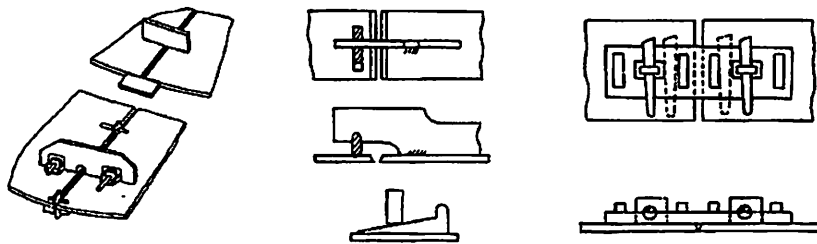
Sumber : Harsono Wiryosumarto, Teknologi Pengelasan Logam, hal 215

Gambar 2.6

Alat – alat Penyetel



(a) Alat penyetel



(b) Alat penyetel alur

Sumber : Harsono Wiryosumarto, *Teknologi Pengelasan Logam*, hal 216

➤ Pembersih Alur

Kotoran – kotoran seperti karat, terak, minyak dan gemuk, debu dan air, bila tercampur dengan logam las dapat menimbulkan cacat las seperti etak dan lubang halus, yang dapat membahayakan konstruksi.

Cara pembersihan kotoran tersebut ada dua macam, yaitu cara mekanik dengan menggunakan sikat baja, penyemprotan pasir atau cara kimia seperti penggunaan aseton dan soda api.

### b. Pergerakan Elektroda

Tujuannya adalah mendapatkan deposit logam lasan dengan permukaan yang rata dan halus serta menghindari terjadinya takikan dan percampuran retak. Beberapa contoh gerakan elektroda ditunjukkan dalam Gambar 3.7

Gambar 2.7

Dasar – dasar Gerakan Elektroda

| Posisi      | Jenis lasan                  |                         | Gerakan elektroda |
|-------------|------------------------------|-------------------------|-------------------|
| Datar       | Las sudut horizontal         |                         |                   |
|             | Las tumpul, lapisan per-tama | Dengan kaki akar        |                   |
|             |                              | Tanpa kaki akar         |                   |
|             | Las tumpul, lapisan akhir    | Lapisan akhir yang umum |                   |
|             |                              | Dengan gerakan balik    |                   |
| Vertikal    | Las sudut dan las tumpul     |                         |                   |
| Atas kepala | Las sudut                    |                         |                   |
|             | Las tumpul                   |                         |                   |

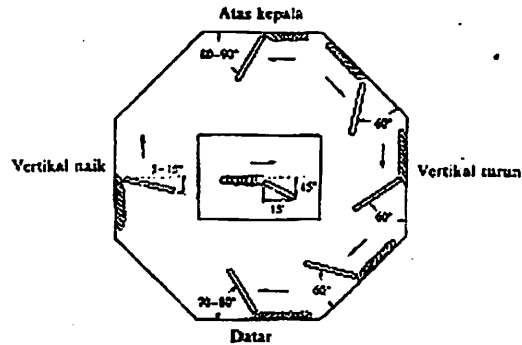
Sumber: Harsono Wiryosumarto, Teknologi Logam, hal 222

### c. Sudut Pengelasan dan Ayunan Pengelasan

Dalam pengelasan tumpul besarnya sudut elektroda dan posisi pengelasan seperti ditunjukkan dalam gambar 2.8. Sedangkan sudut antara elektroda dengan pelat induk pada arah melintang terhadap garis lurus harus  $90^{\circ}$  seperti terlihat dalam gambar 2.9

Gambar 2.8

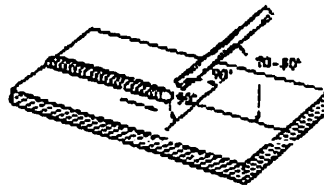
Sudut Elektroda Pada Las Tumpul



Sumber : Harsono Wiryosumarto, *Teknologi Pengelasan Logam*, hal 222

Gambar 2.9

Sudut Elektroda Pada Las Listrik

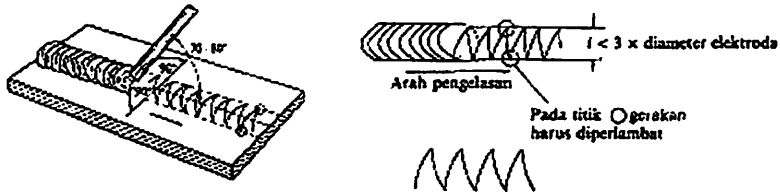


Sumber : Harsono Wiryosumarto, *Teknologi Pengelasan Logam*, hal 222

Ujung elektroda biasanya harus digerakkan sehingga terjadi semacam anyaman atau lipatan manik las. Dalam hal ini lebar gerakan seharusnya tidak melebihi tiga kali besarnya diameter elektroda, seperti ditunjukkan pada gambar 2.10

Gambar 2.10

Gerakan Anyaman Elektroda



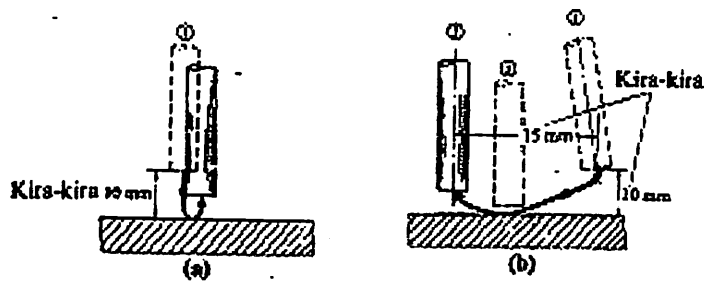
Sumber : Harsono Wiryosumarto, Teknologi Pengelasan Logam, hal 223

d. Penyalan dan Pemadaman Busur Listrik.

Penyalan busur listrik dapat dilakukan dengan menghubungkan singkat ujung elektroda dengan plat logam induk dan segera memisahkan lagi pada jarak yang pendek, seperti di tunjukkan dalam gambar 2.11. Busur listrik akan padam dengan menjauhkan elektroda dari logam induk, seperti ditunjukkan dalam gambar 2.12

Gambar 2.11

Cara Menyalakan Busur

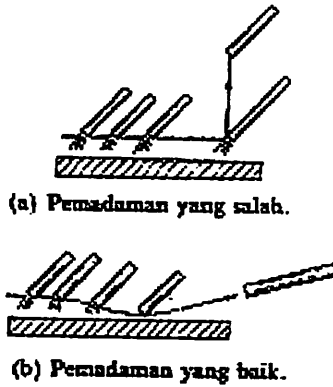


Sumber : Harsono Wiryosumarto, Teknologi Pengelasan Logam, hal 223



Gambar 2.12

Pemadaman Busur



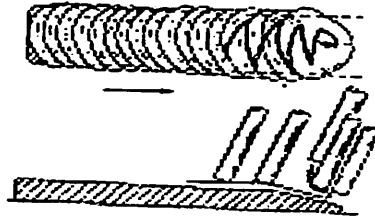
Sumber : Harsono Wiryosumarto, *Teknologi Pengelasan Logam*, hal 223

Cara pemadaman busur listrik ini mempunyai pengaruh terhadap mutu penyambungan manik las. Untuk mendapatkan sambungan manik las yang baik, sebelum elektroda dijauhkan dari logam induk sebaiknya busur dikurangi lebih dahulu dan baru kemudian elektroda dijauhkan dengan arah yang miring.

Pemadaman busur sebaiknya tidak dilakukan ditengah – tengah kawah las, namun agak berputar sedikit seperti ditunjukkan dalam gambar 2.13

Gambar 2.13

Pemadaman Pada Kawah



*Sumber : Harsono Wiryosumarto, Teknologi Pengelasan Logam .hal 223*

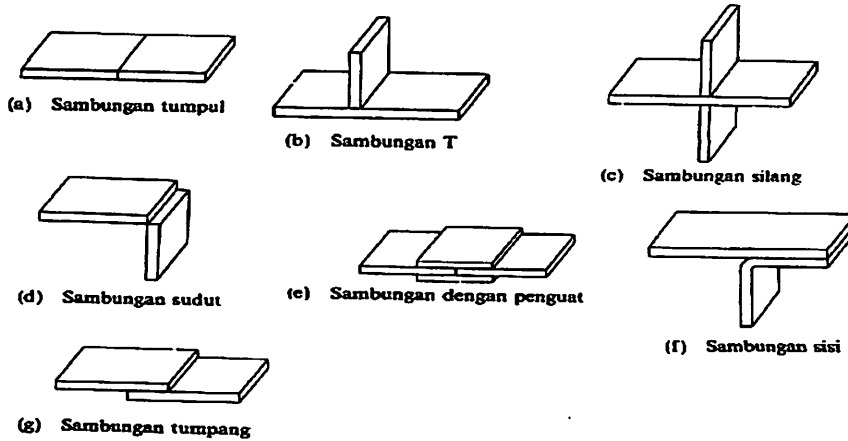
#### 2.5.4 Jenis – jenis Sambungan Las

##### 1. Sambungan Las Dasar.

Sambungan las dalam konstruksi baja pada dasarnya dibagi dalam sambungan tumpul, sambungan T, sambungan sudut, dan sambungan tumpang. Sebagai perkembangan sambungan dasar tersebut terjadi sambungan silang sambungan dengan penguat dan sambungan sisi. Berikut ini gambar jenis – jenis sambungan dasar.

Gambar 2.14

Jenis – jenis Sambungan Dasar



Sumber : Harsono Wiryosumarto, *Teknologi Pengelasan Logam*, hal 157

## 2. Sambungan Tumpul

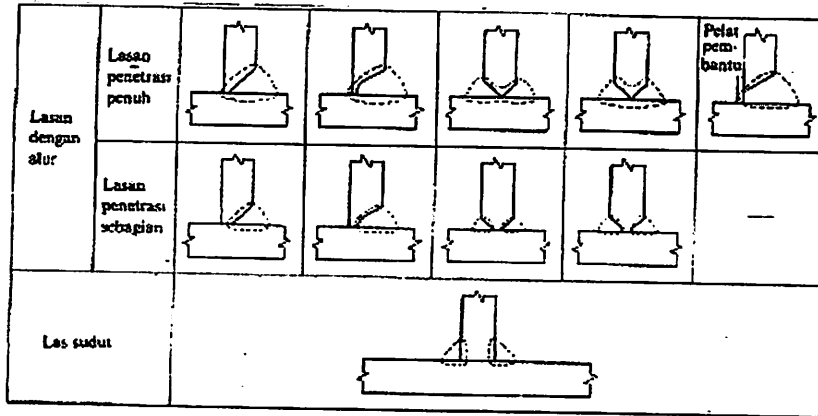
Sambungan tumpul Adalah sambungan yang efisien. Sambungan ini dibagi menjadi dua yaitu sambungan penetrasi penuh dibagi lebih lanjut menjadi sambungan tanpa plat pembantu dan sambungan dengan plat pembantu yang masih dibagi lagi dalam plat pembantu yang urutan menjadi bagian dari konstruksi plat pembantu yang hanya sebagian penolong dalam pengelasan saja.

## 3. Sambungan Bentuk “T” dan Bentuk Silang

Pada kedua sambungan ini secara garis besar dibagi dalam dua jenis yaitu jenis las dengan alur dan jenis las sudut. Hal – hal yang dijelaskan untuk sambungan tumpul diatas juga berlaku untuk sambungan jenis ini. Dalam pelaksanaan pengelasan mungkin sekali ada bagian batang yang menghalangi yang dalam hal ini dapat diatasi dengan memperbesar sudut alur.

Gambar 2.15

Sambungan T



Sumber : Harsono Wiryosumarto, *Teknologi Pengelasan Logam*, hal 159

**4. Sambungan Sudut.**

Dalam sambungan ini dapat terjadi dalam arah tebal plat yang dapat menyebabkan terjadinya retak lamel. Hal ini dapat di hindari dengan membuat alur pada plat tegak. Bila pengelasan dalam tidak dapat dilakukan karena sempitnya ruangan maka pelaksanaanya dapat dilakukan dengan pengelasan tembus atau pengelasan dengan plat pembantu.

Gambar 2.16

Macam – macam Sambungan Sudut

|  |                          |  |  |  |  |   |   |  |  |
|--|--------------------------|--|--|--|--|---|---|--|--|
| Lasan dengan alur                        | Lasan penetrasi penuh    |  |  |  |  |   |   |  |  |
|  | Lasan penetrasi sebagian |  |  |  |  |   |   |  |  |
| Gebungan lasan dengan ehur dan las sudut |                          |  |  |  |  | — | — |  |  |
| Las sudut                                |                          |  |  |  |  |   |   |  |  |

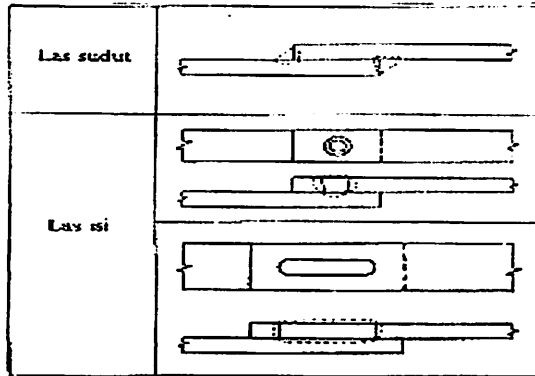
Sumber : Harsono Wiryosumarto, Teknologi Pengelasan Logam, hal 160

5. Sambungan Tumpang.

Sambungan tumpang di bagi dalam tiga jenis. Karena sambungan ini efisiensinya rendah maka jarang sekali di gunakan untuk pelaksanaan penyambungan konstruksi utama, sambungan tumpang biasanya dilaksanakan las sudut dan las isi.

Gambar 2.17

Sambungan Tumpang



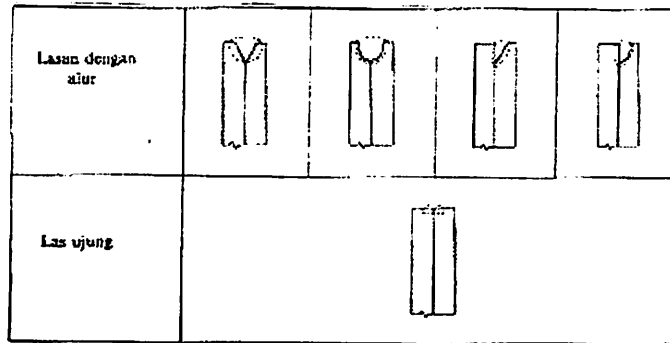
Sumber : Harsono Wiryosumarto, *Teknologi Pengelasan Logam*, hal 160

**6. Sambungan Sisi.**

Sambungan sisi dibagi dalam sambungan las dengan alur dan sambungan las ujung. Untuk jenis utama pada platnya harus di buat alur, sedang pada jenis kedua pengelasan dilakukan pada ujung plat tanpa alur. Jenis yang kedua ini biasanya hasilnya kurang memuaskan kecuali pengelasan dilakukan dalam posisi datar dengan aliran listrik yang tinggi. Karena hal ini, maka jenis hanya di pakai untuk pengelasan tambahan atau sementara pada pengelasan plat – plat tebal.

Gambar 2.18.

Sambungan Sisi



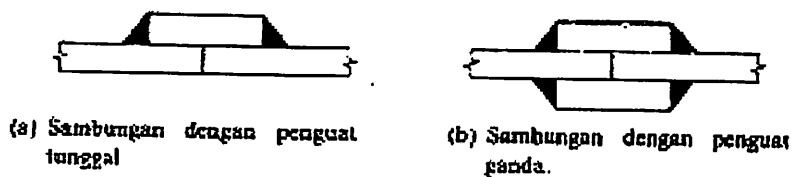
Sumber : Harsono Wiryosumarto, *Teknologi Pengelasan Logam*, hal 161

**7. Sambungan dengan Plat Penguat.**

Sambungan ini di bagi dalam dua jenis yaitu sambungan dengan plat penguat tunggal dan sambungan dengan penguat ganda. Dari gambar dapat terlihat bahwa sambungan ini mirip dengan sambungan tumpang dengan lasan yang sama. Maka sambungan inipin jarang digunakan untuk penyambungan konstruksi utama.

Gambar 2.19

Sambungan Plat Penguat



Sumber : Harsono Wiryosumarto, *Teknologi Pengelasan Logam*, hal 161

### **2.5.5 Tanda – tanda Gambar Dalam Pengelasan**

Cara – cara dan syarat – syarat dalam pengelasan yang di sampaikan oleh perencana kepada juru las ( *Welder* ) Berupa gambar dan di lakukan dengan bantuan lambang – lambang khusus untuk menyederhanakan gambar konstruksi.

Penyajian dalam lambang memberikan keterangan yang diperlukan secara jelas dan lengkap, untuk jenis pengelasan yang di inginkan tanpa melebihi gambar dengan catatan – catatan atau keterangan – keterangan dan pandangan tambahan.



Tanda gambar las biasanya terdiri dari dua yaitu :

1. Berdasarkan tanda dasar, pengelasan di bagi dalam las alur, las sudut, las busur listrik dan las resistensi. Sebagai contoh dalam tabel 2.4, di tunjukkan tanda – tanda gambar menurut JIS.
2. Tanda gambar pelengkap di gunakan untuk menjelaskan penampakan, penyelesaian permukaan dari permukaan las secara tertulis pada garis tanda. Dalam tabel 2.3, menunjukkan tanda gambar tambahan menurut JIS



Tabel 2.1

Tanda – tanda Tambahan

| Pembagian                       |         | Tanda Tambahan  | Keterangan  |
|---------------------------------|---------|---|---|
| Kontur lasan                    | Datar   | —   | Cembung keluar terhadap garis tanda<br>Cekung keluar terhadap garis tanda |
|                                 | Cembung |  |   |
|                                 | Cekung  |  |   |
| Penyelesaian                    | Pahat   | <b>C</b>  |   |
|                                 | Gerinda | <b>G</b>  |   |
|                                 | Mesin   | <b>M</b>  |   |
| Pengelasan di lapangan          |         | ●   | Bila sudah jelas harus dilas keliling, tanda ini tidak perlu              |
| Pengelasan keliling             |         | ○   |   |
| Pengelasan keliling di lapangan |         | ⊙   |   |

Sumber : Harsono Wiryosumarto, *Teknologi Pengelasan Logam*, hal 165

Tabel 2.2

## Tanda – tanda Dasar

|                | Jenis Lasan       | Tanda | Keterangan   |
|----------------|-------------------|-------|--|
| Las Tumpul     | Flens ganda       |       | Garis tegak di sebelah kiri<br><br>Simetri terhadap garis tanda<br>Garis tegak di sebelah kiri<br>Simetri terhadap garis tanda<br>Garis tegak di sebelah kiri<br>Simetri terhadap garis tanda<br><br>Simetri terhadap garis tanda<br><br>Simetri terhadap garis tanda<br>Garis tegak di sebelah kiri<br>Simetri terhadap garis tanda |
|                | Flens tunggal     |       |  |
|                | Persceg           |       |  |
|                | Alur V            |       |  |
|                | Alur X            |       |  |
|                | Alur lurus        |       |  |
|                | Alur K            |       |  |
|                | Alur J            |       |  |
|                | Alur J ganda      |       |  |
|                | Alur U            |       |  |
|                | Alur U ganda      |       |  |
|                | V terbuka         |       |  |
|                | X terbuka         |       |  |
|                | Tirus terbuka     |       |  |
| K terbuka      |                   |       |  |
| Las sudut      | Tunggal           |       | Garis tegak di sebelah kiri  |
|                | Ganda             |       | Simetri terhadap garis tanda   |
| Las isi        | Manik             |       |  |
|                | Pelapisan         |       |  |
|                |                   |       |  |
| Las resistansi | Titik             |       | Simetri terhadap garis tanda   |
|                | Proyeksi          |       | Simetri terhadap garis tanda   |
|                | Tumpang           |       | Simetri terhadap garis tanda   |
|                | Pijar atau lantak |       | Simetri terhadap garis tanda   |

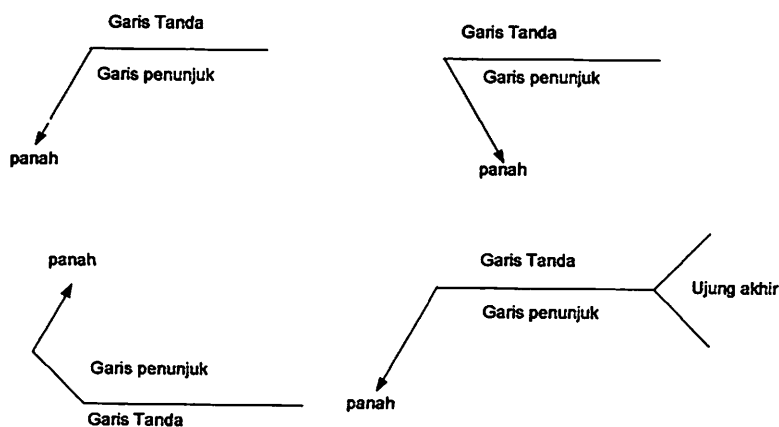
Sumber : Harsono Wiryosumarto, Teknologi Pengelasan Logam, hal 164

Penempatan dan cara penggambaran tanda pengelasan dalam gambar harus mengikuti peraturan – peraturan tertentu. Dibawah ini beberapa cara menurut JIS dan AWS.

1. Tanda pengelasan pada dasarnya harus menunjukkan macam pengelasan dari bagian yang disambungkan, kecuali dalam hal pengelasan pelapisan.
2. Tanda pengelasan harus ditempatkan pada garis tanda lengkapdengannya ukurannya.
3. Garis gambar terdiri dari dua garis yaitu garis lurus datar tempat tanda dan garis penunjuk dengan anak panah yang menunjukan dari bagian sambungan dan sudut  $60^{\circ}$  terhadap garis tempat tanda, seperti ditunjukkan dalam gambar 2.20.

Gambar 2.20

### Garis Tanda dan Garis Petunjuk untuk las



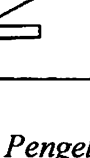

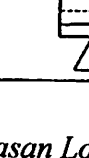


Sumber : Harsono Wiryosumarto, Teknologi Pengelasan Logam, hal 165

1. Tanda gambar dan ukuran harus ditempatkan sedekat mungkin dengan garis tanda dan diletakkan dibawah garis bila sisi yang dilas adalah sisi yang ditunjukkan oleh panah dan harus diletakkan diatas garis bila yang dilas adalah sisi sebaliknya.
2. Tanda – tanda pelengkap untuk pengelasan dilapangan harus diletakkan pada pertemuan dari garis tanda dan garis petunjuk.
3. Pengelasan – pengelasan khusus yang harus ditempatkan pada ujung akhir garis tanda.

Tabel 2.3

Penempatan Tanda Gambar dalam Pengelasan

| Jenis lasan              | Tanda gambar  | Keterangan  |
|--------------------------|---|---|
| Las tumpul flens tunggal |  | Garis tegak dan satu $\frac{1}{4}$ lingkaran  |
| Tempat lasan             | Lasan   | Tanda gambar  |
| Sisi panah               |   |  |
| Di balik panah           |   |  |

Sumber : Harsono Wiryosumarto, *Teknologi Pengelasan Logam*, hal 167

## 2.6. Baut dan Mur Pengikat

### 2.6.1 Dasar Pemilihan Baut.

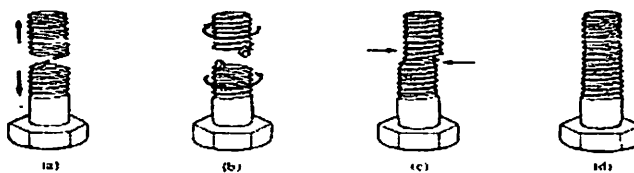
Baut dan mur merupakan alat pengikat yang sangat penting, untuk mencegah kecelakaan atau kerusakan pada mesin. Pemilihan baut dan mur sebagai alat pengikat harus dilakukan dengan seksama, untuk mendapatkan ukuran baut dan mur berbagai faktor harus diperhatikan, seperti sifat gaya yang bekerja pada baut dan lain-lain

Adapun baut yang bekerja pada dapat berupa :

- Beban statis aksial murni.
- Beban aksial bersama dengan beban puntir.
- Beban geser.
- Beban tumbukan aksial.

Gambar 2.21

#### Kerusakan Pada Baut.



Sumber :Sularso, *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*, hal 296.

Kerusakan yang biasa terjadi pada baut dan mur adalah :

- Putus karena tarikan.
- Putus karena putaran.
- Tergeser.
- Ulir lumur (dol ).

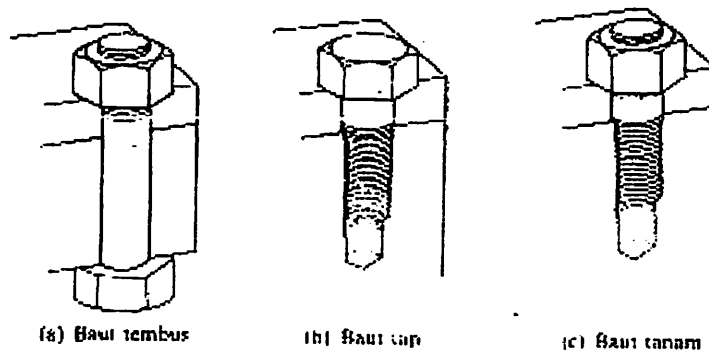
## 2.6.2 Klasifikasi Baut Dan Mur Pengikat.

### 1. Baut penjepit,dapat berbentuk:

- a. Baut tembus, Untuk menjepit dua bagian melalui lubang tembus, dimana jepitan diketatkan dengan ulir yang ditapkan pada salah satu bagian.
- b. Baut tap, untuk menjepit dua bagian , dimana jepitan diketatkan dengan ulir yang ditapkan pada salah satu bagian.
- c. Baut tanam, merupakan baut tanpa kepala dan diberi ulir pada kedua ujungnya. Untuk dapat menjepit dua bagian, baut ditanam pada salah satu bagian yang mempunyai lubang berulir, dan jepitan diketatkan dengan sebuah mur.

Gambar 2.22

### Baut Penjepit



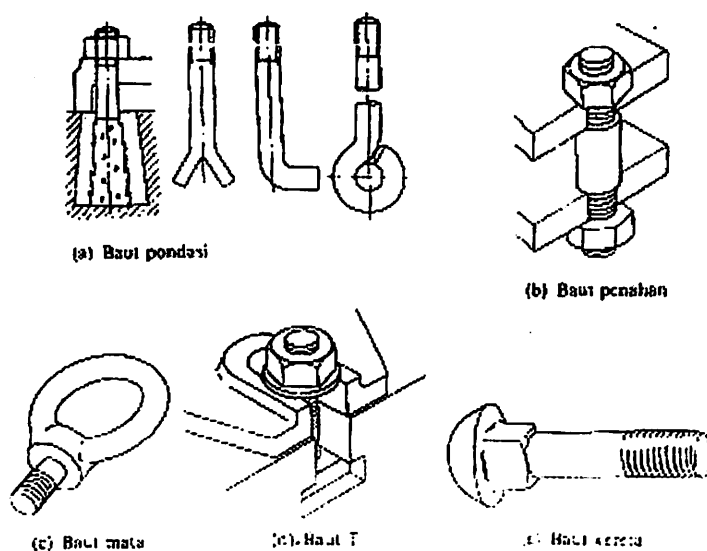
Sumber : Sularso, Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin, hal 293

2. Baut untuk pemakaian khusus.

- a. Baut pondasi, untuk memasang mesin atau bangunan pada pondasinya. Baut ini ditanam pada pondasi beton, dan jepitan pada bagian mesin atau bangunan diketatkan dengan mur.
- b. Baut penahan, untuk menahan dua bagian dalam jaraak yang tepat
- c. Baut mata atau bait kait, dipasang pada badan mesin sebagai kaitan untuk alat pengangkat.
- d. Baut T, untuk mengikat benda kerja atau alat pada meja atau dasar yang mempunyai jalur T, sehingga letaknya dapat diatur.
- e. Baut kereta, Banyak dipakai pada badan kendaraan. Bagian persegi dibawah kepala dimasukkan kedalam lubang persegi yang pas sehingga baut tidak ikut berputar pada waktu mur diketakkan atau dilepaskan.

Gambar 2.23

Macam-macam Baut Untuk Pemakaian Khusus



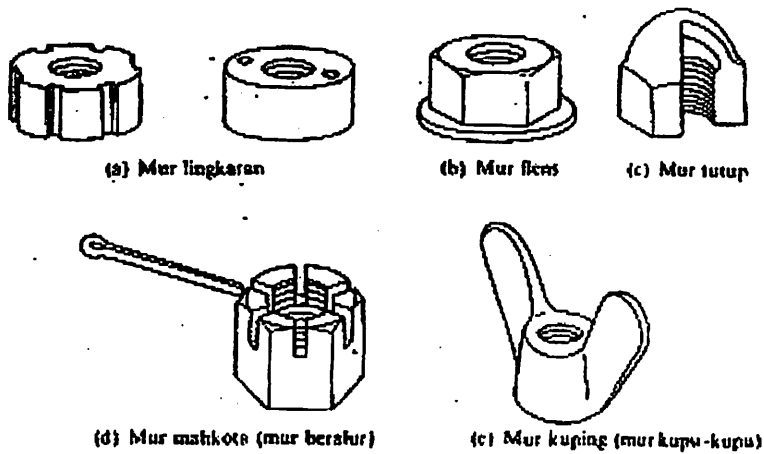
Sumber : Sularso, *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*, hal 294

### 3. Mur

Pada umumnya mur mempunyai bentuk segi enam. Tetapi untuk pemakaian khusus dapat dipakai mur dengan bentuk yang bermacam-macam, seperti : mur bulat, mur flens, mur mahkota dan mur kuping.

Gambar 2.24

#### Macam-macam Mur



Sumber : Sularso, *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. hal 294



## 2.7. Perhitungan Sambungan Las.

### a. Tegangan tekan

$$\sigma = \frac{0,707 \cdot P}{h \cdot l} \sqrt{18 \left( \frac{L}{l} \right)^2 + 2,7} \quad \left( \text{Kg} / \text{mm}^2 \right)$$

Dimana :

P = Gaya (mm)

l = Panjang lasan (mm)

h = Tebal lasan (mm)

L = Jarak titik las (mm)

## 2.8. Perhitungan kekuatan konstruksi bahan

### a. Tegangan Bending

$$\sigma_b = \frac{M_{mak}}{W_b}$$

Dimana :

$M_{maks}$  = Momen maksimum ( kg mm )

$W_b$  = Momen tahanan bending (mm<sup>3</sup>)

### b. Kekuatan bahan

$$\sigma_{b \text{ ijin}} = \frac{\sigma_t}{sf}$$

Dimana :

$\sigma_t$  = Kekuatan tarik bahan ( kg/mm<sup>2</sup> )

sf = Faktor keamanan ( 8 )

## 2.9 Perhitungan baut dan mur

Perhitungan pada sambungan baut dan mur ini sangat penting diketahui dengan cara merencanakan ukuran baut dan mur, jika terjadi tegangan pada mur baut, yang perlu diketahui dalam perhitungan ini adalah :

1. Tinggi mur =  $0,8 \times d$
2. Ulir pada mur Z

$$z = \frac{H}{P}$$

Dimana :

H = Tinggi mur (mm)

P = Jarak bagi (mm)

3. Tegangan Tarik

$$\sigma_t = \frac{W}{\frac{\pi}{4} \times (0,8 \cdot D)^2}$$

Dimana :

W = Beban tarik aksial (kg)

D = Diameter luar (mm)

4. Tegangan tarik ijin

$$\sigma_{ti} = \frac{\sigma_t}{Sf}$$

Dimana :

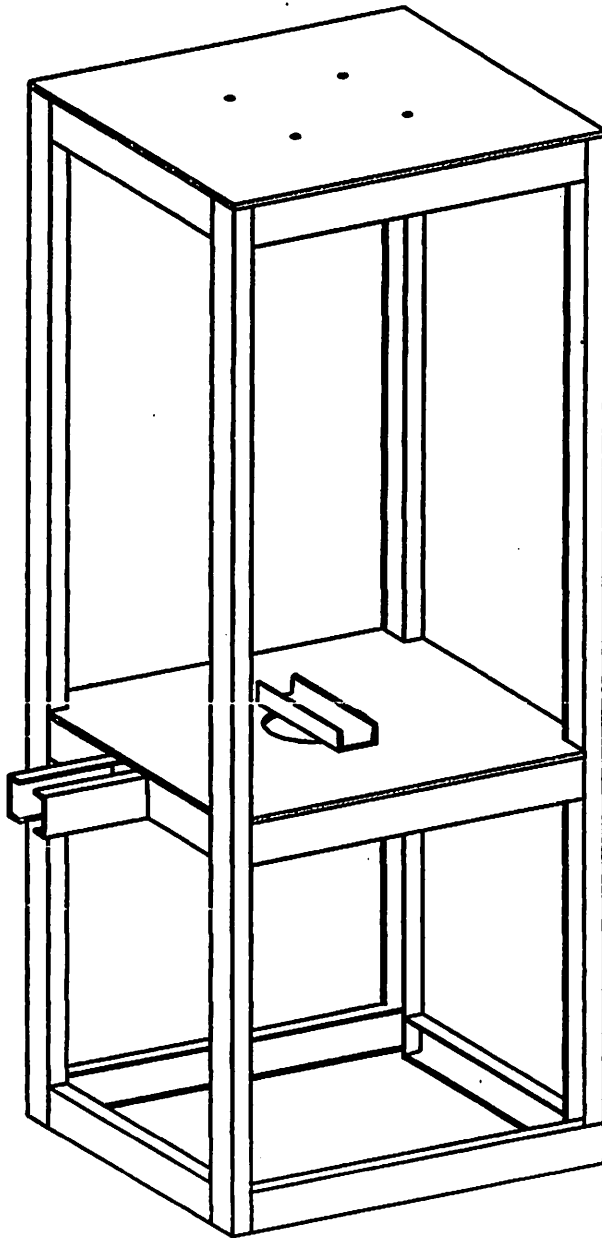
$\sigma_{ti}$  = Tegangan tarik bahan (kg/mm)

Sf = Faktor keamanan.

## BAB III

### PERHITUNGAN

#### 3.1 Perencanaan Bentuk Kontruksi



### 3.2 Perhitungan berat beban terhadap landasan atas

Beban yang diterima oleh landasan atas ( Top plate ) meliputi :

#### 3.2.1 Berat cylinder penekan

Data-data yang direncanakan :

|                              |          |                              |
|------------------------------|----------|------------------------------|
| Besar diameter torak         | dt       | = 8 cm                       |
| Besar diameter seal cylinder | ds       | = 8,1 cm                     |
| Besar diameter cylinder      | D        | = 8,7 cm                     |
| Panjang cylinder             | Ls       | = 45 cm                      |
| Tebal seal cylinder          | t        | = 1,7 cm                     |
| Panjang torak                | Lt       | = 2,5 cm                     |
| Besar diameter dalam torak   | dd       | = 7,8 cm                     |
| Massa jenis bahan seal       | $\rho_l$ | = 0,0013 kg/cm <sup>3</sup>  |
| Massa jenis bahan cylinder   | $\rho_s$ | = 0,00785 kg/cm <sup>3</sup> |
| Massa jenis bahan torak      | $\rho_t$ | = 0,00785 kg/cm <sup>3</sup> |

$$\begin{aligned}\text{Berat cylinder ( } W_1 \text{ )} &= \left( \frac{\pi}{4} D^2 - \frac{\pi}{4} ds^2 \right) l_s \cdot \rho_s \\ &= \left( \frac{\pi}{4} 8,7^2 - \frac{\pi}{4} 8,1^2 \right) 45 \cdot 0,00785 \\ &= ( 59,416 - 51,503 ) 45 \cdot 0,00785 \\ &= 2,795 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat torak ( } W_2 \text{ )} &= \left( \frac{\pi}{4} dt^2 - \frac{\pi}{4} dd^2 \right) l_t \cdot \rho_t \\ &= \left( \frac{\pi}{4} 8^2 - \frac{\pi}{4} 7,8^2 \right) 2,5 \cdot 0,00785\end{aligned}$$

$$= ( 50,24 - 47,75 ) 2,5 \cdot 0,00785$$

$$= 0,488 \text{ kg}$$

$$\text{Berat seal ( } W_3 \text{ )} = \left( \frac{\pi}{4} d_s^2 - \frac{\pi}{4} d_t^2 \right) l \cdot \rho_l$$

$$= \left( \frac{\pi}{4} 8,1^2 - \frac{\pi}{4} 8^2 \right) 2,5 \cdot 0,0013$$

$$= ( 51,50 - 50,24 ) 2,5 \cdot 0,0013$$

$$= 0,0378 \text{ kg}$$

Berat cylinder / piston yang sebenarnya ( Bpn ) :

$$\text{Bpn} = W_1 + W_2 + W_3$$

$$= 2,795 + 0,488 + 0,0378$$

$$= 3,661 \text{ Kg}$$

### 3.2.2 Berat plat landasan atas ( Pla )

Data yang direncanakan :

Panjang plat landasan atas  $p = 80 \text{ cm}$

Lebar plat landasan atas  $L = 76 \text{ cm}$

Tinggi plat landasan atas  $T = 1 \text{ cm}$

Massa jenis besi bahan plat landasan atas  $\rho_c = 0,00785 \text{ kg/cm}^3$

$$\text{Pla} = P \times L \times T \times \rho_c$$

$$= 80 \times 76 \times 1 \times 0,00785$$

$$= 47,73 \text{ kg}$$

### 3.2.3 Berat plat penyangga pompa hidrolik ( Pph )

Data yang direncanakan :

|                                  |        |                              |
|----------------------------------|--------|------------------------------|
| Panjang penyangga pompa hidrolik | P      | = 30 cm                      |
| Lebar penyangga pompa hidrolik   | L      | = 30 cm                      |
| Tinggi penyangga pompa hidrolik  | T      | = 1 cm                       |
| Massa jenis besi/bahan penyangga | $\rho$ | = 0,00785 kg/cm <sup>3</sup> |

Sehingga berat penyangga pompa hidrolik ( Pph )

$$\begin{aligned} Pph &= P \times L \times T \times \rho \\ &= 30 \times 30 \times 1 \times 0,00785 \\ &= 7,1 \text{ kg} \end{aligned}$$

### 3.2.4 Berat plat penekan ( Bpp )

Data yang direncanakan :

|                                     |        |                              |
|-------------------------------------|--------|------------------------------|
| Panjang plat penekan                | P      | = 25 cm                      |
| Lebar plat penekan                  | L      | = 25 cm                      |
| Tinggi plat penekan                 | T      | = 1 cm                       |
| Massa jenis besi/bahan plat penekan | $\rho$ | = 0,00785 kg/cm <sup>3</sup> |

Sehingga berat plat penekan ( Bpp )

$$\begin{aligned} Bpp &= P \times L \times T \times \rho \\ &= 25 \times 25 \times 1 \times 0,00785 \\ &= 4,91 \text{ kg} \end{aligned}$$

### 3.2.5 Berat landasan atas dan berat bebannya ( Bla )

Data-data yang diketahui :

$$\text{Bpn} = 3,661 \text{ kg}$$

$$\text{Pla} = 47,73 \text{ kg}$$

$$\text{Pph} = 7,1 \text{ kg}$$

$$\text{Bpp} = 4,91 \text{ kg}$$

Sehingga berat beban total yang diterima landasan atas ( W1 ) adalah :

$$\begin{aligned} \text{W1} &= \text{Bpn} + \text{Pla} + \text{Pph} + \text{Bpp} \\ &= 3,661 + 47,73 + 7,1 + 4,91 \\ &= 63,401 \text{ kg} \end{aligned}$$

### 3.3 Perhitungan berat beban terhadap landasan bawah.

#### 3.3.1 Berat plat landasan benda kerja ( Plb )

Data yang direncanakan :

$$\text{Panjang landasan benda kerja} \quad \text{P} = 80 \text{ cm}$$

$$\text{Lebar landasan benda kerja} \quad \text{L} = 60 \text{ cm}$$

$$\text{Tinggi landasan benda kerja} \quad \text{T} = 1 \text{ cm}$$

$$\text{Massa jenis bahan} \quad \rho = 0,00785 \text{ kg/cm}^3$$

Sehingga berat plat landasan benda kerja ( Plb )

$$\begin{aligned} \text{Plb} &= \text{P} \times \text{L} \times \text{T} \times \rho \\ &= 80 \times 60 \times 1 \times 0,00785 \\ &= 37,86 \text{ kg} \end{aligned}$$

### 3.3.2 Berat landasan matres ( Blm )

|   |        |                              |
|---|--------|------------------------------|
| Berat landasan matres                       | P      | = 25 cm                      |
| Lebar landasan matres                       | L      | = 25 cm                      |
| Tinggi landasan matres                      | T      | = 1 cm                       |
| Massa jenis besi/bahan plat landasan matres | $\rho$ | = 0,00785 kg/cm <sup>3</sup> |

Sehingga berat landasan matres ( Blm )

$$\begin{aligned} \text{Blm} &= P \times L \times T \times \rho \\ &= 25 \times 25 \times 1 \times 0,00785 \\ &= 4,91 \text{ kg} \end{aligned}$$

Maka berat beban total yang diterima landasan bawah ( W2 ) adalah :

$$\begin{aligned} W_2 &= \text{Plb} + \text{Blm} + W_1 \\ &= 37,86 + 4,91 + 63,401 \\ &= 106,172 \text{ kg} \end{aligned}$$

### 3.4 Perhitungan berat beban kontruksi / kerangka mesin penekuk plat profil setengah lingkaran

#### 3.4.1 Berat kontruksi / kerangka mesin penekuk plat profil setengah lingkaran.

Karena kontruksi / kerangka mesin penekuk plat profil setengah lingkaran menggunakan bahan baja profil C panjang yang direncanakan adalah :

- Panjang yang direncanakan = 200 cm dan dibagi dalam 4 tiap meter = 8,64 kg = 0,0864 kg/cm<sup>2</sup>
- $$\begin{aligned} \text{Bk1} &= 0,0864 \times 200 \\ &= 17,28 \text{ kg} \end{aligned}$$



$$= 17,28 \times 4$$

$$= 69,12 \text{ kg}$$

- Panjang yang direncanakan = 80 cm dan dibagi 6 tiap 80 cm

$$\text{Bk}_2 = 0,0864 \times 80$$

$$= 6,912 \text{ kg}$$

$$= 6,912 \times 6$$

$$= 41,472 \text{ kg}$$

- Panjang yang direncanakan = 60 cm dan dibagi 6 tiap 60 cm

$$\text{Bk}_3 = 0,0864 \times 60$$

$$= 5,184 \text{ kg}$$

$$= 5,184 \times 6$$

$$= 31,104 \text{ kg}$$

- Panjang yang direncanakan = 22 cm dan dibagi 2 tiap 22 cm

$$\text{Bk}_4 = 0,0864 \times 22$$

$$= 1,9 \text{ kg}$$

$$= 1,9 \times 2$$

$$= 3,8 \text{ kg}$$

Maka total keseluruhan adalah :

$$\text{Bk total} = \text{Bk}_1 + \text{Bk}_2 + \text{Bk}_3 + \text{Bk}_4$$

$$= 69,12 + 41,472 + 31,104 + 3,8$$

$$= 145,496 \text{ kg}$$

Maka berat konstruksi mesin penekuk plat profil setengah lingkaran ini

secara keseluruhan ( W ) adalah :

$$\begin{aligned}
 W &= W_1 + W_2 + Bk_{total} \\
 &= 63,401 + 106,172 + 145,496 \\
 &= 315,069 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

### 3.5 Perhitungan gaya tekan cylinder hidrolik

a. Perhitungan gaya tekan yang dibutuhkan untuk proses pembentukan

- Luas penampang benda kerja :

$$\text{Panjang (b)} = 50 \text{ mm}$$

$$\text{Lebar (h)} = 7 \text{ mm}$$

Maka luas penampangnya :

$$\begin{aligned}
 A &= b \cdot h \\
 &= 50 \cdot 7 \\
 &= 350 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

- Gaya tekan yang dibutuhkan untuk proses pembentukan :

$$\sigma_{yield} = \frac{Fs}{A}$$

Dimana :  $\sigma_{yield}$  untuk baja ST 37 adalah  $22 \text{ kg/mm}^2$

Maka :

$$\begin{aligned}
 \sigma_y &= \frac{Fs}{A} \\
 Fs &= \sigma_y \cdot A \\
 &= 22 \text{ kg/mm}^2 \cdot 350 \text{ mm}^2 \\
 &= 7700 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

b. Perhitungan gaya tekan cylinder hidrolik yang sebenarnya

- Data yang diperoleh dari pompa hidrolik yang ada dipasaran :

$$\begin{aligned} P &= 16,04 \text{ N/mm}^2 \\ &= 16,04 \text{ N/mm}^2 \cdot \frac{100 \text{ mm}^2}{1 \text{ cm}^2} \\ &= 1604 \text{ N/cm}^2 \\ &= 160,4 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

- Dari data diatas maka diperoleh gaya tekan cylinder hidrolik yang sebenarnya :

$$\begin{aligned} F &= \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot P \\ &= \frac{3,14}{4} \cdot 8^2 \cdot 160,4 \\ &= \frac{3,14}{4} \cdot 64 \cdot 160,4 \\ &= 8058 \text{ kg} \end{aligned}$$

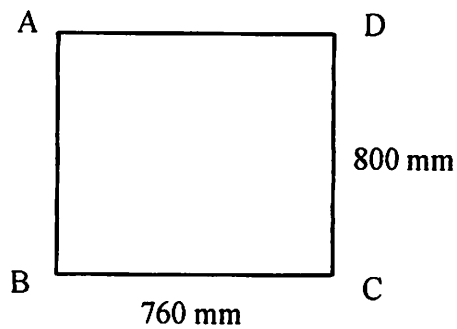
Karena besar gaya tekan yang dibutuhkan untuk proses pembentukan( $F_s$ )

lebih kecil dari gaya tekan cylinder hidrolik yang sebenarnya

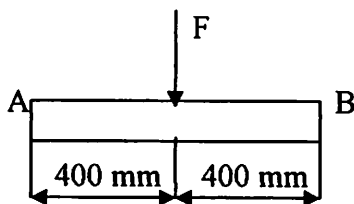
$$F_s < F = 7700 \text{ kg} < 8058 \text{ kg}$$

Maka pemilihan cylinder dan pompa hidrolik memenuhi syarat.

### 3.6 Reaksi Tumpuan Pada Kerangka Atas



#### 3.6.1 Perhitungan kerangka AB



➤ Besar reaksi kerangka AB

Dititik A

$$\sum M_b = 0$$

$$-F \cdot l_2 + R_a (l_1 + l_2) = 0$$

$$8058,5 \cdot 400 + R_a (400 + 400) = 0$$

$$R_a = \frac{8058,5 \cdot 400}{800}$$

$$= 4029,25 \text{ kg}$$

Dititik B

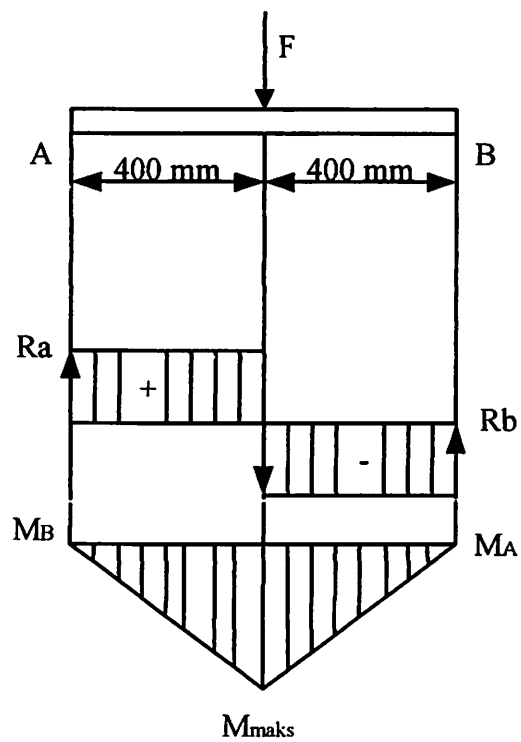
$$\sum M_a = 0$$

$$F \cdot l_2 - R_b (l_1 + l_2) = 0$$

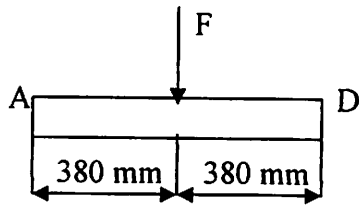
$$8058,5 \cdot 400 - R_b (400 + 400) = 0$$

$$\begin{aligned}
 R_b &= \frac{8058,5 \cdot 400}{800} \\
 &= 4029,25 \text{ kg} \\
 \rhd M_{maks} &= R_a \cdot l_1 \\
 &= 4029,25 \cdot 400 \\
 &= 1611700 \text{ kg mm}
 \end{aligned}$$

Momen yang terjadi :



### 3.6.2 Perhitungan kerangka AD



➤ Berat reaksi kerangka AD

Dititik A

$$\sum M_d = 0$$

$$-F \cdot l_2 + R_a (l_1 + l_2) = 0$$

$$-8058,5 \cdot 380 + R_a (380 + 380) = 0$$

$$R_a = \frac{8058,5 \cdot 380}{760}$$

$$= 4029,25 \text{ kg}$$

Dititik D

$$\sum M_a = 0$$

$$F \cdot l_1 - R_d (l_1 + l_2) = 0$$

$$8058,5 \cdot 380 - R_d (380 + 380) = 0$$

$$R_d = \frac{8058,5 \cdot 380}{760}$$

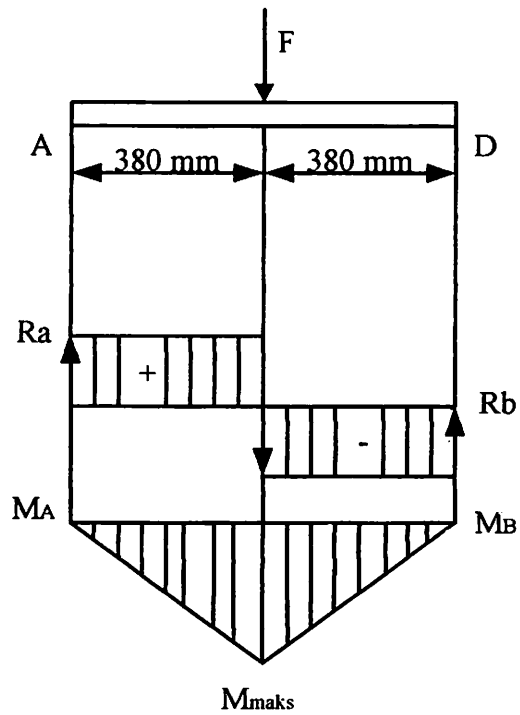
$$= 4029,25 \text{ kg}$$

➤  $M_{maks} = R_a \cdot l_1$

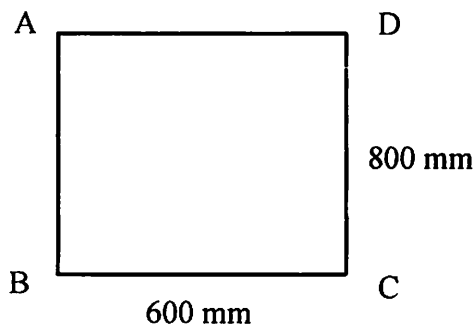
$$= 4029,25 \cdot 380$$

$$= 1531115 \text{ kg mm}$$

Momen yang terjadi :



### 3.7 Reaksi Tumpuan Pada Kerangka Bawah

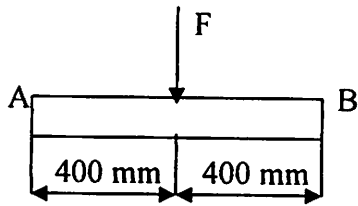


Dimana berat (  $W$  ) landasan diasumsikan :

Berat landasan atas + gaya tekan hidrolis

$$106,17 + 8058,5 = 8164,67$$

### 3.7.1 Perhitungan kerangka AB



➤ Besar reaksi kerangka AB

Dititik A

$$\sum M_b = 0$$

$$-F \cdot l_2 + R_a (l_1 + l_2) = 0$$

$$-8164,67 \cdot 400 + R_a (400 + 400) = 0$$

$$R_a = \frac{8164,67 \cdot 400}{800}$$

$$= 4082,335 \text{ kg}$$

Dititik B

$$\sum M_a = 0$$

$$F \cdot l_1 - R_b (l_1 + l_2) = 0$$

$$8164,67 \cdot 400 - R_b (400 + 400) = 0$$

$$R_b = \frac{8164,67 \cdot 400}{800}$$

$$= 4082,335 \text{ kg}$$

➤ Besar momen dititik AB

$$M_a = 0$$

$$M_a = R_b (l_1 + l_2) - W \cdot l_1$$

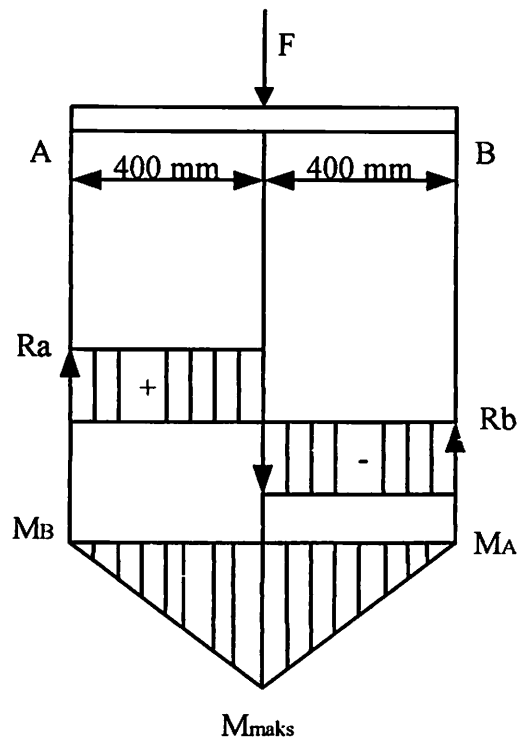
$$= 4082,335 (400 + 400) - 8164,67$$

$$= 0$$

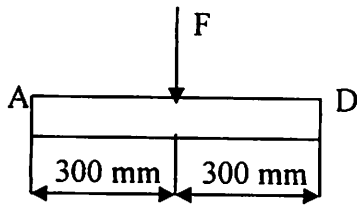


$$\begin{aligned}
 M_{maks} &= R_a \cdot l_1 \\
 &= 4082,335 \cdot 400 \\
 &= 1632900 \text{ kg mm}
 \end{aligned}$$

Momen yang terjadi :



### 3.7.2 Perhitungan kerangka AD



➤ Berat reaksi kerangka AD

Dititik A

$$\sum M_d = 0$$

$$-F \cdot l_2 + R_a (l_1 - l_2) = 0$$

$$-8164,67 \cdot 300 + R_a (300 + 300) = 0$$

$$R_a = \frac{8164,67 \cdot 300}{600}$$

$$= 4082,335 \text{ kg}$$

Dititik D

$$\sum M_a = 0$$

$$F \cdot l_1 - R_d (l_1 + l_2) = 0$$

$$8164,67 \cdot 300 - R_d (300 + 300) = 0$$

$$R_d = \frac{8164,67 \cdot 300}{600}$$

$$= 4082,335 \text{ kg}$$

➤ Besar momen dititik AD

$$M_a = 0$$

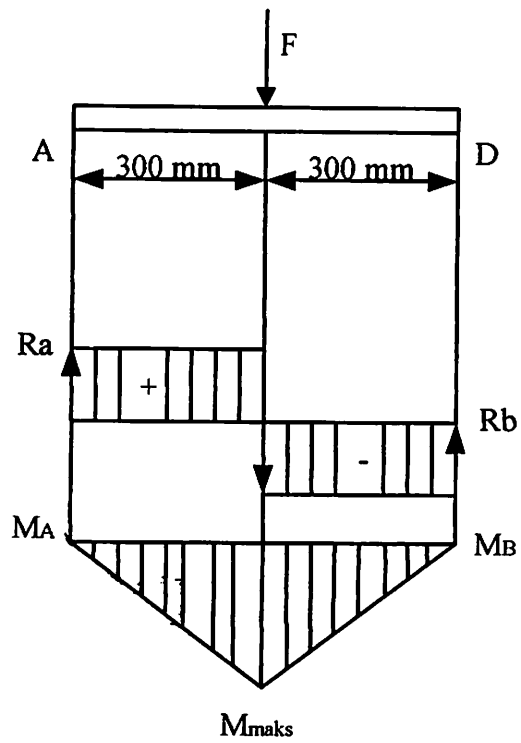
$$M_a = R_d (l_1 + l_2) - F \cdot l_1$$

$$= 4082,335 (300 + 300) - 8164,67 \cdot 300$$

$$= 0$$

$$\begin{aligned}
 M_{maks} &= R_a \cdot l_1 \\
 &= 4082,335 \cdot 300 \\
 &= 1224700 \text{ kg mm}
 \end{aligned}$$

Momen yang terjadi :



### 3.8 Kekuatan Kontruksi Bahan

Pada kontruksi bahan kemungkinan akan terjadi kekuatan bahan yang bisa menyebabkan terjadinya kerusakan pada kontruksi kerangka.

➤ Analisa kekuatan bahan :

Bahan = Baja ST 37

Tegangan tarik ( $\sigma t$ ) = 37 – 49 kg/mm<sup>2</sup>

$$\begin{aligned} Wb &= \frac{Iy}{y} \\ &= \frac{(45.80^3):12}{4} \\ &= 426666,6 \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

Sf = 8

#### 3.8.1 Kekuatan bahan yang terjadi pada kerangka atas

Analisa kekuatan bahan

1. Tegangan bending yang terjadi

$$\begin{aligned} \sigma b &= \frac{M_{maks}}{Wb} \\ &= \frac{1611700}{426666,6} \\ &= 3,777 \text{ kg/mm}^2 \end{aligned}$$

2. Kekuatan bahan

$$\begin{aligned} \sigma b_{ijin} &= \frac{\sigma t}{Sf} \\ &= \frac{37}{8} \end{aligned}$$

$$= 4,625 \text{ kg/mm}^2$$

$$\text{Jadi } \sigma b < \sigma b_{ijin} = 3,777 \text{ kg/mm}^2 < 4,625 \text{ kg/mm}^2$$

dengan demikian kekuatan bahan dalam keadaan aman.

### 3.8.2 Kekuatan bahan pada kerangka bawah

Analisa kekuatan bahan

#### 1. Tegangan bending yang terjadi

$$\begin{aligned}\sigma b &= \frac{M_{maks}}{Wb} \\ &= \frac{1632900}{426666,6} \\ &= 3,827 \text{ kg/mm}^2\end{aligned}$$

#### 2. Kekuatan bahan

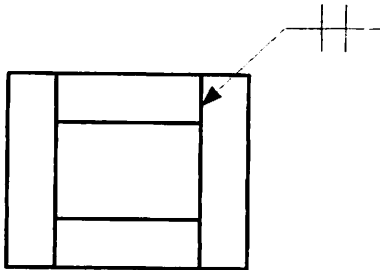
$$\begin{aligned}\sigma b_{ijin} &= \frac{\sigma t}{Sf} \\ &= \frac{37}{8} \\ &= 4,625 \text{ kg/mm}^2\end{aligned}$$

$$\text{Jadi } \sigma b < \sigma b_{ijin} = 3,827 \text{ kg/mm}^2 < 4,625 \text{ kg/mm}^2$$

Dengan demikian kekuatan bahan dalam keadaan aman.

### 3.9 Perhitungan kekuatan las pada kerangka landasan

#### 3.9.1 Perhitungan tegangan tekan



Data-data yang diketahui :

$$p = \frac{8058,5}{8} = 1007,3 \text{ kg}$$

$$l = 80 \text{ mm}$$

$$h = 5 \text{ mm}$$

$$L = 400 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{0,707 \cdot P}{h \cdot l} \sqrt{18 \left( \frac{L}{l} \right)^2 + 2,7} \\ &= \frac{0,707 \cdot 1007,3}{80 \cdot 5} \sqrt{18 \left( \frac{400}{80} \right)^2 + 2,7} \\ &= 44,51 \cdot 21,28 \\ &= 947,173 \text{ kg/mm}^2\end{aligned}$$

### 3.10 Perhitungan Baut dan Mur

#### 3.10.1 Perhitungan baut pengikat padaudukan silinder direncanakan

menggunakan baut dengan nomor seri M18 ( ulir kasar metris ) dengan

kekuatan bahan  $\sigma_t = 37 \text{ kg/mm}^2$

Jika diketahui beban yang diterima

- Plat landasan cylinder (Plc)

$$\begin{aligned}V &= P \cdot L \cdot T \\ &= 300 \cdot 300 \cdot 10 \\ &= 900.000 \text{ mm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat Plc} &= V \cdot \rho_s \\ &= 900.000 \cdot 0,00785 \\ &= 7,065 \text{ kg}\end{aligned}$$

- Plat penyangga cylinder atas (Ppca)

$$\begin{aligned}V &= P \cdot L \cdot T \\ &= 200 \cdot 200 \cdot 30 \\ &= 1.200.000 \text{ mm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat Ppca} &= V \cdot \rho_s \\ &= 1.200.000 \cdot 0,00785 \\ &= 94,2 \text{ kg}\end{aligned}$$

- Plat penyangga cylinder bawah (Ppcb)

$$\begin{aligned}V &= P \cdot L \cdot T \\ &= 200 \cdot 200 \cdot 30 \\ &= 1.200.000 \text{ mm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat Ppcb} &= V \cdot \rho_s \\ &= 1.200.000 \cdot 0,00785 \\ &= 94,2 \text{ kg}\end{aligned}$$

Berat beban yang diterima baut pengikat cylinder

$$\begin{aligned}\text{Berat} &= P_{lc} + P_{pca} + P_{pcb} + \text{Berat cylinder} \\ &= 7,065 + 94,2 + 94,2 + 3,661 \\ &= 199,126 \text{ kg}\end{aligned}$$

Maka beban yang terjadi  $P = 199,126 \text{ kg}$

- Beban yang direncanakan ( $W = P \cdot F_c$ )

Dimana :

$P$  = Beban yang terjadi

$F_c$  = Faktor koreksi

Sehingga :

$$\begin{aligned}W &= 199,126 \cdot 1,2 \\ &= 238,95\end{aligned}$$

Sedangkan data-data baut ulir kasar M18 adalah :

- Jarak bagi ( $P$ ) = 2,5 mm
- Diameter luar baut ( $d$ ) = 18 mm
- Diameter inti ( $d_1$ ) = 15,294 mm
- Diameter efektif ( $d_2$ ) = 16,376 mm

Karena kedudukan pompa hidrolis diikat oleh 4 baut, sehingga dalam masing-masing perhitungan bautnya dihitung dari :

$$\frac{\text{beban rencana}}{\text{jumlah baut}} = W^1$$

$$W^1 = \frac{W}{4}$$



$$= \frac{238,95}{4}$$

$$= 59,7378 \text{ kg}$$

- Menentukan tinggi mur

$$H = 0,8 \cdot d$$

$$= 0,8 \cdot 18$$

$$= 14,4 \text{ mm}$$

- Jumlah ulir mur

$$Z = \frac{H}{P}$$

$$= \frac{14,4}{2,5}$$

$$= 5,76 \rightarrow 6 \text{ buah}$$

- Tegangan tarik (  $\sigma t$  )

$$\sigma t = \frac{W^1}{\frac{\pi}{4} \cdot (0,8 \cdot d)^2}$$

$$= \frac{59,7378}{\frac{\pi}{4} \cdot (0,8 \cdot 18)^2}$$

$$= 0,37 \text{ kg/mm}^2$$

$$= 37 \text{ kg/cm}^2$$

- Tegangan tarik ijin (  $\sigma t_1$  )

$$\sigma t_1 = \frac{\sigma l}{sf}$$

dimana :

$\sigma t$  = Kekuatan tarik bahan (  $\text{kg/mm}^2$  )

sf = Faktor keamanan ( 8 )

jadi kita dapatkan :

$$\begin{aligned}\sigma t_1 &= \frac{37}{8} \\ &= 4,62 \text{ kg/mm}^2 \\ &= 462 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

sehingga  $\sigma t < \sigma t_1$  bahan =  $37 \text{ kg/cm}^2 < 462 \text{ kg/cm}^2$

Dengan demikian baut dan mur M18 pada dudukan silinder aman terhadap tegangan tarik yang terjadi.

➤ Tegangan geser baut (  $\sigma sb$  )

$$\sigma sb = \frac{W^1}{\pi \cdot d \cdot Fc \cdot P \cdot z}$$

Dimana :

$W^1$  = Beban yang direncanakan ( kg )

Fc = Faktor koreksi ( 0,84 )

d = Diameter inti baut ( mm )

P = Jarak bagi ( mm )

z = Jumlah ulir

Sehingga :

$$\begin{aligned}\sigma_{sb} &= \frac{W^1}{\pi \cdot d \cdot Fc \cdot P \cdot z} \\ &= \frac{59,7378}{\pi \cdot 15,294 \cdot 0,84 \cdot 2,5 \cdot 6} \\ &= 0,098 \text{ kg/mm}^2 \\ &= 9,8 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

➤ Tegangan geser ijin

$$\sigma_s = (0,6) \cdot \sigma_t$$

Dimana :

$$\sigma_s = \text{Tegangan geser ijin ( kg/mm}^2 \text{)}$$

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

jadi diperoleh :

$$\begin{aligned}\sigma_s &= (0,6) \cdot 4,62 \\ &= 2,77 \text{ kg/mm}^2\end{aligned}$$

Jadi tegangan geser yang terjadi baut lebih kecil dari tegangan geser ijin,  $\sigma_{sb} < \sigma_s = 0,098 \text{ kg/mm}^2 < 2,77 \text{ kg/mm}^2$  dengan demikian baut aman terhadap tegangan geser yang terjadi.

### 3.11 Perhitungan Baut Pengikat Pada Katup

Pada baut landasan katup direncanakan menggunakan baut dengan mur seri M 14 ( ulir kasar metris ) dengan kekuatan bahan  $\sigma_t = 37 \text{ kg/mm}^2$

- Jika diketahui beban ( p ) = berat katup = 2 kg
- Beban yang direncanakan (  $W = P \cdot Fc$  )

Dimana :

p = Beban yang terjadi

Fc = Faktor koreksi ( 1,2 )

Sehingga :

$$W = 2 \cdot 1,2$$

$$= 2,4 \text{ kg}$$

Karena katup pada dua tempat, maka beban rencana (  $W^1$  ) diikat oleh 4 baut, sehingga dalam masing-masing perhitungan bautnya dihitung dari :

$$\frac{\text{beban rencana}}{\text{jumlah dudukan}} = W^1$$

$$W^1 = \frac{2,4}{2}$$

$$= 1,2 \text{ kg}$$

Sedangkan data-data baut ulir kasar M 14 adalah :

- Jarak bagi ( P ) = 2 mm
- Diameter luar baut ( d ) = 14 mm
- Diameter inti (  $d_1$  ) = 11,835 mm
- Diameter efektif (  $d_2$  ) = 12,701 mm
- Menentukan tinggi mur

$$H = 0,8 \cdot d$$

$$= 0,8 \cdot 14$$

$$= 11,2 \text{ mm}$$

➤ Jumlah ulir mur

$$\begin{aligned} Z &= \frac{H}{P} \\ &= \frac{11,2}{2} \\ &= 5,6 \rightarrow 6 \text{ buah} \end{aligned}$$

➤ Tegangan tarik (  $\sigma t$  )

$$\begin{aligned} \sigma t &= \frac{W^1}{\frac{\pi}{4} \cdot (0,8 \cdot d)^2} \\ &= \frac{1,2}{\frac{\pi}{4} \cdot (0,8 \cdot 14)^2} \\ &= 0,012 \text{ kg/mm}^2 \\ &= 1,2 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

➤ Tegangan tarik ijin (  $\sigma t_1$  )

$$\sigma t_1 = \frac{\sigma t}{sf}$$

dimana :

$\sigma t$  = Kekuatan tarik bahan (  $\text{kg/mm}^2$  )

$sf$  = Faktor keamanan ( 8 )

jadi kita dapatkan :

$$\begin{aligned} \sigma t_1 &= \frac{37}{8} \\ &= 4,62 \text{ kg/mm}^2 \\ &= 462 \text{ kg/mm}^2 \end{aligned}$$

sehingga  $\sigma_t < \sigma_{t_1}$  bahan =  $1,2 \text{ kg/cm}^2 < 462 \text{ kg/cm}^2$

Dengan demikian baut dan mur M14 pada dudukan katup aman terhadap tegangan tarik yang terjadi.

➤ Tegangan geser baut ( $\sigma_{sb}$ )

$$\sigma_{sb} = \frac{W^1}{\pi \cdot d \cdot F_c \cdot P \cdot z}$$

Dimana :

$W^1$  = Beban yang direncanakan ( kg )

$F_c$  = Faktor koreksi ( 0,84 )

$d$  = Diameter inti baut ( mm )

$P$  = Jarak bagi ( mm )

$z$  = Jumlah ulir

Sehingga :

$$\begin{aligned}\sigma_{sb} &= \frac{W^1}{\pi \cdot d \cdot F_c \cdot P \cdot z} \\ &= \frac{1,2}{\pi \cdot 14 \cdot 0,84 \cdot 2 \cdot 6} \\ &= 0,002 \text{ kg/mm}^2 \\ &= 0,2 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

➤ Tegangan geser ijin

$$\sigma_s = (0,6) \cdot \sigma_t$$

Dimana :

$\sigma_s$  = Tegangan geser ijin (  $\text{kg/mm}^2$  )

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

jadi diperoleh :

$$\begin{aligned}\sigma_s &= (0,6) \cdot 4,62 \\ &= 2,77 \text{ kg/mm}^2\end{aligned}$$

Jadi tegangan geser yang terjadi baut lebih kecil dari tegangan geser ijin,  $\sigma_{sb} < \sigma_s = 0,002 \text{ kg/mm}^2 < 2,77 \text{ kg/mm}^2$  dengan demikian baut aman terhadap tegangan geser yang terjadi.

## BAB IV

### PENUTUP

#### 4.1 Rekapitulasi

Dari hasil perhitungan data untuk perencanaan mesin penekuk plat profil setengah lingkaran adalah sebagai berikut :

- a. Spesifikasi komponen cylinder hidrolik :
- Diameter torak ( $d_t$ ) = 8 cm
  - Besar diameter seal cylinder ( $d_s$ ) = 8,1 cm
  - Besar diameter cylinder  $D$  = 8,7 cm
  - Panjang cylinder ( $L_s$ ) = 45 cm
  - Tebal seal cylinder ( $t$ ) = 1,7 cm
  - Panjang torak ( $L_t$ ) = 2,5 cm
  - Besar diameter dalam torak ( $d_d$ ) = 7,8 cm
  - Masa jenis bahan seai ( $\rho_i$ ) = 0,0013 kg/cm<sup>3</sup>
  - Masa jenis bahan cylinder ( $\rho_s$ ) = 0,00785 kg/cm<sup>3</sup>
  - Msa jenis bahan torak ( $\rho_t$ ) = 0,00785 kg/cm<sup>3</sup>
- b. Berat total cylinder (bpn) = 3,661 kg
- c. Berat plat landasan atas (Pla) = 47,73 kg
- d. Berat plat penyangga pompa hidrolik (Pph) = 7,1 kg
- e. Berat plat penekan (Bpp) = 4,91 kg
- f. Berat total landasan atas ( $W_1$ ) = 63,401 kg



- g. Berat plat landasan benda kerja (Plb) = 37,86 kg
- h. Berat landasan matres (Blm) = 4,91 kg
- i. Berat total landasan bawah ( $W_2$ ) = 106,172 kg
- j. Berat total konstruksi (W) = 315,069 kg
- k. Luas penampang benda kerja (A) = 350 mm<sup>2</sup>
- l. Gaya tekan yang dibutuhkan (Fs) = 7700 kg
- m. Daya pompa hidrolik (P) = 160,4 kg/cm<sup>2</sup>
- n. Gaya tekan cylinder hidrolik (F) = 8058 kg
- o. Tegangan bending pada kerangka atas ( $\sigma b$ ) = 3,777 kg/mm<sup>2</sup>
- p. Kekuatan bahan pada kerangka atas ( $\sigma b_{ijin}$ ) = 4,625 kg/mm<sup>2</sup>
- q. Tegangan bending pada kerangka bawah ( $\sigma b$ ) = 3,827 kg/mm<sup>2</sup>
- r. Kekuatan bahan pada kerangka bawah ( $\sigma b_{ijin}$ ) = 4,625 kg/mm<sup>2</sup>
- s. Tegangan tekan pada sambungan las ( $\sigma$ ) = 947,173 kg/mm<sup>2</sup>
- t. Perhitungan baut dan mur pengikat pada penyangga pompa hidrolik untuk

M 18 adalah :

- Tinggi mur (H) = 14,4 mm
- Jumlah ulir mur (Z) = 6 buah
- Tegangan tarik ( $\sigma t$ ) = 37 kg/cm<sup>2</sup>
- Tegangan tarik ijin ( $\sigma t_1$ ) = 462 kg/cm<sup>2</sup>
- Tegangan geser baut ( $\sigma sb$ ) = 0,0098 kg/mm<sup>2</sup>
- Tegangan geser ijin ( $\sigma s$ ) = 2,77 kg/mm<sup>2</sup>

u. Pehitungan baut dan mur pengikat katup untuk M 14 adalah :

- Tinggi mur (H) = 11,2 mm
- Jumlah ulir mur (Z) = 6 buah
- Tegangan tarik ( $\sigma t$ ) = 1,2 kg/cm<sup>2</sup>
- Tegangan tarik ijin ( $\sigma t_1$ ) = 462 kg/cm<sup>2</sup>
- Tegangan geser baut ( $\sigma sb$ ) = 0,0098 kg/mm<sup>2</sup>
- Tegangan geser ijin ( $\sigma s$ ) = 2,77 kg/mm<sup>2</sup>

#### 4.2 Saran

1. Dalam sebuah system hidrolik perlu adanya perawatan berkala untuk menjaga kondisi dari semua komponen-komponen hidrolik dengan baik.
2. Dalam sebuah institusi pendidikan perlu adanya peraturan yang jelas dan tidak berubah-ubah yang berakibat terjadinya kerugian yang dialami oleh mahasiswa serta mahasiswa serta pihak-pihak tertentu.
3. Perlu adanya peningkatan kualitas dari tenaga pengajar dan peralatan praktikum yang ada.
4. Untuk peningkatan kualitas lulusan yang mampu bersaing dalam dunia kerja perlu adanya konsentrasi jurusan yang lebih khusus.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Gere & Timoshenko," *Mekanika Bahan* ", Erlangga, Jakarta, 2000.
2. Harsono Wiryosumarto," *Teknologi Pengelasan Logam* ", PT. Pradnya Paramita, Jakarta, 2000.
3. Sularso," *Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin*",PT . Pradnya Paramita, Jakarta, 1997.
4. Prof. Ir Soetomo Wongsotjitra," *Buku Polyteknik* ", Sumur Bandung, Bandung, 1982.
5. Suparno Djiwo, *Elemen Mesin*, Diktat kuliah ITN Malang.



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

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

T. 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

Nomor : ITN-2013/I.TA/8/'04  
Lampiran : -----  
Perihal : *Bimbingan Tugas Akhir.*

Malang 8 Pebruari 2005

Kepada : Yth. Sdr/i. Sibut. ST  
Dosen Institut Teknologi Nasional  
Di  
Malang.

Dengan hormat.

Sesuai dengan permohonan dan persetujuan **Tugas Akhir** untuk mahasiswa:

Nama : Renault  
NIM : 0151029  
Semester : IX (Sembilan)  
Jurusan : Teknik Mesin Diploma Tiga (D. III)  
Fakultas : Teknologi Industri

Maka dengan ini pembimbingan Tugas Akhir tersebut kami serahkan sepenuhnya kepada saudara/i selama 1 (Satu) bulan, terhitung mulai tanggal, 8 Pebruari s/d 8 Juli 2005 Adapun tugas tersebut untuk memenuhi persyaratan di dalam menempuh Ujian Tugas Akhir Diploma Tiga.

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

Jurusan Teknik Mesin Diploma Tiga (D. III)

Ketua

Ir. TEGUH RAHARDJO, MT  
NIP.: 131 991 184

Tembusan kepada Yth.:

1. Mahasiswa yang bersangkutan.
2. Arsip.

## Lampiran 1

### Berat dan Intensitas Masa

| Bahan   | Berat Jenis $\gamma$ |                   | Massa Jenis $\rho$    |                   |
|---|----------------------|-------------------|-----------------------|-------------------|
|   | lb/ft <sup>3</sup>   | kN/m <sup>3</sup> | slugs/ft <sup>3</sup> | kg/m <sup>3</sup> |
| Paduan Aluminium<br>2014-T6, 7075-T6<br>6061-T6             | 160–180              | 26–28             | 5,2–5,4               | 2.600–2.800       |
|   | 175                  | 28                | 5,4                   | 2.800             |
|   | 170                  | 26                | 5,2                   | 2.700             |
| Kuningan  | 520–540              | 82–85             | 16–17                 | 8.400–8.600       |
| Perunggu  | 510–550              | 80–86             | 16–17                 | 8.200–8.800       |
| Besi tuang  | 435–460              | 68–72             | 13–14                 | 7.000–7.400       |
| Beton (tekan)<br>Biasa<br>Diperkuat<br>Ringan               | 145                  | 23                | 4,5                   | 2.300             |
|   | 150                  | 24                | 4,7                   | 2.400             |
|   | 70–115               | 11–18             | 2,2–3,6               | 1.100–1.800       |
| Tembaga dan paduannya                                       | 556                  | 87                | 17                    | 8.900             |
| Gelas   | 150–180              | 24–28             | 4,7–5,4               | 2.400–2.800       |
| Paduan Magnesium  | 110–114              | 17–18             | 3,4–3,5               | 1.760–1.830       |
| Monel (67% Ni, 30% (Cu)                                     | 550                  | 87                | 17                    | 8.800             |
| Nikel   | 550                  | 87                | 17                    | 8.800             |
| Plastik<br>Nilon<br>Polietilen                              | 55–70                | 8,6–11            | 1,7–2,2               | 880–1.100         |
|   | 60–90                | 9,4–14            | 1,9–2,8               | 960–1.400         |
| Batu (tekan)<br>Granit, Marmar,<br>Kuarsa, <i>sandstone</i> | 165–180              | 26–28             | 5,1–5,6               | 2.600–2.900       |
|   | 125–180              | 9,4–14            | 3,9–5,6               | 2.000–2.900       |
| Karet   | 60–80                | 9–13              | 1,9–2,5               | 960–1.300         |
| Pasir, tanah, gravel  | 75–135               | 12–21             | 2,3–4,2               | 1.200–2.200       |
| Baja  | 490                  | 77,0              | 15,2                  | 7.850             |
| Paduan Titanium   | 280                  | 44                | 8,7                   | 4.500             |
| Tungsten  | 1.200                | 190               | 37                    | 1.900             |
| Air, laut<br>Air, segar                                     | 62,4                 | 9,81              | 1,94                  | 1.000             |
|   | 63,8                 | 10,0              | 1,98                  | 1.020             |
| Kayu (udara kering)<br>Douglas fir<br>Oak<br>Southern pine  | 30–35                | 4,7–5,5           | 0,9–1,1               | 480–560           |
|   | 40–45                | 6,3–7,1           | 1,2–1,4               | 640–720           |
|   | 35–40                | 5,5–6,3           | 1,1–1,2               | 560–640           |

(Sumber : Gere & Timoshenko, Mekanika Bahan, Hal: 37)

Lampiran 2

Ukuran Standart Ulir Kasar Metris

| 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  |      |      | 1              | 0,541               | 6,000             | 5,350                  | 4,917                |
| M 8  |      | M 7  | 1              | 0,541               | 7,000             | 6,350                  | 5,917                |
|      |      |      | 1,25           | 0,677               | 8,000             | 7,188                  | 6,647                |
|      |      | M 9  | 1,25           | 0,677               | 9,000             | 8,188                  | 7,647                |
| M 10 |      |      | 1,5            | 0,812               | 10,000            | 9,026                  | 8,376                |
|      |      | M 11 | 1,5            | 0,812               | 11,000            | 10,026                 | 9,376                |
| M 12 |      |      | 1,75           | 0,947               | 12,000            | 10,863                 | 10,106               |
|      | M 14 |      | 2              | 1,083               | 14,000            | 12,701                 | 11,835               |
| M 16 |      |      | 2              | 1,083               | 16,000            | 14,701                 | 13,835               |
|      | M 18 |      | 2,5            | 1,353               | 18,000            | 16,376                 | 15,294               |
| M 20 |      |      | 2,5            | 1,353               | 20,000            | 18,376                 | 17,294               |
|      | M 22 |      | 2,5            | 1,353               | 22,000            | 20,376                 | 19,294               |
| M 24 |      |      | 3              | 1,624               | 24,000            | 22,051                 | 20,752               |
|      | M 27 |      | 3              | 1,624               | 27,000            | 25,051                 | 23,752               |
| M 30 |      |      | 3,5            | 1,894               | 30,000            | 27,727                 | 26,211               |
|      | M 33 |      | 3,5            | 1,894               | 33,000            | 30,727                 | 29,211               |
| M 36 |      |      | 4              | 2,165               | 36,000            | 34,402                 | 31,670               |
|      | M 39 |      | 4              | 2,165               | 39,000            | 36,402                 | 34,670               |
| M 42 |      |      | 4,5            | 2,436               | 42,000            | 39,077                 | 37,129               |
|      | M 45 |      | 4,5            | 2,436               | 45,000            | 42,077                 | 40,129               |
| M 48 |      |      | 5              | 2,706               | 48,000            | 44,752                 | 42,587               |
|      | M 52 |      | 5              | 2,706               | 52,000            | 48,752                 | 46,587               |
| M 56 |      |      | 5,5            | 2,977               | 56,000            | 52,428                 | 50,046               |
|      | M 60 |      | 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               |

Catatan: (1) Kolom 1 merupakan pilihan utama. Kolom 2 atau kolom 3 hanya dipilih jika terpaksa.

( Sumber : Sularso, Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin, Hal: 290 )

Lampiran 3

Rumus-rumus Sambungan Las

| No. | Jenis sambungan | Rumus perhitungan tegangan  | No. | Jenis sambungan | Rumus perhitungan tegangan   |
|-----|-----------------|---|-----|-----------------|--|
| 21  |                 | $\sigma_b = \frac{1,414M}{hb}$  | 28  |                 | $\tau' = \frac{M(3l + 1,8h)}{2h^2l^2}$   |
| 22  |                 | $\tau = \frac{0,707P}{hl}, \sigma_b = \frac{1,414PL}{hc}$<br>$\sigma = \frac{P}{2h} \sqrt{\left(\frac{2L}{b} + 1\right)^2 + 1,8\left(\frac{2L}{b} - 1\right)^2}$  | 29  |                 | $\sigma_b = \frac{6PL_1}{h^2l}$<br>$\tau = \frac{P}{hl}, \tau' = \frac{PL_2}{h^2} \left(6 + \frac{l}{L_2}\right)$<br>$\sigma = \frac{P}{hl} \sqrt{\left(\frac{6L_1}{h}\right)^2 + 1,8\left(1 + \frac{6L_2}{l}\right)^2}$                       |
| 23  |                 | $\sigma_b = \frac{4,24M}{hl^2}$   | 30  |                 | $\sigma_b = \frac{6PL_1}{h^2l}$<br>$\tau_1 = \frac{P}{hl}$<br>$\tau_2 = \frac{PL_2}{h^2} \left(6 + \frac{l}{L_2}\right)$<br>$\sigma = \frac{P}{hl} \sqrt{\left(\frac{6L_1}{h}\right)^2 + 1,8\left\{1 + \left(\frac{6L_2}{l}\right)^2\right\}}$ |
| 24  |                 | $\tau = \frac{0,707P}{hl}, \sigma_b = \frac{4,24PL}{h^2l}$<br>$\sigma = \frac{0,707P}{h} \sqrt{18\left(\frac{L}{l}\right)^2 + 2,7}$<br>Untuk $L > l$ dan tegangan geser yang kecil<br>$\sigma = 3PL/h^2l$ | 31  |                 | $\sigma_b = \frac{5,66M}{hD^2\pi}$   |
| 25  |                 | $\sigma_b = \frac{bPL}{h^2l}, \gamma = \frac{P}{h \cdot c}$<br>$\sigma = \frac{P}{h} \sqrt{36\left(\frac{L}{l}\right)^2 + 1,8}$<br>untuk $L/l \geq 2$   | 32  |                 | $\tau = \frac{2,83M}{hD^2\pi}$   |
| 26  |                 | $\sigma_b = \frac{3PL}{h^2l}$<br>$\tau = \frac{P}{2hl}$<br>$\sigma = \frac{P}{h} \sqrt{9\left(\frac{L}{l}\right)^2 + \frac{1,8}{4}}$<br>untuk $\frac{L}{l} > 2, \sigma = \sigma_b$                        | 33  |                 | $\tau = \frac{4,24M}{h(b^2 + 3lb)}$  |
| 27  |                 | $\sigma_b = \frac{M(3l + 1,8h)}{h^2l^2}$  | 34  |                 | Dacrah las sudut<br>$\sigma = \frac{1,414P}{2hl + h_1l_1}$<br>Dacrah las tumpul<br>$\sigma = \frac{P}{2hl + h_1l_1}$   |

( Sumber : Harsono Wiryosumarto, Teknologi Pengelasan Logam, Hal: 191 )

Lampiran 4

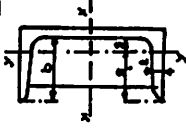
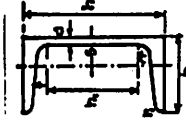
Tabel Baja C Profil Normal

| Profil | Ukuran-ukuran dalam mm |     |      |      |      |      |       |      |                |      | Penampang dalam cm <sup>2</sup> |       | Berat kg/m | Besaran-besaran terhadap sumbu x - x |      |            |      | Besaran-besaran terhadap sumbu y - y |     |                |                |                |                |                |                |                |
|--------|------------------------|-----|------|------|------|------|-------|------|----------------|------|---------------------------------|-------|------------|--------------------------------------|------|------------|------|--------------------------------------|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|        | b                      |     | h    |      | d    |      | t = r |      | r <sub>1</sub> |      | s                               |       |            | b <sub>1</sub>                       |      | flens h.k. |      | badan profil                         |     | I <sub>x</sub> | i <sub>x</sub> | k <sub>x</sub> | W <sub>x</sub> | I <sub>y</sub> | i <sub>y</sub> | W <sub>y</sub> |
|        | 30                     | 40  | 50   | 65   | 80   | 100  | 120   | 140  | 160            | 180  | 200                             | 220   |            | 240                                  | 260  | 280        | 300  | 320                                  | 350 |                |                |                |                |                |                |                |
| 3      | 30                     | 33  | 5    | 7    | 3,5  | 13,1 | 1     | 2,3  | 0,8            | 5,4  | 4,27                            | 6,39  | 1,08       | 0,78                                 | 4,76 | 5,33       | 0,99 | 2,68                                 |     |                |                |                |                |                |                |                |
| 4      | 40                     | 35  | 5    | 7    | 3,5  | 13,3 | 11    | 2,5  | 1,2            | 6,2  | 4,87                            | 14,1  | 1,50       | 1,14                                 | 7,05 | 6,68       | 1,04 | 3,08                                 |     |                |                |                |                |                |                |                |
| 5      | 50                     | 38  | 5    | 7    | 3,5  | 13,7 | 20    | 2,7  | 1,7            | 7,1  | 5,59                            | 26,4  | 1,92       | 1,49                                 | 10,6 | 9,12       | 1,13 | 3,75                                 |     |                |                |                |                |                |                |                |
| 6 1/2  | 65                     | 42  | 5,5  | 7,5  | 4    | 14,2 | 33    | 3,2  | 2,6            | 9,0  | 7,09                            | 57,5  | 2,52       | 1,96                                 | 17,7 | 14,1       | 1,25 | 5,07                                 |     |                |                |                |                |                |                |                |
| 8      | 80                     | 45  | 6    | 8    | 4    | 14,5 | 46    | 3,6  | 3,8            | 11,0 | 8,64                            | 106   | 3,10       | 2,41                                 | 26,5 | 19,4       | 1,33 | 6,36                                 |     |                |                |                |                |                |                |                |
| 10     | 100                    | 50  | 6    | 8,5  | 4,5  | 15,5 | 64    | 4,3  | 4,9            | 13,5 | 10,6                            | 206   | 3,91       | 3,05                                 | 41,2 | 29,3       | 1,47 | 8,49                                 |     |                |                |                |                |                |                |                |
| 12     | 120                    | 55  | 7    | 9    | 4,5  | 16,0 | 82    | 5,0  | 7,0            | 17,0 | 13,4                            | 364   | 4,62       | 3,67                                 | 60,7 | 43,2       | 1,59 | 11,1                                 |     |                |                |                |                |                |                |                |
| 14     | 140                    | 60  | 7    | 10   | 5    | 17,5 | 98    | 6,0  | 8,4            | 20,4 | 16,0                            | 605   | 5,45       | 4,23                                 | 86,4 | 62,7       | 1,75 | 14,8                                 |     |                |                |                |                |                |                |                |
| 16     | 160                    | 65  | 7,5  | 10,5 | 5,5  | 18,4 | 115   | 6,8  | 10,4           | 24,0 | 18,8                            | 925   | 6,21       | 4,83                                 | 116  | 85,3       | 1,69 | 18,3                                 |     |                |                |                |                |                |                |                |
| 18     | 180                    | 70  | 8    | 11   | 5,5  | 19,2 | 133   | 7,7  | 12,6           | 28,0 | 22,0                            | 1350  | 6,95       | 5,36                                 | 150  | 114        | 2,02 | 22,4                                 |     |                |                |                |                |                |                |                |
| 20     | 200                    | 75  | 8,5  | 11,5 | 6    | 20,1 | 151   | 8,6  | 15,0           | 32,2 | 25,3                            | 1910  | 7,70       | 5,93                                 | 191  | 148        | 2,14 | 27,0                                 |     |                |                |                |                |                |                |                |
| 22     | 220                    | 80  | 9    | 12,5 | 6,5  | 21,4 | 167   | 10,0 | 17,4           | 37,4 | 29,4                            | 2690  | 8,48       | 6,55                                 | 245  | 197        | 2,30 | 33,6                                 |     |                |                |                |                |                |                |                |
| 24     | 240                    | 85  | 9,5  | 13   | 6,5  | 22,3 | 184   | 11,1 | 20,1           | 42,3 | 33,2                            | 3600  | 9,22       | 7,09                                 | 300  | 248        | 2,42 | 39,6                                 |     |                |                |                |                |                |                |                |
| 26     | 260                    | 90  | 10   | 14   | 7    | 23,6 | 200   | 11,6 | 23,1           | 48,3 | 37,9                            | 4820  | 9,99       | 7,68                                 | 371  | 317        | 2,56 | 47,7                                 |     |                |                |                |                |                |                |                |
| 28     | 280                    | 95  | 10   | 15   | 7,5  | 25,3 | 216   | 14,3 | 24,7           | 53,3 | 41,8                            | 6280  | 10,9       | 8,41                                 | 448  | 399        | 2,74 | 57,2                                 |     |                |                |                |                |                |                |                |
| 30     | 300                    | 100 | 10   | 16   | 8    | 27,0 | 232   | 16,0 | 26,8           | 58,8 | 46,2                            | 8030  | 11,7       | 9,10                                 | 535  | 495        | 2,90 | 67,8                                 |     |                |                |                |                |                |                |                |
| 32     | 320                    | 100 | 14   | 17,5 | 8,8  | 26,0 | 246   | 17,5 | 40,8           | 75,8 | 58,5                            | 10870 | 12,1       | 8,96                                 | 679  | 597        | 2,81 | 80,6                                 |     |                |                |                |                |                |                |                |
| 35     | 350                    | 100 | 14   | 16   | 8    | 24,0 | 202   | 16,0 | 45,3           | 77,3 | 60,6                            | 12840 | 12,9       | 9,50                                 | 734  | 570        | 2,72 | 76,0                                 |     |                |                |                |                |                |                |                |
| 38     | 381                    | 102 | 13,3 | 16   | 11,2 | 23,5 | 312   | 16,3 | 47,1           | 79,7 | 62,6                            | 15730 | 14,1       | 10,4                                 | 826  | 613        | 2,78 | 78,4                                 |     |                |                |                |                |                |                |                |
| 40     | 400                    | 110 | 14   | 18   | 9    | 26,5 | 324   | 19,8 | 51,9           | 91,5 | 71,8                            | 20350 | 14,9       | 11,1                                 | 1020 | 846        | 3,04 | 102                                  |     |                |                |                |                |                |                |                |

Harga kira-kira:

$i_x = 0,35 h$   $i_y = 0,29 b$  (No. 3.30)  $k_x = 0,29 h$



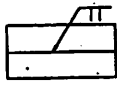
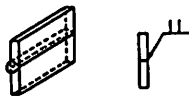
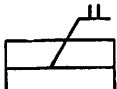
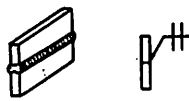
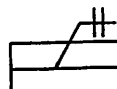
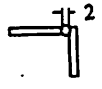
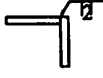
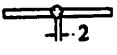
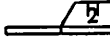
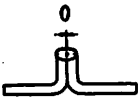

( Sumber : Prof . Ir Soetomo Wongsojitro, Buku Polyteknik, Hal : 159 )



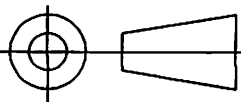
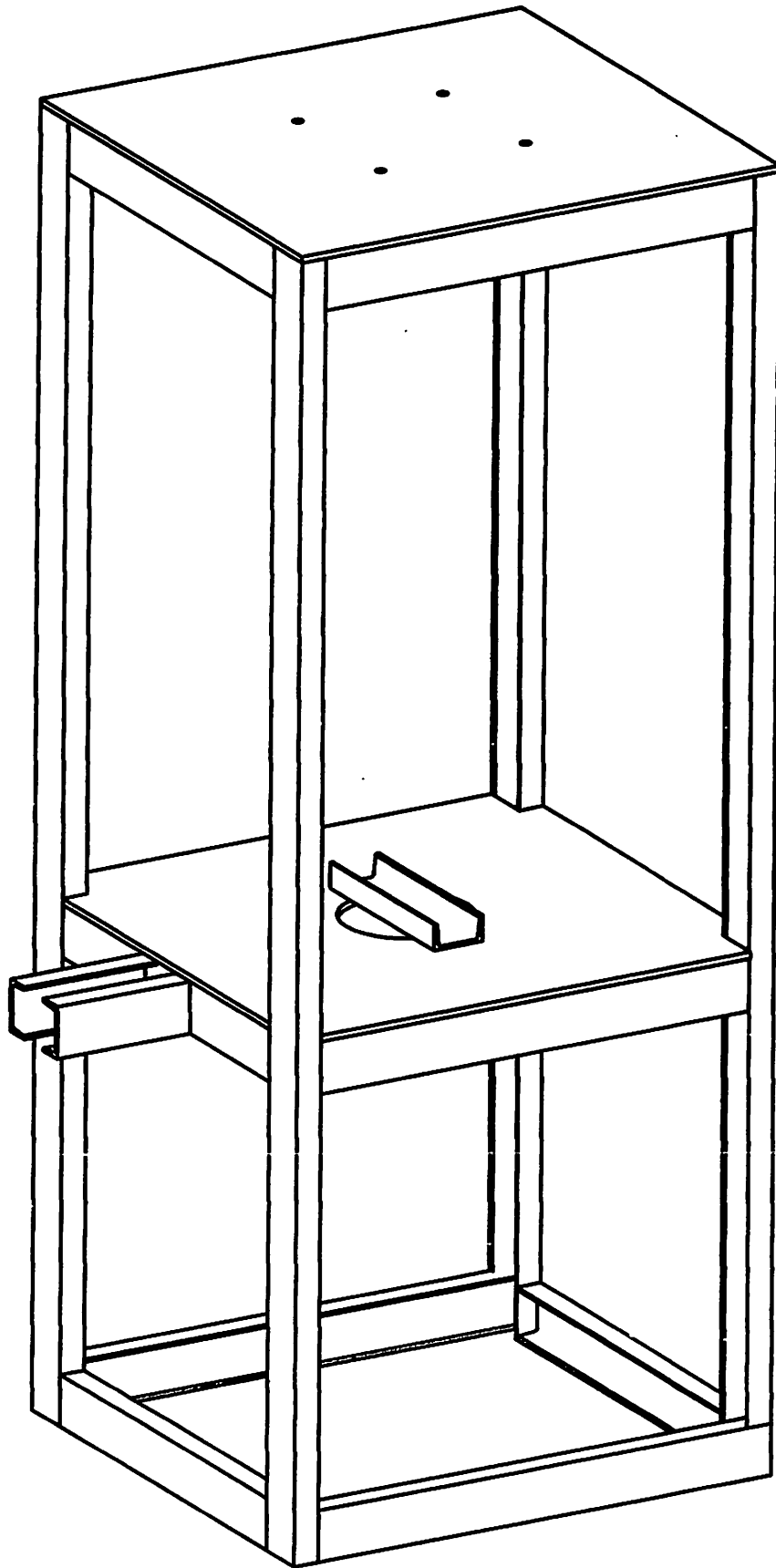


## Lampiran 5

### Tanda Gambar Dalam Pengelasan

| Jenis lasan             | Tanda gambar  | Keterangan   |
|-------------------------|---|--|
| Las tumpul alur persegi |    | Dua garis tegak  |
| Tempat lasan            | Lasan   | Tanda gambar   |
| Sisi panah              |    |    |
| Di balik panah          |    |    |
| Kedua sisi              |    |    |
| Celah akar : 2 mm       |   |   |
| Celah akar : 2 mm       |  |  |
| Celah akar : 0 mm       |  |  |

( Sumber : Harsono Wiryosumarto, Teknologi Pengelasan Logam, Hal : 167 )



Skala : 1 : 5

Satuan : mm

Tanggal : 18-02-2005

Digambar : Renault

NIM : 01.51.029

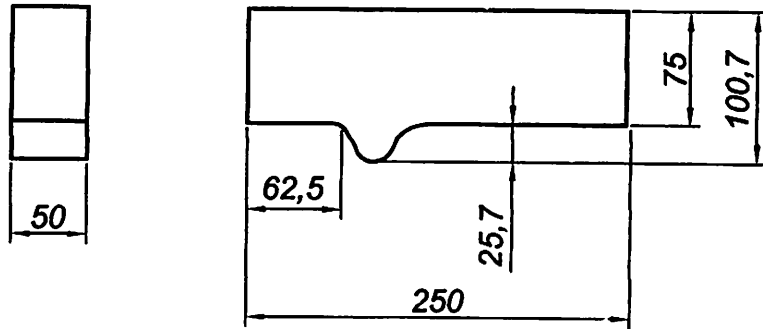
Dilihat :

ITN MALANG

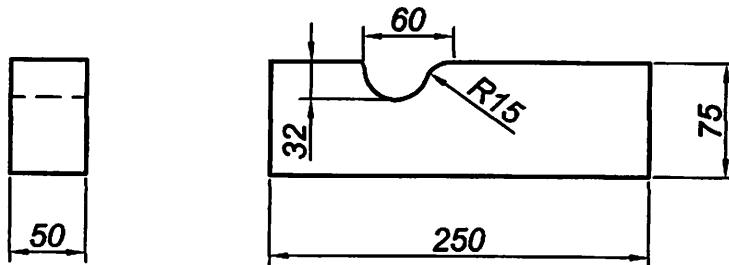
KONSTRUKSI RANGKA

TA A4

1



2



| 2          | 1                    | Dies Bawah              | St 60              | 250x50x100,7 |       |
|------------|----------------------|-------------------------|--------------------|--------------|-------|
| 1          | 1                    | Dies Atas               | St 60              | 250x50x75    |       |
| NO         | JML                  | NAMA BAGIAN             | BAHAN              | UKURAN       | KET   |
|            | Skala : 1 : 5        |                         | Digambar : Renault |              |       |
|            | Satuan : mm          |                         | NIM : 01.51.029    |              |       |
|            | Tanggal : 18-02-2005 |                         | Dilihat :          |              |       |
| ITN MALANG |                      | DIES SETENGAH LINGKARAN |                    |              | TA A4 |

