

# TUGAS AKHIR

## PERENCANAAN MESIN PEMOTONG TEBU



*Disusun Oleh :*

**NAMA : KHUSNUL MA'ARIF**

**NIM : 00. 51. 019**



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

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN MESIN PEMOTONGAN TERBUKA



Diketahui Oleh :

LEMBAGA : KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN INFORMATIKA

NOMOR : 00.21.018



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
FACULTAS TEKNIK INDUSTRI  
JURUSAN TEKNIK MESIN D - 01  
2002

# LEMBAR PERSETUJUAN

## PERENCANAAN MESIN PEMOTONG TEBU

### TUGAS AKHIR

Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan  
Mencapai Gelar Diploma Tiga (III) Teknik

*Disusun Oleh :*

NAMA : KHUSNUL MA'ARIF

NIM : 00. 51. 019

*Mengetahui*

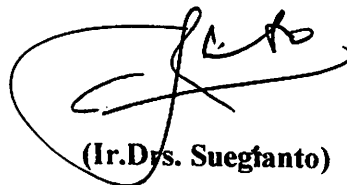
Diperiksa dan Disetujui oleh :

Kajur Teknik Mesin D - III



(Ir. Teguh Rahardjo, MT)

Dosen Pembimbing



(Ir. Drs. Suegianto)

## KATA PENGANTAR

**Assalamu'alaikum, Wr. Wb.**

Dengan mengucapkan puji syukur kehadirat ALLAH SWT. Atas limpahan rahmat dan hidayahnya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang merupakan salah satu mata kuliah yang wajib di selesaikan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya (AMD) oleh setiap mahasiswa fakultas teknik jurusan Mesin D-III Institut Teknologi Nasional Malang. Adapun judul dari tugas akhir ini adalah “ **PERENCANAAN MESIN PEMOTONG TEBU** “

Dalam penyusunannya, penulis melakukan pengamatan lapangan di samping menggunakan literatur pendukung yang berkaitan dengan tema bahasa pada tugas akhir ini. Penyusun menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini masih memiliki beberapa kekurangan sehingga saran dan kritik yang memberikan masukan sangatlah di butuhkan oleh penyusun.

Dalam kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Abraham Lomi, MSEE. Selaku Rektor Institut Teknologi nasional Malang.
2. Bapak Ir. Mochtar Asroni, MS. ME. Selaku Dekan Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Bapak Ir. Teguh Raharjo, MT. Selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin D-III Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Bapak Ir. Drs. Soegianto. Selaku Dosen Pembimbing.

5. Ayah handa dan Ibunda tercinta yang telah membesarkan, mendidik dan mendo'akan penulis dari kecil hingga kini sampai nanti.
6. Kakakku dan adikku serta seluruh keluargaku yang telah memberikan dorongan dan kasih sayang.
7. Semua rekan – rekan senasib seperjuangan dalam menempuh studi, terutama angkatan 2000.

Semua pihak manusia adalah tidak terlepas dari kesalahan dan ketiksempurnaan, karena sifat sempurna itu hanya di miliki DIA semata. Untuk itu, penulis harapkan kritik dan saran dari pembaca sekalian demi perubahan dan perbaikiakan bagi penulis sendiri dan pembaca sekalian.

**Wassalamu'alaikum WR. WB.**

Penulis

Khusnul Ma'arif.

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b>	i
<b>LEMBAR PERSETUJUAN</b>	ii
<b>LEMBAR ASISTENSI</b>	iii
<b>LEMBAR PERSEMBAHAN .....</b>	<b>i</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>ii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>iii</b>
<b>DARTAR GAMBAR .....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>v</b>
 <b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
<b>1.1. Latar Belakang.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2. Rumusan Masalah.....</b>	<b>2</b>
<b>1.3. Tujuan Penulisan .....</b>	<b>2</b>
<b>1.4. Batasan Masalah .....</b>	<b>2</b>
<b>1.5. Metode Penulisan .....</b>	<b>3</b>
<b>1.6. Sistematika Penulisan .....</b>	<b>3</b>
 <b>BAB II TEORI DASAR</b>	
<b>2.1.Cara Kerja Mesin Pemotong Tebu.....</b>	<b>5</b>
<b>2.2. Pemilihan Bahan Kontruksi.....</b>	<b>6</b>
<b>2.3. Pengelasan.....</b>	<b>8</b>
<b>2.4. Macam-macam Baut dan Mur.....</b>	<b>12</b>
<b>2.5. Dasar-dasar Perhitungan.....</b>	<b>16</b>

2.5.1. Macam-macam Tegangan .....	16
2.5.2. Perhitungan Kekuatan Las .....	19
2.5.3. Perhitungan Kekuatan Sambungan Mur dan Baut .....	22
2.5.4. Perhitungan Proses Pengeboran.....	25

### **BAB III ANALISA PERHITUNGAN**

3.1. Kerangka Kontruksi Yang Direncanakan Dan Ukurannya .....	27
3.2. Analisa Gaya Yang Bekerja Pada Kontruksi .....	29
3.2.1. Gaya Yang Bekerja Pada Penyangga Mesin .....	29
3.2.2. Gaya Yang Bekerja Pada Penyangga Gear Box.....	32
3.2.3. Gaya Yang Bekerja Pada Batang Penyangga Pisau .....	34
3.3. Perhitungan Kekuatan Sambungan Las .....	37
3.3.1. Kekuatan Sambungan Las .....	37
3.3.2. Pembebanan Yang Terjadi Pada Sambungan Las .....	42
3.3.3. Persyaratan Kekuatan .....	45
3.4. Perhitungan Kekuatan Sambungan Mur Dan Baut .....	46
3.4.1. Gaya Pengencangan Baut.....	46
3.4.2. Diameter Minimal Baut.....	46
3.4.3. Tegangan Tarik Yang Terjadi Pada Baut .....	47
3.4.4. Tegangan Pada Ulir Baut Dan Mur .....	48
3.5. Perhitungan Proses Pengeboran .....	48

### **BAB IV REKAPITULASI PERHITUNGAN**

4.1. Gaya Yang Bekerja Pada Penyangga Mesin .....	51
4.2. Gaya Yang Bekerja Pada Penyangga Gear Box .....	51

<b>4.3. Gaya Yang Bekerja Pada Penyangga Pisau .....</b>	<b>52</b>
<b>4.4. Kekuatan Sambungan Las Pada Rangka Dasar .....</b>	<b>52</b>
<b>4.5. Kekuatan Sambungan Las Pada Penyangga Mesin .....</b>	<b>52</b>
<b>4.6. Kekuatan Sambungan Las Pada Penyangga Gear Box .....</b>	<b>52</b>
<b>4.7. Gaya Pengencangan Baut .....</b>	<b>53</b>
<b>4.8. Diameter Minimal Baut .....</b>	<b>53</b>
<b>4.9. Tegangan Tarik Yang Terjadi Pada Baut .....</b>	<b>53</b>
<b>4.10. Tegangan Pada Ulir Dan Mur .....</b>	<b>53</b>
<b>4.11. Proses Pengeboran .....</b>	<b>53</b>

## **BAB V PENUTUP**

<b>5.1. Kesimpulan.....</b>	<b>54</b>
<b>5.2. Saran .....</b>	<b>55</b>

## **LAMPIRAN**

## **DAFTAR PUSTAKA**



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Gambar Kerja Mesin Pemotong Tebu.....	5
Gambar 2.2	Jenis-jenis Sambungan dasar.....	9
Gambar 2.3	Sambungan bentuk T.....	10
Gambar 2.4	Sambungan sudut .....	11
Gambar 2.5	Sambungan Tumpang.....	11
Gambar 2.6	Kerusakan pada sudut .....	13
Gambar 2.7	Nama –nama bagian ulir .....	14
Gambar 2.8	Baut penjepit .....	15
Gambar 2.9	Macam – macam Mur .....	16
Gambar 2.10	Tegangan Normal ( Tarik dan Tekan ) pada suatu penampang .....	17
Gambar 2.11	Tegangan Geser Puntir .....	19
Gambar 3.1	Konstruksi yang direncanakan .....	27
Gambar 3.2	Sambungan Las rangka dasar .....	37
Gambar 3.3	Sambungan Las pada penyangga mesin .....	39
Gambar 3.4	Sambungan Las pada penyangga gear box .....	41

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Berbagai bentuk dan variasi alat-alat untuk keperluan sebagai alat bantu untuk pelaksanaan proses produksi pada era globalisasi seperti sekarang ini sangatlah berkembang. Terutama digunakan untuk membantu proses produksi pada home industri maupun industri-industri besar, yang mempunyai tujuan untuk memudahkan proses pekerjaan yang dilakukan.

Pembuatan suatu alat perkakas sangat erat hubungannya dengan perencanaan suatu alat konstruksi maupun alat pendukungnya seperti penggerak maupun lainnya, sehingga ilmu tentang bahan sangat diperlukan dalam proses pemilihan bahan yang akan dipakai. Agar nantinya konstruksi yang telah terbuat dapat memenuhi standart pemakaian bahan baik terhadap kekuatan maupun kemudahan dalam proses pembuatannya.

Pada tugas akhir kali ini kami mencoba menciptakan suatu alat yang berfungsi untuk memotong tebu dengan penggerak mesin. Karena selama ini banyak kami temui pemotong tebu yang masih menggunakan tenaga manusia atau tenaga manual, sehingga membutuhkan tenaga yang lebih banyak atau tidak efisien.

Permasalahan yang akan dibahas atau dihadapi dalam perencanaan ini adalah bagaimana merencanakan suatu alat pemotong tebu agar diperoleh hasil yang maksimal.

## **1.2. Rumusan Masalah**

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

1. Bagaimana merancang atau menciptakan suatu alat yang sederhana mungkin dan tentunya tidak mengurangi kinerja atau fungsi dari alat tersebut.
2. Komponen-komponen apa saja yang digunakan.

## **1.3. Tujuan Penulisan**

Dengan dibuatnya alat atau mesin pemotong tebu dengan menggunakan tenaga mesin tersebut maka secara teoritis maupun matematis berdasarkan literatur dan pengamatan dilapangan untuk menentukan besar factor ekonomis dan efisiensi yang dikenakan untuk memotong tebu dan mempermudah proses pemotongan.

## **1.4. Batasan Masalah**

Mengingat terbatasnya waktu dan kemampuan Mahasiswa, maka dalam pembahasan tugas akhir ini masalah yang akan dibahas dalam laporan ini :

1. Pemilihan bahan atau besi yang akan digunakan untuk rangka.
2. Pemihan baut dan mur.
3. Ulir yang dipakai.
4. Las yang digunakan.

### **1.5. Metode Penulisan**

Metodelogi yang kami gunakan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini adalah :

#### **1. Metode Literatur**

Yaitu dengan mengkaji teori serta rumusan-rumusan dari buku-buku referensi yang dituangkan dalam perencanaan mesin pemotong tebu.

#### **2. Metode Observasi**

Yaitu menyelidiki lapangan sistem kerja dan memanfaatkan teknologi tepat guna.

#### **3. Metode Wawancara**

Yaitu mengadakan wawancara dan tanya jawab langsung dengan orang yang ahli dibidang ini.

### **1.6. Sistematika Penulisan**

Dalam penulisan tugas akhir ini, sistematika penulisan yang digunakan adalah :

#### **BAB I. Pendahuluan**

Pada bab ini berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, maksud dan tujuan perhitungan ulang, metode penulisan.

#### **BAB II. Dasar Teori Perencanaan**

Pada bab ini berisi uraian-uraian teori yang melandasi perencanaan dan rumus-rumus perhitungan yang digunakan untuk perencanaan alat atau mesin pemotong tebu.

### **BAB III. Pembahasan**

Pada bab ini berisi pembahasan dari permasalahan yang muncul berdasarkan teori-teori yang ada pada perencanaan alat atau mesin pemotong tebu.

### **BAB IV. Rekapitulasi Hasil Pembahasan**

Dalam bab ini penulis memberikan hasil rekapitulasi perhitungan mesin pemotong tebu secara keseluruhan.

### **BAB V. Penutup**

Pada bab ini merupakan bab akhir dari pembahasan perencanaan perhitungan yang muncul berdasarkan teori-teori yang ada pada perencanaan alat atau mesin pemotong tebu.

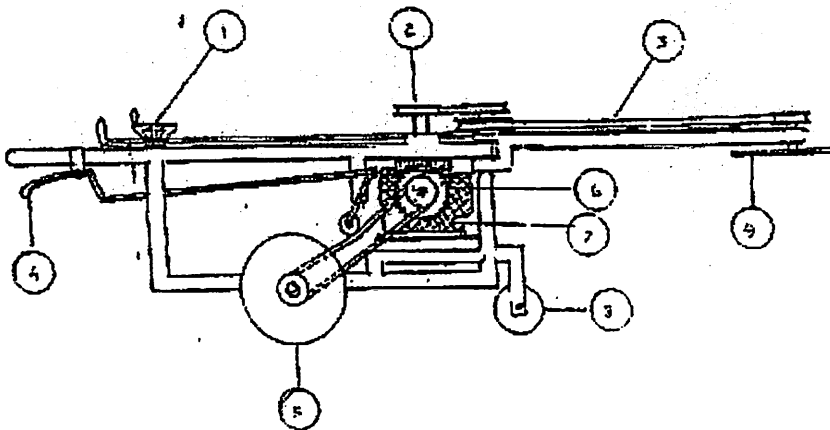
## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1. Cara Kerja Mesin Pemotong Tebu

Prinsip kerja mesin pemotong tebu ini adalah suatu mesin yang digerakan oleh motor penggerak yang kemudian ditransmisikan dengan prantara pully penggerak dan pendukung belt ke pully gear box dan ditransmisikan ke poros pisau pemotong tersebut. Dari poros pisau ini akan menggerakkan pisau potong itu sendiri. Prinsip kerja pisau potong ini adalah memotong tebu dari sisi kanan dan kiri dimana pada saat mesin pemotong ini didorong, tebu akan terpotong oleh pisau pemotong tersebut. Sistem gerak roda diatur oleh tuas pengatur kecepatan.

**Gambar 2.1**  
Gambar Kerja Mesin Pemotong Tebu



**Keterangan gambar:**

1. Pengatur pergerakan pisau
2. Pully
3. Sabuk
4. Tuas pengatur kecepatan roda
5. Roda belakang
6. Roda gigi
7. Motor
8. Roda depan
9. Pisau pemotong

**2.2. Pemilihan Bahan Kontruksi**

Didalam konstruksi (kerangka) yang perlu diperhatikan adalah faktor keamanan dan ketangguhan dari konstruksi kerangka tersebut. Konstruksi kerangka tersebut dirancang untuk dapat menahan beban atau gaya yang bekerja pada konstruksi (kerangka). Sesuatu hal perlu dipertimbangkan nilai ekonomis dari pemilihan suatu bahan sehingga dapat menelan biaya sekecil mungkin.

Penentuan bahan yang tepat pada dasarnya merupakan kompromi antara berbagai sifat, pengaruh lingkungan, cara penggunaan dan sampai dimana sifat bahan memenuhi persyaratan yang telah ditentukan.

Beberapa sifat teknik yang perlu diperhatikan waktu melakukan pemilihan bahan :

1. Sifat Mekanik :

- Modulus Elastisitas
- Batas Mulur
- Keuletan
- Tahan Aus

2. Sifat yang diperlukan selama proses pembentukan :

- Mampu mesin
- Mampu las
- Mampu tempa
- Katarakteristik pengerjaan dingin
- Katarakteristik pengerjaan panas

3. Sifat yang penting sehubungan dengan pengaruh lingkungan :

- Daya tahan korosi
- Daya tahan panas
- Ketahanan aus
- Pelapukan

Dalam perencanaan konstruksi (kerangka) mesin pemotong tebu ini menggunakan baja ST 37 dengan ukuran panjang 200 cm, lebar 80 cm, tinggi 40 cm dan tebal plat yang akan digunakan adalah 3 cm. Beberapa hal yang menjadi pertimbangan digunakannya baja tersebut adalah karena :

1. Memiliki kekuatan dan kekerasan yang baik
2. Memiliki mampu las yang baik
3. Cocok untuk kontruksi



4. Banyak tersedia dipasaran

### **2.3. Pengelasan**

Pengelasan adalah suatu proses penyambungan antara dua buah logam atau lebih dengan menggunakan energi panas, tanpa adanya pengaruh tekanan atau dapat juga didefinisikan sebagai ikatan metalurgi yang ditimbulkan oleh gaya tarik menarik antara atom sebelum atom tersebut membentuk ikatan, permukaan yang menjadi satu perlu bebas dari gas yang terserap atau oksida- oksida.

#### **2.3.1. Sambungan Las**

Sambungan las memiliki beberapa keuntungan dan kerugian, keuntungan sambungan antara lain :

- Dapat dilakukan pada jenis- jenis sambungan yang dengan cara lain tidak dapat dilakukan.
- Dapat menekan waktu dan biaya karena mudah dilaksanakan.

Dalam penyambungan atau pengelasan pada konstruksi mesin pemotong tebu ini menggunakan jenis las elektroda terbungkus, jenis elektroda terbungkus adalah cara pengelasan yang menggunakan kawat elektroda logam yang terbungkus oleh fluks. Karena panas yang berasal dari busur listrik maka logam induk dan ujung elektroda tersebut mencair dan kemudian membentuk menjadi satu. Fluks disini berguna untuk menutup hasil las agar tidak terjadi oksidasi. Dalam las elektroda terbungkus busur nyala ditimbulkan oleh arus listrik yang diperoleh dari mesin las.

Sambungan las yang digunakan pada konstruksi mesin ini terdapat jenis sambungan yaitu :

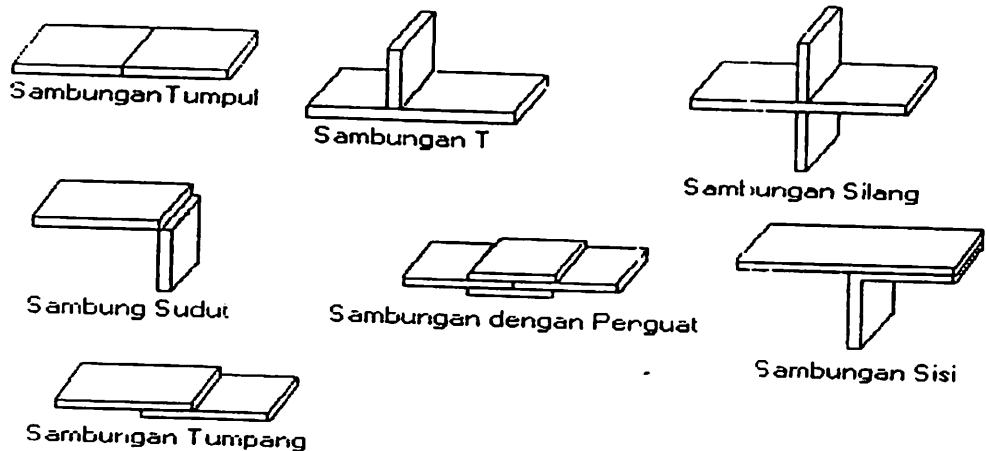
### 1. Sambungan Las Dasar

Sambungan las dalam konstruksi baja- baja pada dasarnya dibagi dalam :

- a. Sambungan Tumpul
- b. Sambungan Sudut
- c. Sambungan Tumpang

Sebagai perkembangan sambungan dasar tersebut diatas terjadi sambungan silang, sambungan dengan penguat sambungan sisi.

**Gambar 2.2**  
**Jenis – jenis sambungan dasar**



**Sumber :Prof. Dr. Ir. Harsono Wiryosumarto, Teknologi Pengelasan Logam.**

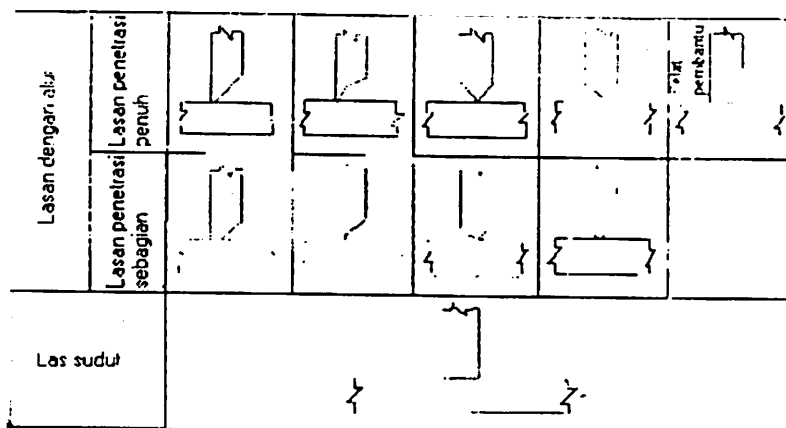
## 2. Sambungan Tumpul

Sambungan tumpul adalah sambungan yang paling efisien, sambungan ini dibagi menjadi 2 bagian adalah sebagai berikut :

- a. Sambungan Penetrasi Penuh
- b. Sambungan Penetrasi Sebagian

Sambungan penetrasi penuh dibagi lebih lanjut yaitu sambungan tanpa alat pembantu dan sambungan dengan alat pembantu, serta dibagi-bagi lagi dalam pelat pembantu yang turut menjadi bagian dari konstruksi dan pelat pembantu yang hanya sebagai penolong pada waktu proses pengelasan saja.

**Gambar 2.3**  
Sambungan bentuk T



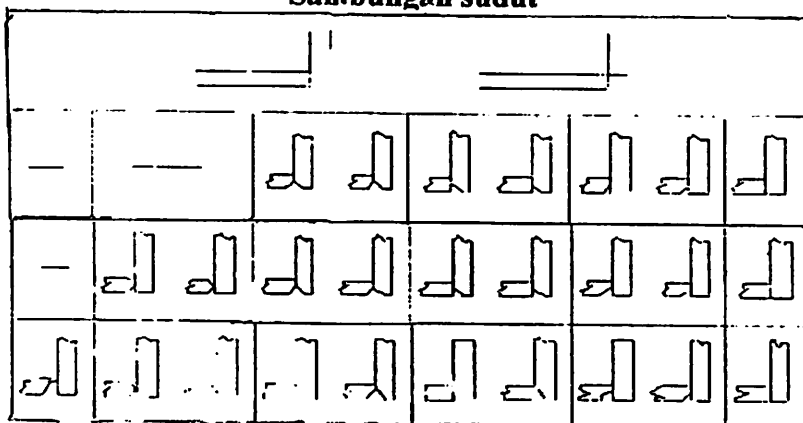
**Sumber :Prof. Dr. Ir. Harsono Wiryosumarto, Teknologi Pengelasan Logam.**

## 3. Sambungan Sudut

Dalam sambungan ini tidak terdapat penyusutan dalam arah tebal pelat yang dapat menyebabkan terjadinya retak. Hal ini dapat

dihindari dengan membuat alur pada pelat tegak bila pengelasan dalam tidak dapat dilaksanakan karena sempitnya ruang, maka pengelasan tembus atau dengan pelat pembantu.

**Gambar 2.4**  
**Sambungan sudut**

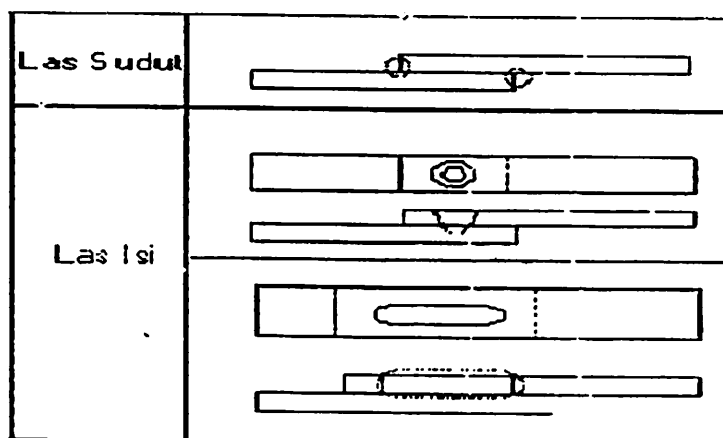


**Sumber :Prof. Dr. Ir. Harsono Wiryosumarto, Teknologi Pengelasan Logam.**

#### 4. Sambungan Tumpang

Sambungan tumpang dibagi dalam tiga jenis seperti gambar dibawah ini. Karena sambungan ini efisiensinya rendah maka jarang digunakan penyambungan konstruksi utama. Sambungan tumpang biasanya dilaksanakan dengan las sudut dan las sisi.

**Gambar 2.5**  
**Sambungan Tumpang**



**Sumber :Prof. Dr. Ir. Harsono Wiryosumarto, Teknologi Pengelasan**

Pada konstruksi mesin ini kami rancang rangka yang sesederhana mungkin, untuk mendapatkan kemudahan dalam pengelasan dan untuk mempermudah dalam pembuatan konstruksi mesin pemotong tebu ini.

#### **2.4. Macam- macam Baut dan Mur**

Pada pemasangan mesin, beberapa bagian mesin harus disambung atau diikat untuk menghindari gerakan benturan terhadap sesamanya. Baut, pena, pasak dan paku keeling banyak dipakai untuk maksud ini. Ada pula cara menyambung dengan menggunakan pengelasan pasak kerut atau press dan peralihan dan lain- lain.

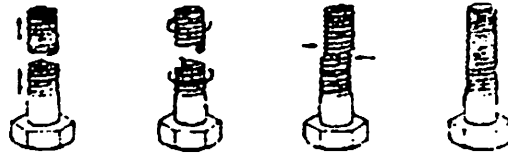
Baut dan mur merupakan alat pengikat yang sangat penting. Untuk mencegah kecelakaan atau kerusakan pada mesin. Pemilihan baut dan mur sebagai alat pengikat harus dilakukan dengan seksama untuk mendapatkan ukuran yang sesuai.

Agar dapat menentukan ukuran baut dan mur yang sesuai harus mempertimbangkan berbagai faktor. Yang harus dipertimbangkan seperti gaya yang bekerja pada baut, syarat kerja, kekuatan bahan, kelas ketelitian dan lain sebagainya.

Adapun gaya- gaya yang bekerja pada baut antara lain :

- a. Gaya statis aksial murni
- b. Gaya aksial bersama dengan beban puntir
- c. Gaya geser
- d. Gaya tumbukan aksial

**Gambar 2.6**  
**Kerusakan pada Baut**



**Sumber : Sularso, Kiyokatsu Suga, "Dasar perencanaan dan pemilihan elemen Mesin" Jakarta, 1991.**

Keterangan gambar :

- a. Putus karena tarikan
- b. Putus karena puntiran
- c. Tergeser
- d. Ulir lumur

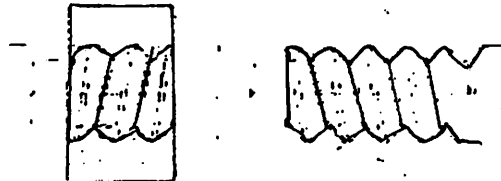
Ulir digolongkan menurut bentuk profil penampangnya adalah sebagai berikut : ulir segitiga, ulir trapezium, gigi gergaji dan bulat. Bentuk persegi, trapezium dan gigi gergaji pada umumnya dipakai untuk penggerak atau penerus daya. Sedang ulir bulat dipakai untuk menghindari kemacetan karena kotoran. Tetapi bentuk yang paling banyak dipakai adalah ulir segitiga.

Ulir segitiga diklasifikasikan sebagai berikut menurut jarak baginya dalam ukuran semetris dan menurut ulir kasar dan ulir halus sebagai berikut :

1. Seri ulir kasar
2. Seri ulir kasar metris
3. Seri ulir lembut metris

4. Seri ulir lembut UNF
5. Seri ulir lembut lebih UNEF

**Gambar 2.7**  
**Nama – nama bagian ulir**



**Sumber : Sularso, Kiyokatsu Suga, “Dasar perencanaan dan pemilihan elemen Mesin” Jakarta, 1991.**

Keterangan gambar :

1. Sudut ulir
2. Puncak ulir luar
3. Jarak bagi
4. Diameter inti dari ulir luar
5. Diameter luar dari ulir luar
6. Diameter dalam dari ulir dalam
7. Diameter luar dari ulir dalam

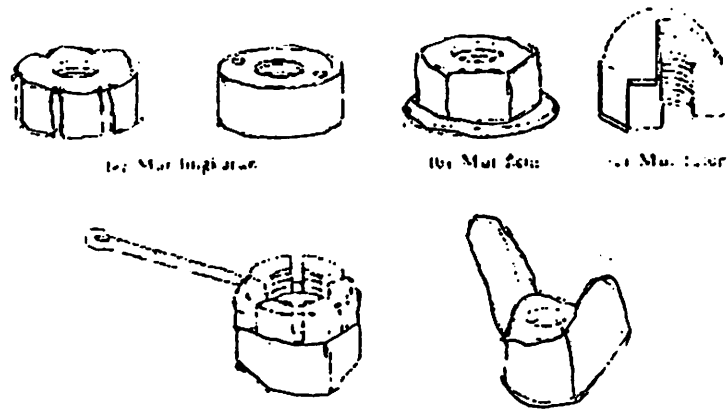
Ukuran ulir luar dinyatakan dengan diameter luar, diameter efektif (diameter dimana tebal profil dan tebal alur dalam arah sumbu adalah sama), dan diameter inti. Untuk ulir dalam ukuran tersebut dinyatakan dengan diameter efektif, ukuran pembatas yang diijinkan dan toleransi.

Besarnya toleransi ditetapkan dengan kelas ketelitian sebagai berikut :

1. Ulir metris yaitu kelas 1,2 dan 3

e. Mur Keping

**Gambar 2.9**  
**Macam – macam Mur**



**Sumber :** Sularso, Kiyokatsu Suga, “*Dasar perencanaan dan pemilihan elemen Mesin*” Jakarta, 1991.

## 2.5. Dasar- dasar Perhitungan

### 2.5.1 Macam- macam Tegangan

Tegangan- tegangan yang mungkin terjadi pada suatu konstruksi mesin dan sangat penting untuk diperhatikan dalam perencanaan suatu konstruksi ada tiga macam yaitu :

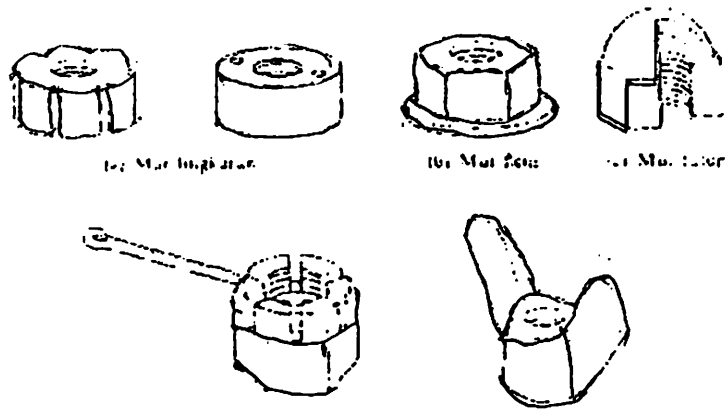
#### 1. Tegangan Normal (Tarik dan Tekan)

Suatu gaya aksial yang bekerja tegak lurus terhadap penampang batang A, akan menimbulkan tegangan normal (tekan dan tarik) di setiap titik dari sebuah penampang seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.10.



e. Mur Keping

**Gambar 2.9**  
**Macam – macam Mur**



**Sumber :** Sularso, Kiyokatsu Suga, *“Dasar perencanaan dan pemilihan elemen Mesin”* Jakarta, 1991.

## 2.5. Dasar- dasar Perhitungan

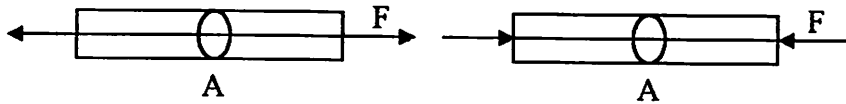
### 2.5.1 Macam- macam Tegangan

Tegangan- tegangan yang mungkin terjadi pada suatu konstruksi mesin dan sangat penting untuk diperhatikan dalam perencanaan suatu konstruksi ada tiga macam yaitu :

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

Suatu gaya aksial yang bekerja tegak lurus terhadap penampang batang A, akan menimbulkan tegangan normal (tekan dan tarik) di setiap titik dari sebuah penampang seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.10.

**Gambar 2.10**  
**Tegangan Normal (Tarik dan Tekan) Pada Suatu Penampang**



*Sumber : "Diktat Elemen Mesin" Soeparno Djiwo*

Besarnya tegangan normal dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\sigma_t = \frac{F}{A} \text{ kg/mm}^2 \dots\dots\dots \text{ (Diktat Element mesin Soeparno Sjiwo)}$$

$$\sigma_p = \frac{F}{A} \text{ kg/mm}^2 \dots\dots\dots \text{ (Diktat Element mesin Soeparno Sjiwo)}$$

Dengan anggapan batang tidak mengalami tekuk

Dimana :

$\sigma_t$  : Tegangan normal tarik yang bekerja pada suatu penampang  
(kg/mm<sup>2</sup>)

$\sigma_p$  : Tegangan normal tekan yang bekerja pada suatu penampang (kg/mm<sup>2</sup>)

F : Gaya normal (kg)

A : Luas penampang tempat gaya bekerja (mm<sup>2</sup>)

## 2. Tegangan Bending

Momen bending sebuah poros inersia utama menimbulkan tegangan bending yang dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\sigma_b = \frac{Mb}{W_b}$$

$$W_b = \frac{I_z}{y} \dots \dots \dots \text{(Diklat Element mesin Soeparno Sjiwo)}$$

Dimana :

$\sigma_p$  : Tegangan bending (N/mm<sup>2</sup>)

$M_b$  : Momen bending (N/mm)

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

$I_z$  : Momen inersia penampang (mm<sup>4</sup>)

### 3. Tegangan Geser

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

#### a. Tegangan geser langsung

Gaya normal F yang bekerja sejajar penampang dengan kondisi seperti pada gambar 2.11 akan menimbulkan tegangan geser langsung.

$$\tau_s = \frac{F}{A} \text{ kg/cm}^2 \dots \dots \dots \text{(Diklat Elmcen Mcsin Socparno Djiwo)}$$

Dimana :

$\tau_s$  : Tegangan geser (N/mm<sup>2</sup>)

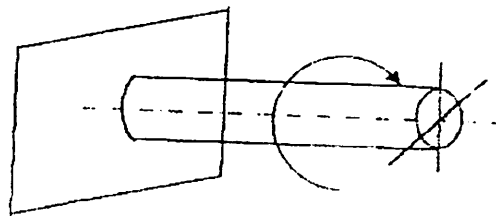
F : Gaya normal (N)

A : Luas penampang batang (mm<sup>2</sup>)

b. Tegangan geser puntir

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

**Gambar 2.11**  
**Tegangan Geser Puntir**



: Sumber : "Diktat Elemen Mesin" Soeparno Djiwo

Untuk batang yang pejal, tegangan geser puntir di titik pusat adalah nol dan maksimum di permukaan batang, maka :

$$\tau_p = \frac{M_p}{W_p} \text{ kg/cm}^2 \dots\dots\dots (\text{Diktat Elemen Mesin Soeparno Djiwo})$$

Dimana :

$\tau_p$  : Tegangan geser puntir ( $\text{N/mm}^2$ )

$M_p$  : Momen torsi ( $\text{N.mm}$ )

$W_p$  : Momen tahanan puntir ( $\text{mm}^2$ )

## 2.5.2 Perhitungan Kekuatan Las

### 1. Luas Penampang Lasan

Luas penampang lasan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$A = h \cdot l \cdot n$  ..... iklat Teknologi Las, Moch Trisno)

Dimana :

A : Luas penampang lasan

h : Tebal plat (mm)

l : Panjang lasan (mm)

n : Jumlah sisi pengelasan

## 2. Tegangan Kampuh

Tegangan normal dari kampuh las dihitung menurut tipe pembebanan sebagai berikut :

Gaya penampang pada las	Tegangan normal pada kampuh las
Gaya longitudinal (FN)	$\sigma' = \frac{FN}{A'} = \frac{FN}{\Sigma(axl)}$
Gaya transversal (FQ)	$\tau' = \frac{FQ}{A'} = \frac{FQ}{\Sigma(axl)}$
Momen lentur ( $M_b$ )	$\sigma' = \frac{Mb}{I'} x y$

Sumber : G. Niemann, hal 139

Dimana :

$\sigma, \tau$  : Tegangan normal atau geser dalam bahan (diluar kampuh) dalam satuan ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ )

$\sigma', \tau'$  : Tegangan normal dalam kampuh ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ )

A' : Luas penampang kampuh ( $\text{mm}^2$ )

a : Tebal kampuh (mm)

$l$  : Panjang kampuh untuk perhitungan (mm)

$I^*$  : Momen inersia dari bidang kampuh (mm<sup>2</sup>)

$$I^* = \frac{axl^3}{12}$$

$y$  : Jarak ke garis netral (mm)

### 3. Tegangan kampuh yang diijinkan

Untuk pembebanan statik tegangan kampuh yang diijinkan dapat dihitung dengan persamaan :

$$\sigma'_{zul} = v \cdot v_2 \cdot \sigma'_{zul} = v \cdot v_2 \cdot \frac{\sigma_s}{SN} \dots \dots \dots (G. Niemann, hal 143)$$

Dimana :

$\sigma'_{zul} = \tau'_{zul}$  : Tegangan kampuh yang diijinkan (kg/mm<sup>2</sup>)

$v \cdot v_2$  : Koefisien untuk tegangan yang diijinkan

$SN$  : Faktor keamanan

Catatan tambahan :

$v$  = dapat dilihat pada tabel koefisien

$v_2 = 0,8$  s/d  $1,0$  untuk kampuh yang kualitasnya sudah dibuktikan

=  $0,5$  untuk kampuh tanpa data kualitas

### 4. Persyaratan kekuatan

$$\sigma'_v \leq \sigma'_{zul}$$

$$\tau' \leq \tau'_{zul} \dots \dots \dots (G. Niemann, hal 142)$$

Dimana :

$\sigma'_v$  = Tegangan resultanta yang besarnya dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$\sigma'_v = \sqrt{\sigma^2 + 1,8\tau^2}$$

### 2.5.3 Perhitungan Kekuatan Sambungan Mur dan Baut

#### 1. Gaya pengencangan

$F_v = C \times F_{scs}$ .....(J.J.M. Hagendoorn, hal 187)

Dimana :

$F_v$  : Gaya pengencangan (kg)

$C$  : Faktor pembanding (tabel faktor banding)

$F_{scs}$  : Gaya sesungguhnya (kg)

#### 2. Gaya pengencangan yang diijinkan pada baut

$F_v = \sigma_r \times A_s$  .....(J.J.M. Hagendoorn, hal 188)

Dimana :

$$\sigma_r : 0.6 Re \text{ dan } A_s = \frac{\pi}{4} \cdot d_s^2$$

$d_s$  : Garis tengah tegangan ( $\text{mm}^2$ )

$Re$  : Rengangan bahan (tabel ketetapan kelas baut dan skrup)

$F_v$  : Gaya pengencangan yang diijinkan untuk baut

$\sigma_r$  : Tegangan ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ )

$A_s$  : Luas bidang tegangan ulir skrup ( $\text{mm}^2$ )

### 3. Tegangan tarik yang bekerja pada baut

Baut yang mengalami pembebanan aksial murni akan mengalami tegangan yang besarnya dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\sigma_t = \frac{W}{A} = \frac{4W}{\left(\frac{\pi}{4}\right)d_1^2} \dots\dots\dots (\text{Sularso, hal 296})$$

Dimana :

$\sigma_t$  : Tegangan yang terjadi pada bagian yang berulir pada diameter inti

W : Beban tarik aksial pada baut

$d_1$  : Diameter inti baut dimana untuk  $d \geq 3$  mm,  $d_1 = 0,8 d$  sehingga  $(d_1/d_2)^2 = 0,64$

Jika  $\sigma_a$  ( $\text{kg/mm}^2$ ) adalah tegangan yang diijinkan maka :

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

Sehingga diperoleh

$$d > \sqrt{\frac{4W}{\pi\sigma_a \times 0,64}} \text{ atau}$$

$$d > \sqrt{\frac{2W}{\sigma_a}} \dots\dots\dots (\text{Sularso, hal 296})$$

### 4. Beban mula dan beban torsi pada baut

Beban mula terjadi akibat adanya momen torsi pengencangan pada mur, momen torsi ini dapat diketahui dari alat pengukur torsi yang



terdapat pada kunci alat pengancang mur. Beban ini terjadi sebelum beban luar pada plat bekerja sehingga menyebabkan beban tekan dan juga gesekan pada plat yang menimbulkan tegangan geser

Hubungan secara empiris antara momen torsi dengan terjadinya beban mula adalah :

$$M_1 = c \cdot d \cdot F_i \dots\dots\dots(\text{Zainul Achmad, hal 87})$$

Dimana :

$M_1$  : Momen torsi (kg mm)

$c$  : Koefisien torsi

$d$  : Diameter nominal baut

$F_i$  : Beban awal

Harga koefisien torsi untuk permulasaan kering atau tanpa pelumasan diambil 0,2, sedang untuk baut dengan pelumasan diambil 0,15

#### 5. Tegangan pada ulir mur dan baut

Kalau kita misalkan tegangan terbagi rata pada tinggi ulir (h), maka tegangan geser ulir rata- rata adalah :

$$\tau = \frac{2F}{\pi \cdot d_s \cdot h} \dots\dots\dots(\text{Gandi Harahap, hal 378})$$

Dimana :

$\tau$  : Tegangan geser ulir sekrup ( $\text{kg/mm}^2$ )

$F$  : Gaya pengencangan (kg)

$d_s$  : Diameter inti baut (mm)

$h$  : Tinggi mur (mm)

Ulir pada mur akan mengalami geseran pada diameter besar, sehingga tegangan geser mur rata-rata adalah :

$$\tau = \frac{2F}{\pi \cdot d \cdot h} \dots\dots\dots(\text{Gandi Harahap, hal 378})$$

Dimana :

d : Diameter nominal baut (mm)

h : Tinggi mur (mm)

#### 2.5.4 Perhitungan Proses Pengeboran

##### 1. Kecepatan Potong

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \text{ (m/min)} \dots\dots \dots (\text{Diktat Teknologi Mekanik, Budiyanto})$$

Dimana :

d : Diameter pahat/ mata bor (mm)

n : Putaran poros utama mesin bor (rpm)

##### 2. Kecepatan makan

$$S_n = S \times n \text{ (mm/min)} \dots\dots\dots (\text{Diktat Teknologi Mekanik, Budiyanto})$$

Dimana :

S : Gerakan makan (mm/put)

n : Putaran poros mesin bor (rpm)

##### 3. Dalam Pematangan

$$L = \frac{d}{2} \text{ atau } \frac{1}{2} \cdot d \text{ (mm)} \dots\dots\dots (\text{Diktat Teknologi Mekanik, Budiyanto})$$

Dimana :

d : Diameter pahat/ mata bor (mm)

#### 4. Waktu Pemotongan

$$T = \frac{L}{S_n} \text{ (mm)} \dots \dots \dots \text{(Diktat Teknologi Mekanik, Budiyanto)}$$

Dimana :

L : Kedalaman potong

S<sub>n</sub> : Kecepatan pemakanan

#### 5. Volume Geram Terpotong

$$Z = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot S \cdot n}{4 \cdot 1000} \text{ (cm}^3\text{/min)} \dots \dots \dots \text{(Diktat Teknologi Mekanik, Budiyanto)}$$

Dimana :

d : Diameter pahat/ mata bor (mm)

S : Gerak makan (mm/put)

n : Putaran poros utama mesin bor (rpm)

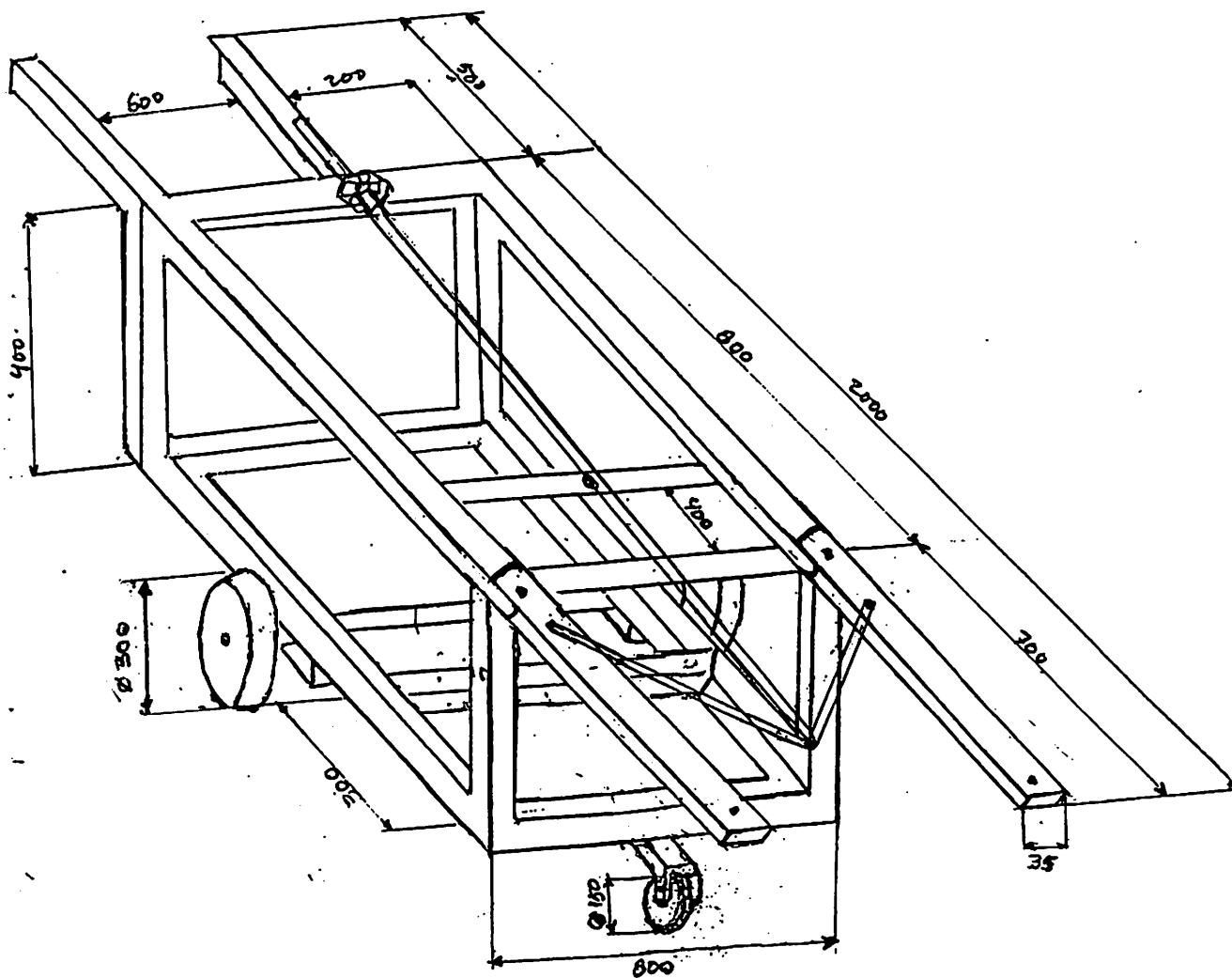
### BAB III

#### ANALISA PERHITUNGAN

##### 3.1. Kerangka Konstruksi Yang Direncanakan Dan Ukurannya

Kerangka konstruksi yang direncanakan dapat dilihat pada gambar 3.1 dibawah ini.

Gambar 3.1  
Konstruksi yang direncanakan



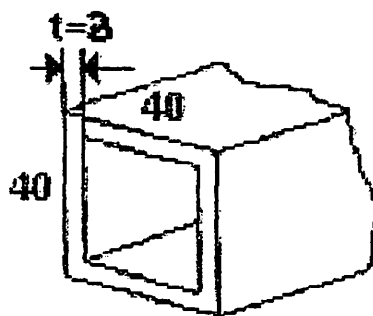
Keterangan bahwa yang di pakai :

Bahan kerangka konstruksi direncanakan dari baja ST 37 dengan spesifikasi sebagai berikut (Tabel baja konstruksi umum menurut DIN 17100)

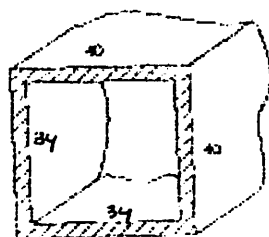
- |  |                               |
|--|-------------------------------|
| 1. Kekuatan tarik minimum ( $\sigma_t$ )                           | = 37 - 49 kg/mm <sup>2</sup>  |
| 2. Jenis baja menurut ERUNORM 25                                   | = Fe 37-A                     |
| 3. Kadar karbon C (%)  | = 0,20 %                      |
| 4. Tegangan b $\ddot{e}$ nding ( $\sigma_B$ ) sampai 100 mm $\phi$ | = 360 – 440 N/mm <sup>2</sup> |
| 5. $\sigma_s$ minimal  | = 240 N/mm <sup>2</sup>       |
| 6. Kekerasan Brinnell (HB)   | = 105 - 125                   |

*(Tabel Klasifikasi Baja Kontruksi Umum Menurut DIN 17100)*

7. Bentuk profil



8. Luas penampang batang



Dengan mengabaikan lengkungan pada sudut profil, penampang batang dapat dihitung dengan mengurangi luas sisi luar batang dan sisi dalam batang

$$\begin{aligned} A &= A_0 - A_1 \\ &= (40 \cdot 40) - (34 \cdot 34) \\ &= 444 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

### 3.2. Analisa Gaya Yang Bekerja Pada Konstruksi:

#### 3.2.1. Gaya Yang Bekerja Pada Penyangga Mesin

Beban/ gaya berat yang harus diterima oleh penyangga mesin adalah:

- Berat mesin = 60 kg
- Berat pully kecil = 2 kg

Jadi total gaya pembebanan yang diterima oleh penyangga mesin adalah:

$W = \text{berat mesin} + \text{berat pully kecil}$

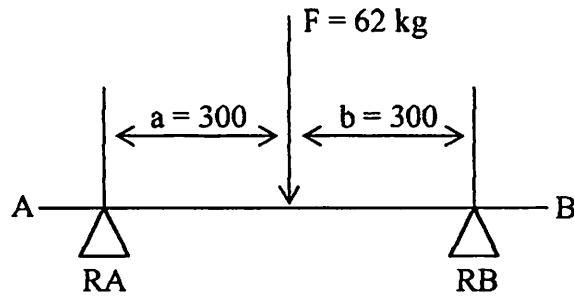
$$\begin{aligned} W &= 60 + 2 \\ &= 62 \text{ kg} \end{aligned}$$

Jumlah batang penyangga mesin ada 2 batang, jika diasumsikan tiap-tiap batang memperoleh beban yang merata maka gaya berat yang diterima oleh batang tersebut adalah:

$$\begin{aligned} F &= \frac{W}{2} = \frac{62}{2} \\ &= 31 \text{ kg} \end{aligned}$$

Uraian gaya yang bekerja pada batang penyangga mesin dapat dilihat pada diagram di bawah ini

Gaya yang bekerja pada batang penyangga mesin :



Berat keseluruhan mesin dan pully kecil = 62 kg

1. Perhitungan momen bending

a. Reaksi tumpuan A (RA)

$$\sum MB = 0$$

$$RA (a + b) - (F \cdot b) = 0$$

$$RA = \frac{F \cdot b}{a + b} = \frac{62 \cdot 300}{300 + 300}$$

$$RA = \frac{18600}{600} = 31 \text{ kg}$$

b. Reaksi tumpuan B (RB)

$$\sum MA = 0$$

$$RB (a + b) - (F \cdot a) = 0$$

$$RB = \frac{F \cdot a}{a + b} = \frac{62 \cdot 300}{300 + 300}$$

$$RB = \frac{18600}{600} = 31 \text{ kg}$$

c. Besar momen di titik A

$$\begin{aligned} MA &= F \cdot a - RB \cdot (a + b) \\ &= 62.300 - 31 (300 + 300) \\ &= 18600 - 18600 \\ &= 0 \end{aligned}$$

d. Besar momen di titik B

$$\begin{aligned} MB &= F \cdot b - RA \cdot (a + b) \\ &= 62.300 - 31 \cdot (300 + 300) \\ &= 18600 - 18600 \\ &= 0 \end{aligned}$$

e. Moment terbesar yang diterima tumpuan A

$$\begin{aligned} MA \text{ max} &= F \cdot a \\ &= 62 \cdot 300 \\ &= 18600 \text{ kg.mm} \end{aligned}$$

f. Momen terbesar yang diterima tumpuan B

$$\begin{aligned} MB \text{ max} &= F \cdot b \\ &= 62 \cdot 300 \\ &= 18600 \text{ kg.mm} \end{aligned}$$

2. Tegangan lentur pada kerangka penopang mesin

Karena adanya gaya yang arahnya vertikal (tegak lurus) terhadap batang penopang bak penampung. Maka batang mengalami tegangan lentur yang besarnya :

$$\sigma_L = \frac{F}{A} = \frac{62}{444} = 13,964 \times 10^{-2} \text{ kg/mm}^2$$



### 3.2.2. Gaya Yang Bekerja Pada Batang Penyangga Gear Box

Beban/ gaya berat yang harus diterima oleh batang penyangga gear box adalah :

- Berat gear box = 25 kg
- Berat pully besar = 3 kg

Jadi total gaya pembebanan yang diterima oleh penyangga gear box adalah:

$W = \text{berat gear box} + \text{berat pully besar}$

$$W = 25 + 3$$

$$= 28 \text{ kg}$$

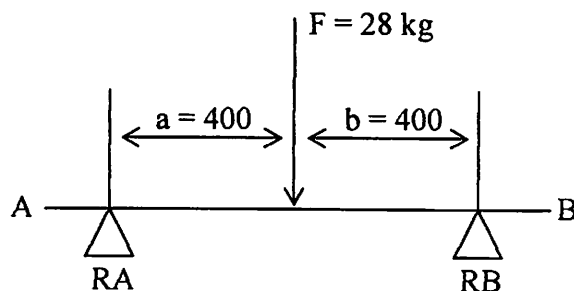
Jumlah batang penyangga gear box ada 2 batang, jika diasumsikan tiap-tiap batang memperoleh beban yang merata maka gaya berat yang diterima oleh batang tersebut adalah :

$$F = \frac{W}{2} = \frac{28}{2}$$

$$= 14 \text{ kg}$$

Uraian gaya yang bekerja pada batang penyangga gear box dapat dilihat pada diagram dibawa ini

Gaya yang bekerja pada batang penyangga gear box



Berat keseluruhan gear box dan pully besar = 28kg

1. Perhitungan momen bending

a. Reaksi tumpuan A (RA)

$$\sum MB = 0$$

$$RA (a + b) - (F \cdot b) = 0$$

$$RA = \frac{F \cdot b}{a + b} = \frac{28.400}{400 + 400}$$

$$RA = \frac{11200}{800} = 14kg$$

Reaksi Tumpuan B (RB)

$$\sum MA = 0$$

$$RB (a + b) - (F \cdot a) = 0$$

$$RB = \frac{F \cdot a}{a + b} = \frac{28.400}{400 + 400}$$

$$RB = \frac{11200}{800} = 14kg$$

b. Besar moment di titik A

$$\begin{aligned} MA &= F \cdot a - RB \cdot (a + b) \\ &= 28.400 - 14 \cdot (400 + 400) \\ &= 11200 - 11200 = 0 \end{aligned}$$

c. Besar momen dititik B

$$\begin{aligned} MA &= F \cdot b - RA \cdot (a + b) \\ &= 28.400 - 14 \cdot (400 + 400) \\ &= 11200 - 11200 = 0 \end{aligned}$$

d. Moment terbesar yang diterima tumpuan A

$$\begin{aligned} MA \text{ max} &= F \cdot a \\ &= 28 \cdot 400 \\ &= 11200 \text{ kg.mm} \end{aligned}$$

e. Momen terbesar yang diterima tumpuan B

$$\begin{aligned} MB \text{ max} &= F \cdot b \\ &= 28 \cdot 400 \\ &= 11200 \text{ kg.mm} \end{aligned}$$

2. Tegangan lentur pada kerangka penopang gear box

Karena adanya gaya yang arahnya vertikal (tegak lurus) terhadap batang penopang bak penampung. Maka batang mengalami tegangan lentur yang besarnya :

$$\begin{aligned} \sigma_L &= \frac{F}{A} \\ &= \frac{28}{444} = 6,306 \times 10^{-2} \text{ kg/mm}^2 \end{aligned}$$

### 3.2.3. Gaya Yang Bekerja Pada Batang Penyangga Pisau

Beban/ gaya berat yang harus diterima oleh batang penyangga Pisau adalah :

- Berat Pisau = 1 kg
- Berat pully Kecil = 2 kg

Jadi total gaya pembebanan yang diterima oleh penyangga Pisau adalah:

$$W = \text{berat Pisau} + \text{berat pully Kecil}$$

$$W = 1 + 2$$

$$= 3 \text{ kg}$$

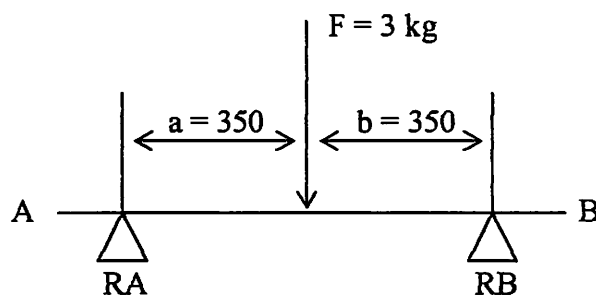
Jumlah batang penyangga Pisau ada 2 batang, jika diasumsikan tiap-tiap batang memperoleh beban yang merata maka gaya berat yang diterima oleh batang tersebut adalah :

$$F = \frac{W}{2} = \frac{3}{2}$$

$$= 1,5 \text{ kg}$$

Uraian gaya yang bekerja pada batang penyangga Pisau dapat dilihat pada diagram dibawa ini

Gaya yang bekerja pada batang penyangga Pisau



Berat keseluruhan Pisau dan pully kecil = 3 kg

1. Perhitungan momen bending

f. Reaksi tumpuan A (RA)

$$\sum MB = 0$$

$$RA (a + b) - (F \cdot b) = 0$$

$$RA = \frac{F \cdot b}{a + b} = \frac{3 \cdot 350}{350 + 350}$$

$$RA = \frac{1050}{700} = 1,5 \text{ kg}$$

Reaksi Tumpuan B (RB)

$$\sum MA = 0$$

$$RB (a + b) - (F \cdot a) = 0$$

$$RB = \frac{F \cdot a}{a + b} = \frac{3.350}{350 + 350}$$

$$RB = \frac{1050}{700} = 1,5kg$$

g. Besar moment di titik A

$$\begin{aligned} MA &= F \cdot a - RB \cdot (a + b) \\ &= 3.350 - 1.5 \cdot (350 + 350) \\ &= 1050 - 1050 = 0 \end{aligned}$$

e. Besar momen dititik B

$$\begin{aligned} MA &= F \cdot b - RA \cdot (a + b) \\ &= 3.350 - 1.5 \cdot (350 + 350) \\ &= 1050 - 1050 = 0 \end{aligned}$$

h. Moment terbesar yang diterima tumpuan A

$$\begin{aligned} MA \text{ max} &= F \cdot a \\ &= 3 \cdot 350 \\ &= 1050 \text{ kg.mm} \end{aligned}$$

i. Momen terbesar yang diterima tumpuan B

$$\begin{aligned} MB \text{ max} &= F \cdot b \\ &= 3.350 \\ &= 1050 \text{ kg.mm} \end{aligned}$$

## 2. Tegangan lentur pada kerangka penopang Pisau

Karena adanya gaya yang arahnya vertikal (tegak lurus) terhadap batang penopang bak penampung. Maka batang mengalami tegangan lentur yang besarnya :

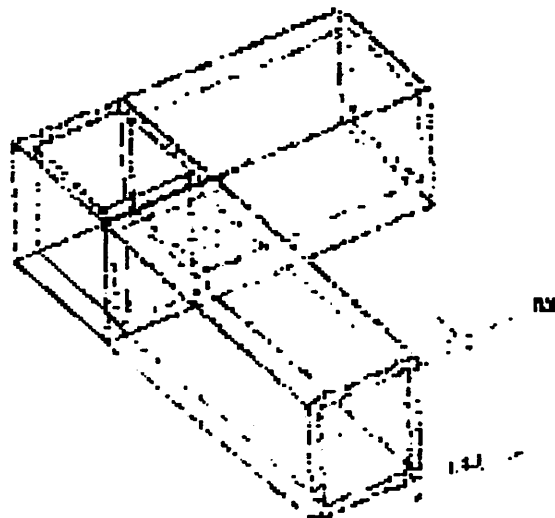
$$\begin{aligned}\sigma_L &= \frac{F}{A} \\ &= \frac{3}{444} = 0.675 \times 10^{-2} \text{ kg/mm}^2\end{aligned}$$

### 3.3. Perhitungan kekuatan Sambungan Las

#### 3.3.1. Kekuatan Sambungan Las

##### 1. Sambungan Las rangka dasar

**Gambar 3.2**  
**Sambungan Las rangka dasar**



$$\text{Tabel plat (t)} = 30 \text{ mm}$$

$$\text{Panjang lasan (l)} = 40 \text{ mm}$$

$$\text{Jumlah sisi lasan (n)} = 4$$

- Luas penampang lasan

$$\begin{aligned} A &= h \times l \times n \\ &= 30 \times 40 \times 4 \\ &= 4800 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

- Tegangan tarik minimum kawat las/ elektroda ( $\sigma_i$ )

Kawat las yang dipakai berkode E 6010 yang mempunyai tegangan tarik minimum

$$\begin{aligned} \sigma_i &= 60 \times 1000 \text{ psi} \dots\dots\dots(\text{Diklat Teknologi Las, Moch Trisno}) \\ &= 60000 \text{ psi} \end{aligned}$$

Dimana :

$$1 \text{ inc}^2 = 645 \text{ mm}^2$$

$$1 \text{ pound} = 0,4536 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} \sigma_i &= \frac{60.000 \times 0,4536}{645} \\ &= 42,2 \text{ kg/mm}^2 \end{aligned}$$

- Tegangan kampuh lasan ( $\sigma_s$ )

$$\begin{aligned} \sigma_s &= \frac{F}{\sqrt{2.l.l}} \\ &= \frac{31}{\sqrt{2.30.40}} \\ &= 0,6328 \text{ kg/mm}^2 \end{aligned}$$

- Tegangan kampuh yang diizinkan ( $\sigma'$  zul)

$$\sigma \text{ zul} = v \cdot v_2 \frac{\sigma}{SN}$$

Dimana :

$$v \quad : 0.8$$

$$v_2 \quad : 0.5$$

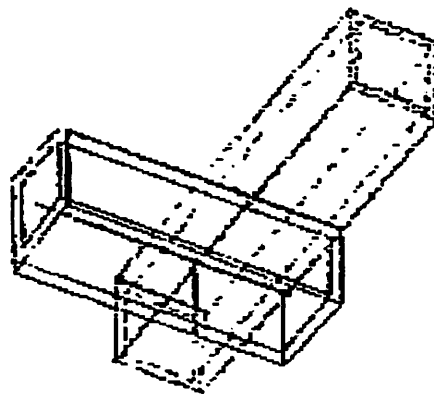
$$SN \quad : 2.5$$

$$\begin{aligned} \sigma \text{ zul} &= 0.8 \times 0.5 \frac{0,6328}{2,5} \\ &= 0,1012 \text{ kg/mm}^2 \end{aligned}$$

## 2. Sambungan Las Pada Penyangga Mesin

**Gambar 3.3**

Sambungan las pada penyangga mesin



$$\text{Tebal plat (t)} \quad = 35 \text{ mm}$$

$$\text{Panjang lasan (l)} \quad = 40 \text{ mm}$$

$$\text{Jumlah sisi lasan (n)} \quad = 2$$



- Luasan penampang lasan

$$\begin{aligned} A &= t \times l \times n \\ &= 35 \times 40 \times 2 \\ &= 2800 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

- Tegangan kampuh lasan ( $\sigma_s$ )

$$\begin{aligned} \sigma_s &= \frac{F}{\sqrt{2.t.l}} \\ &= \frac{31}{\sqrt{2.35.40}} \\ &= 0,5858 \text{ kg/mm}^2 \end{aligned}$$

- Tegangan yang diizinkan untuk kampuh ( $\sigma' \text{ zul}$ )

$$\sigma' \text{ zul} = v.v_2 \frac{\sigma_s}{SN}$$

Dimana :

$$v : 0.8$$

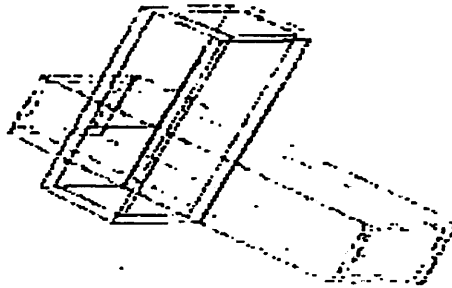
$$v_2 : 0.5$$

$$SN : 2.5$$

$$\begin{aligned} \sigma' \text{ zul} &= 0.8 \times 0.5 \frac{0,5858}{2,5} \\ &= 0,0937 \text{ kg/mm}^2 \end{aligned}$$

### 3. Sambungan Las Pada Penyangga Gear Box

**Gambar 3.3**  
Sambungan las pada penyangga gear box



Tebal plat (t) = 35 mm

Panjang lasan (l) = 40 mm

Jumlah sisi lasan (n) = 2

- Luasan penampang lasan

$$\begin{aligned} A &= t \times l \times n \\ &= 35 \times 40 \times 2 \\ &= 2800 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

- Tegangan kampuh lasan ( $\sigma_s$ )

$$\begin{aligned} \sigma_s &= \frac{F}{\sqrt{2.t.l}} \\ &= \frac{14}{\sqrt{2.35.40}} \\ &= 0,2646 \text{ kg/mm}^2 \end{aligned}$$

- Tegangan yang diizinkan untuk kampuh ( $\sigma' \text{ zul}$ )

$$\sigma' \text{ zul} = v_1 v_2 \frac{\sigma_s}{SN}$$

$$\begin{aligned}\sigma'_{zul} &= 0.8 \times 0.5 \frac{0,2646}{2.5} \\ &= 0,0423 \text{ kg/mm}^2\end{aligned}$$

### 3.3.2. Pembebanan Yang Terjadi Pada Sambungan Las

#### 1. Sambungan lasan batang penyangga mesin

Pada lasan batang penyangga mesin terjadi beberapa pembebanan

##### a. Gaya longitudinal $\Rightarrow$ tegak lurus batang

$$FN = 30 \text{ kg}$$

Akibat pada lasan terjadi tegangan ( $\tau'$ ) yang besarnya dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$\begin{aligned}\tau' &= \frac{FN}{A} \\ &= \frac{30}{2800} \\ &= 10,714 \times 10^{-3} \text{ kg/mm}^2\end{aligned}$$

##### b. Momen bending ( $M_B$ )

$$M_B = F \cdot l$$

Dimana :

$$l = \text{panjang batang penyangga (mm)}$$

$$M_B = 30 \times 300$$

$$= 9000 \text{ kg.mm}$$

Akibat pada lasan terjadi tegangan ( $\sigma'$ ) yang besarnya dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$\sigma' = \frac{M_B}{I'} \cdot y$$

Dimana

$$I' = \frac{4 \cdot b \cdot h^3}{12}$$

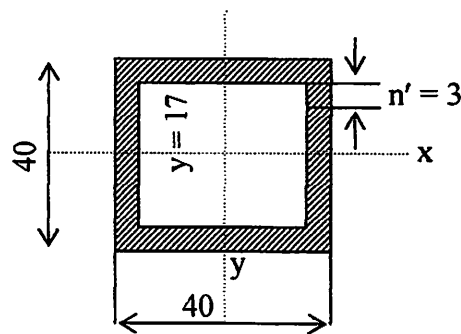
$$= \frac{4 \cdot 40 \cdot 35^3}{12}$$

$$= 571666,667 \text{ mm}^4$$

$$y = 17 \text{ mm}$$

$$\sigma' = \frac{9000}{571.666,667} \cdot 17$$

$$= 26,763 \times 10^{-2} \text{ kg/mm}^2$$



## 2. Sambungan lasan batang penyangga gear box

Pada lasan batang penyangga gear box terjadi beberapa pembebanan

a. Gaya Longitudinal  $\Rightarrow$  tegak lurus batang

$$FN = 14 \text{ kg}$$

Akibatnya pada lasan terjadi tegangan ( $\tau'$ ) yang besarnya dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\tau' = \frac{FN}{A}$$

$$= \frac{14}{2800}$$

$$= 5 \times 10^{-3} \text{ kg/mm}^2$$

b. Momen bending ( $M_B$ )

$$M_B = F \cdot l$$

Dimana :

$l$  = panjang batang penyangga (mm)

$$M_B = 14 \times 400$$

$$= 5600 \text{ kg.mm}$$

Akibat pada lasan terjadi tegangan ( $\sigma'$ ) yang besarnya dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$\sigma' = \frac{M_B}{I'} \cdot y$$

Dimana

$$I' = \frac{4 \cdot b \cdot h^3}{12}$$

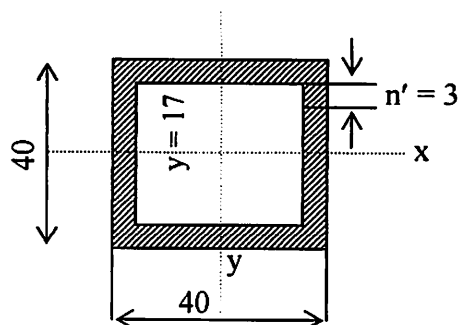
$$= \frac{4 \cdot 40 \cdot 35^3}{12}$$

$$= 571666,667 \text{ mm}^4$$

$$y = 17 \text{ mm}$$

$$\sigma' = \frac{5600}{571.666,667} \cdot 17$$

$$= 16,653 \times 10^{-2} \text{ kg/mm}^2$$



### 3.3.3. Persyaratan Kekuatan

$$\sigma' \leq \sigma' \text{ zul}$$

Dimana :

$$\sigma v' = \sqrt{\sigma'^2 + 1,8\tau'^2}$$

$$\tau' \leq \tau' \text{ zul}$$

1. Untuk pengelasan batang penyangga mesin :

$$\sigma v' = \sqrt{\sigma'^2 + 1,8\tau'^2}$$

$$\begin{aligned} \sigma v' &= \sqrt{0,2676^2 + 1,8(0,13,964)^2} \\ &= 0,0872 \text{ kg/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\sigma \text{ zul} = 0,0937 \text{ kg/mm}^2$$

$\sigma' \leq \sigma' \text{ zul} \Rightarrow$  Kontruksi memenuhi syarat

$$\tau' = 0,13,964 \text{ kg/mm}^2$$

$$\tau' = 0,0937 \text{ kg/mm}^2$$

$\tau' \leq \tau' \text{ zul} \Rightarrow$  Kontruksi memenuhi syarat

2. Untuk pengelasan batang penyangga gear box

$$\begin{aligned} \sigma v' &= \sqrt{\sigma'^2 + 1,8\tau'^2} \\ &= \sqrt{0,1665^2 + 1,8(0,3,153)^2} \\ &= 0,0295 \text{ kg/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\sigma \text{ zul} = 0,0423 \text{ kg/mm}^2$$

$\sigma' v \leq \sigma' \text{ zul} \Rightarrow$  Kontruksi memenuhi syarat

$$\tau' = 0,03153 \text{ kg/mm}^2$$

$$\tau'_{zul} = 0,0423 \text{ kg/mm}^2$$

$\tau' \leq \tau'_{zul} \Rightarrow$  Kontruksi memenuhi syarat

### 3.4. Perhitungan Kekuatan Sambungan Mur dan Baut

Sambungan mur dan baut konstruksi yang direncanakan berfungsi untuk mengikat mesin dan gear box kerangka, untuk perencanaan mur dan baut pengikat digunakan bahan baja karbon cor (SC 37) dari JIS G 5101 dengan data- data mekanis sebagai berikut :

- i. Kekuatan tarik bahan (TB) =  $37 \text{ kg/ mm}^2$
- ii. Batas mulur =  $18 \text{ kg/mm}^2$

*(Tabel Klasifikasi Baja Cor menurut JIS G 5101)*

#### 3.4.1. Gaya Pengencangan Baut

Gaya pengencangan baut dapat dicari dengan persamaan :

$$\begin{aligned} F_v &= c \cdot F_{ses} \\ &= 2,5 \times 30 \\ &= 75 \text{ kg} \end{aligned}$$

Karena baut pengikat ada 8 maka untuk masing- masing baut gaya pengencangan yang terjadi :

$$\begin{aligned} F_v &= \frac{75}{8} \\ &= 9,38 \text{ kg} \end{aligned}$$

#### 3.4.2. Diameter Minimal Baut

Gaya pengencangan baut tidak boleh lebih besar dari gaya pengencangan yang diijinkan untuk baut.

$$F_v \geq F_v$$

Gaya pengencangan yang diijinkan dapat dicari dengan persamaan :

$$F_v = \sigma_r \cdot A_s$$

$$= 0,6 \cdot Re \cdot \frac{\pi}{4} \cdot d_s^2$$

Dari tabel regangan baut  $Re = 640 \text{ N/mm}^2$

$$= 64 \text{ kg/mm}^2$$

$$F_v = 0,6 \cdot 64 \cdot \frac{3,14}{4} \cdot d_s^2$$

$$d_s \text{ Min} = \sqrt{\frac{4 \cdot F_v}{0,6 \cdot Re \cdot \pi}}$$

$$= \sqrt{\frac{4 \cdot 9,38}{0,6 \cdot 64 \cdot 3,14}} = \sqrt{\frac{37,52}{120,576}}$$

$$= \sqrt{0,3095}$$

$$= 0,56 \text{ mm}$$

untuk perencanaan dipakai baut dengan  $d = 12 \text{ mm}$

$$d_s = 0,8 d$$

$$d_s = 0,8 \cdot 12 = 96 \text{ mm} \Rightarrow \text{memenuhi syarat}$$

$$f_v \geq F_v$$

### 3.4.3 Tegangan Tarik Yang Terjadi Pada Baut

$$\sigma_t = \frac{W}{A} \text{ dimana } w = F_v = 6,25 \text{ kg}$$

$$= \frac{4 \cdot w}{\pi \cdot d_s^2}$$

$$= \frac{4 \cdot 9,38}{3,14 \cdot (96)^2}$$



$$= \frac{37,52}{28938,2}$$

$$= 0,001296556 \text{ kg/mm}^2$$

### 3.4.4. Tegangan Pada Ulir Baut dan Mur

#### a. Pada Baut

$$\tau = \frac{2f}{\pi \cdot ds \cdot h} \text{ dimana } h = 5 \text{ mm}$$

$$= \frac{2.9,38}{3,14.96,5}$$

$$= \frac{18,76}{1507,2}$$

$$= 0,0124469 \text{ kg/mm}^2$$

#### b. Pada Mur

$$\tau = \frac{2f}{\pi \cdot d \cdot h} \text{ dimana } h = 5 \text{ mm}$$

$$= \frac{2.9,38}{3,14.12,5}$$

$$= \frac{18,76}{188,4}$$

$$= 0,099575 \text{ kg/mm}^2$$

### 3.5. Perhitungan Proses Pengeboran

Data- data yang diketahui untuk perhitungan pengeboran :

- Tabel bahan yang dibor (T) = 30 mm
- Jumlah lubang (N) = 8 biji
- Diameter mata bor (d) = 12 mm

\

- Putaran mesin bor (n) = 250 rpm
- Gerak pemakanan (s) = 0,2 mm/rev

Data- data tersebut diatas dapat dihitung :

a. Kecepatan potong bahan

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \\
 &= \frac{3,14 \cdot 12 \cdot 250}{1000} \\
 &= \frac{9420}{1000} \\
 &= 9,42 \text{ m/menit}
 \end{aligned}$$

b. Kecepatan makan

$$\begin{aligned}
 S_n &= S \cdot n \\
 &= 0,2 \cdot 250 \\
 &= 50 \text{ mm/menit}
 \end{aligned}$$

c. Dalam pemotongan

$$\begin{aligned}
 L &= \frac{d}{2} \text{ atau } \frac{1}{2} \cdot d \\
 &= \frac{12}{2} = 6 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

d. Waktu pengeboran

$$\begin{aligned}
 T_m &= \frac{L}{S_n} \\
 &= \frac{6}{50} = 0,12 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Karena lubang yang dibuat ada 8 maka total waktu yang dibutuhkan

$$\begin{aligned}T_m \text{ tot} &= T_m \cdot 8 \\ &= 0,12 \times 8 \\ &= 0,96 \text{ menit}\end{aligned}$$

e. Kecepatan penghasiian geram

$$\begin{aligned}Z &= \frac{\pi \cdot d^2 S \cdot n}{4 \cdot 1000} \\ &= \frac{3,14}{4} \cdot 12^2 \cdot 0,2 \cdot 250 \\ &= \frac{0,785 \cdot 7200}{1000} \\ &= 5,652 \text{ cm}^2/\text{menit}\end{aligned}$$

## BAB IV

### REKAPITULASI PERHITUNGAN

#### 4.1. Gaya Yang Bekerja Pada Penyangga Mesin

##### a. Perhitungan Momen Bending

- Reaksi Tumpuan A (RA) = 31 Kg
- Reaksi Tumpuan B (RB) = 31 Kg
- Besar Momen dititik A (MA) = 0
- Besar Momen dititik B (MB) = 0
- Momen yang terbesar diterima tumpuan A (MA max) = 18600 Kg.mm
- Momen yang terbesar diterima tumpuan B (MB max) = 18600 Kg.mm

##### b. Tegangan Lentur pada Penyangga Mesin

- Tegangan Lentur Pada Penyangga Mesin ( $\sigma_L$ ) =  $13,964 \times 10^{-2}$  Kg/mm<sup>2</sup>

#### 4.2. Gaya Yang Bekerja Pada Penyangga Gear Box

##### a. Perhitungan Momen Bending

- Reaksi Tumpuan A (RA) = 14 Kg
- Reaksi Tumpuan B (RB) = 14 Kg
- Besar Momen dititik A (MA) = 0
- Besar Momen dititik B (MB) = 0
- Momen yang terbesar diterima tumpuan A (MA max) = 11200 Kg.mm
- Momen yang terbesar diterima tumpuan B (MB max) = 11200 Kg.mm

##### b. Tegangan Lentur pada Penyangga Gear Box

- Tegangan Lentur Pada Penyangga Mesin ( $\sigma_L$ ) =  $6,306 \times 10^{-2}$  Kg/mm<sup>2</sup>

### 4.3. Gaya Yang Bekerja Pada Penyangga Pisau

#### a. Perhitungan Momen Bending

- Reaksi Tumpuan A (RA) = 1,5 Kg
- Reaksi Tumpuan B (RB) = 1,5Kg
- Besar Momen dititik A (MA) = 0
- Besar Momen dititik B (MB) = 0
- Momen yang terbesar diterima tumpuan A (MA max)=1050 Kg.mm
- Momen yang terbesar diterima tumpuan B (MB max)=1050 Kg.mm

#### b. Tegangan Lentur pada Penyangga Pisau

- Tegangan Lentur Pada Penyangga Pisau ( $\sigma_L$ ) =  $0,007 \times 10^{-2} \text{ Kg/mm}^2$

### 4.4. Kekuatan Sambungan Las Rangka Dasar

- Luasan Penampang Lasan (A) =  $4800 \text{ mm}^2$
- Tegangan Tarik Minimum Kawat Las ( $\sigma_i$ ) =  $42,2 \text{ Kg/mm}^2$
- Tegangan Kampuh Lasan ( $\sigma_s$ ) =  $0,6328 \text{ Kg/mm}^2$
- Tegangan Kampuh Yang diijinkan ( $\sigma_{zul}$ ) =  $0,1012 \text{ Kg/mm}^2$

### 4.5. Kekuatan Sambungan Las Pada Penyangga Mesin

- Luasan Penampang Lasan (A) =  $2800 \text{ mm}^2$
- Tegangan Kampuh Lasan ( $\sigma_s$ ) =  $0,5858 \text{ Kg/mm}^2$
- Tegangan Kampuh Yang diijinkan ( $\sigma_{zul}$ ) =  $0,0937 \text{ Kg/mm}^2$

### 4.4. Kekuatan Sambungan Las Rangka Dasar

- Luasan Penampang Lasan (A) =  $2800 \text{ mm}^2$
- Tegangan Kampuh Lasan ( $\sigma_s$ ) =  $0,2646 \text{ Kg/mm}^2$
- Tegangan Kampuh Yang diijinkan ( $\sigma_{zul}$ ) =  $0,0423 \text{ Kg/mm}^2$

<b>4.7. Gaya Pengencangan Baut (<math>F_v</math>)</b>	= 75 Kg
<b>4.8. Diameter Minimal Baut (<math>D_s \text{ min}</math>)</b>	= 0,56 mm
<b>4.9. Tegangan Tarik Yang Terjadi Pada Baut (<math>\sigma_t</math>)</b>	= 0,001296556 kg/mm <sup>2</sup>
<b>4.10. Tegangan Pada Ulir Baut dan Mur</b>	
• Tegangan pada baut ( $\tau$ )	= 0,0124469 Kg/mm <sup>2</sup>
• Tegangan pada mur ( $\tau$ )	= 0,099576 Kg/mm <sup>2</sup>
<b>4.11. Proses Pengeboran</b>	
• Kecepatan potong bahan	= 9,42 m/menit
• Kecepatan makan	= 50 mm/menit
• Dalam pemotongan	= 6 mm
• Waktu pengeboran	= 0,96 menit
• Kecepatan penghasilan geram	= 5,652 cm <sup>2</sup> /menit

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1. Kesimpulan**

Dari hasil perencanaan dan perhitungan dalam membuat konstruksi pada mesin pemotong tebu ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

##### **a. Bahan Dasar**

Konstruksi (kerangka) mesin pemotong tebu ini menggunakan baja profil L ST 37 dengan ukuran 40 x 40 x 5 dari DIN 171100 dengan ketebalan 3 mm.

##### **b. Proses Penyambungan**

Dalam melakukan proses pengelasan pada konstruksi mesin pemotong tebu ini jenis las Elektroda terbungkus D 4313 dengan jenis fluks pembukus titan oksida tinggi.

##### **c. Pemilihan Mur dan Baut**

Bahan baut dan mur yang akan direncanakan dari baja karbon cor SC 37 dari JIS 65101, sedangkan ulir yang akan dipakai adalah dengan ulir kasar metris M 6.

##### **d. Pengecetan**

Setelah penyambungan sudah selesai dan pengeboran untuk lubang baut selesai maka kita tinggal melakukan pengerjaan pengecetan.

## 5.2. Saran

#. Demi keawetan kerangka penyangga hendaknya kerangka di hindarkan dari zat-zat yang mengindarkan korosi, dengan jalan yang membersihkan dari kotoran maupun debu yang menempel.

#. Pelumasan pada bantalan sebaiknya lebih di perhatikan karena dapat menjaga putaran tetap optimal.

#. Perlunya peningkatan kualitas dari tenaga pengajar dan peralatan praktikum yang ada.

#. Untuk meningkatkan kualitas lulusan yang mau bersaing dalam dunia kerja perlu adanya kosentrasi jurusan yang lebih khusus.

#. Dalam sebuah institusi pendidikan perlunya sebuah peraturan yang jelas dan tidak berubah-ubah yang berakibat terjadinya kerugian yang dialami oleh mahasiswa serta pihak-pihak tertentu.



## DAFTAR PUSTAKA

Haryo Sumarto, Prof. Drs. Thosie Okumura, Prof. Dr. "*Teknologi Pengelasan logam*"

Harsono Wiryosumarto, 1994," *Teknologi Pengelasan Logam*", Jakarta,. PT. Pradya Paramita.

Budiyanto, "*Diktat teknologi Mekanik* ", Malang ITN.

Gandi Harahap, 1999," *Perencanaan Teknik Mesin*", Jakarta Erlanga.

G. Nieman, 1994," *Elemen Mesin* ", Malang ITN.

Moch. Trisno, "*Diktat Teknologi Las* ", Malang ITN.

Soeparno Djiwo," *Diktat Teknologi Las* ", Malang ITN.

Sularso, 1997," *Elemen Mesin*", Jakarta, PT. Pradnya Paramita.

Zainun Achmad, 1999," *Elemen Mesin I* ", Bandung, PT. Refika Aditama.

## LAMPIRAN I

Tabel Koefisien V (G. Niemann, hal 142)

Tipe kampuh	Beban	Koefisien v statik
Kampuh	Tarik	1,0
	Tekan	1,0
	Biegung	1,0
	Geser	0,8
Kampuh sudut (fillet weld)	Semua beban	0,8

Tabel Faktor Banding C (J.J.M. Hagendoorn, hal 187)

Jenis beban	Dyarel rapel	Cara mengencangkan		
		Kunci pas, ring, sok	Kunci momen	Metode momen
Statis	bukan	2,5	2	1,5
Dinamis	bukan	3,3	2,6	2
Statis dan dinamis	benar	4	3,2	2,5

Tabel Ketetapan Kelas Baut dan Skrup (J.J.M. Hagendoorn, hal 166)

Tanda kelas	3,6	4,6	4,8	5,6	5,8	6,8*	6,8*	10,9*	12,9*	14,9*
Kekuatan tarik nom (N/mm <sup>2</sup> )	300	400	400	500	500	600	800	1000	1200	1400
Batas lumer nom (N/mm <sup>2</sup> )	180	240	320	300	400	480	.	.	.	.
Batas regangan nom 0,2% (N/mm <sup>2</sup> )	.	.	.	.	.	.	640	900	1080	1260
Jangkauan (%)	25	22	14	20	10	8	12	9	8	7

\* Mutul ulir serup berdiameter 5mm dan kelas 6,8 atau di atasnya, maka ketetapan kelas dan merek pabrik harus tertera di kepalanya.

## LAMPIRAN II

Tabel Karakteristik Memper Las dari Baja Bangunan (G. Niemann, hal 134)

Kualitas Tipe tuang	1		2		3	Kadar C %
	U	R	U	R	RR	
<i>Tidak baik</i>	St 33-1	St 33-1	St 33-2	St 33-2	—	—
<i>Mudah dilas</i>	St 34-1 <sup>1</sup>	St 34-1	St 34-2	St 34-2	—	0,16
	St 37-1 <sup>1</sup>	St 37-1	St 37-2	St 37-2	St 37-3	0,18
	St 42-1 <sup>1</sup>	St 42-1	St 42-2	St 42-2	St 42-3	0,24
	—	—	St 46-2	St 43-2	St 46-3	0,20
<i>Sukar dilas</i>	—	—	—	—	St 52-3	0,20
	—	St 50-1	—	St 50-2	—	0,30
	—	St 60-1	—	St 60-2	—	0,40
	—	—	—	St 70-2	—	0,50

Tergantung dari macam pembebanan, tipe tuang R lebih baik dari baja tipe tuang U. R = penguangan teratur. U = penguangan tidak kontinu.

Tabel Bilangan Kekuatan Baut / Skrup

Baut/ sekrup mesin (JIS B 1051)	Bilangan kekuatan		3,6	4,6	4,8	5,6	5,8	6,6	6,8	6,9	8,8	10,9	12,9	14,9
	Kekuatan tarik $\sigma_b$ (kg/mm <sup>2</sup> )	Minimum	34	40	50	60	80	100	120	140				
Maksimum		49	55	70	80	100	120	140	160					
Batas mulur $\sigma_T$ (kg/mm <sup>2</sup> )	Minimum	20	24	32	30	40	36	48	54	64	90	108	126	
Mur (JIS B 1052)	Bilangan kekuatan		4	5	6	8	10	12	14					
	Tegangan beban yang dijamin (kg/mm <sup>2</sup> )		40	50	60	80	100	120	140					

Tabel Baja Karbon Cor JIS G. 5101 (Zainun Achmad, hal 190)





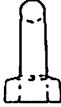
Lambang	Batas mulur (kg/mm <sup>2</sup> )	Kekuatan tarik (kg/mm <sup>2</sup> )	Keterangan
SC 37	18	37	Untuk bagian motor Untuk konstruksi umum
SC 42	21	42	
SC 46	23	46	—
SC 49	25	49	—

### LAMPIRAN III

Tabel Tegangan yang Diijinkan Untuk Sambungan Las Konstruksi Baja  
Menurut DIN 4100 (G. Niemann, hal 145)

Kampuh	Kualitas Kampuh	Tegangan	Baja			
			St 37 Beban		St 52 Beban	
			H	HZ	H	HZ
Kampuh temu, Kampuh K dengan Kampuh sudut ganda, Kampuh steg K dengan Kampuh sudut ganda	Semua kualitas kampuh	Tekan dan Lentur	160	180	240	270
	Bebas dari retak dan kesalahan lainnya	Tarik dan Lentur	160	180	240	270
	Kualitas kampuh tidak diketahui		135	150	170	190
Kampuh Steg-HV dengan Kampuh sudut	Semua kualitas	Tekan dan Lentur, Tarik dan Lentur, Tegangan total	135	150	170	190
Kampuh-kampuh lainnya	Semua kualitas	Geser	135	150	170	190

Tabel Normalisasi Mur (J.J.M. Hagedoorn, hal 167)

	Nama	Lembar normal	
		DIN	NEN
	Mur segienam	555 934	(1560)
	Mur mahkota	935	(729)
	Mur dop tinggi	1587	(1618)
 	Mur mata	582	1928

## LAMPIRAN V

Tabel Baja Konstruksi Umum Menurut DIN 17100 (G. Niemann, hal 96)

Simbol dengan grup kualitas	Tipe deoksidasi	No. bahan	Jenis baja menurut EURONORM 25	Kadar C (%) $\leq$	Kekuatan				Penggunaan
					$\sigma_B$ sampai 100 mm $\phi$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_s$ min (N/mm <sup>2</sup> )	$\delta_5$ min (%)	HB	
St 33-1		1.0033	Fe 33-0	—	340...490	190	18	—	Untuk bagian tanpa beban khusus
St 33-2		1.0033	—	—	340...490	190	18	—	
St 34-1	U	1.0100	Fe 34-A	0,17	330...410	200	28	95...120	Baja tempa, mudah dikerjakan, baik untuk paku keling dan sekrup, pelat ekstrusi dan pipa.
St 34-2	R	1.0150	Fe 34-B3FU Fe 34-B3FN	0,15					
	U	1.0102							
St 37-1	R	1.0108	Fe 37-A	0,20	360...440	240	25	105...125	Baja tempa, biasa dipakai dikonstruksi mesin, untuk tangki uan ketel, mudah dilas.
	U	1.0110							
St 37-2	R	1.0111	Fe 37-B3FU Fe 37-B3FN	0,18					
	U	1.0112							
St 37-3	RR	1.0114	Fe 37-C3	0,17					
	R	1.0116							
St 42-1	U	1.0130	Fe 42-A	0,25	410...590	250	22	120...140	Komponen pres dan tempa, poros beban sedang, batang engkol kecil, mudah dilas.
	R	1.0131							
St 42-2	U	1.0132	Fe 42-B3FU Fe 42-B3FN	0,25					
	R	1.0134							
St 42-3	RR	1.0136	Fe 42-C3	0,23					
St 50-1	R	1.0530	Fe 50-1	0,25	490...590	290	20	140...170	Poros beban tinggi, batang engkol mudah dikerjakan, sulit dikeraskan.
St 50-2	R	1.0532	Fe 50-2	0,30					
St 52-3	RR	1.0841	Fe 52-C3	0,2	510...610	350	22	—	Baja konstruksi bangunan, mudah dilas.
St 60-1	R	1.0540	Fe 60-1	0,35	590...710	330	15	170...195	Untuk komponen pembebanan tinggi dan beban gesek, pena pasak, spi, roda gigi, spindel, dapat dikeraskan.
St 60-2	R	1.0572	Fe 60-2	0,40					
St 70-2	R	1.0632	Fe 70-2	0,5	690...830	360	10	195...240	Untuk komponen yang sangat keras noken as, penggiling, cetakan, dapat dilakukan, temper dan bisa dikerjakan.

<sup>1</sup> Untuk grup kualitas utama, harus mengandung kadar % P, S atau N yang rendah.

Q : Tepi yang tidak retak; Z : batang tarik; P : tempa; Ro : untuk pipa.

<sup>2</sup> U : tidak stabil, R : stabil, RR : dituang dalam keadaan sangat stabil.

<sup>3</sup> Harga untuk tebal  $\leq$  16 mm, untuk 16... 40,  $\sigma_s$ ... 10 N/mm<sup>2</sup>, untuk 40... 100 mm,  $\sigma_s$ ... 20 N/mm<sup>2</sup> dipilih lebih rendah.