

36662/H/09

MILIK PERPUSTAKAAN
ITS
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

RSM
621.815
Sule
C-1

2009



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

Tugas Akhir - RM 0502

RANCANG BANGUN RANGKA ALAT PERAGA CVT

HARIT SUKMA
NRP : 2106 030 001

Dosen Pembimbing
Ir. SUHARIYANTO, MSc

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2009

MILIK PERPUSTAKAAN
ITS
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Tgl: Terima	13 - 8 - 2009
Terima Dari	H
No. Agenda Prp.	1240



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember



FINAL DUTY - RM 0502

BUILD AND DESIGN FRAMEWORK OF TOOLS CVT

HARIT SUKMA
NRP 2106 030 001

Teacher Lecture
Ir.SUHARIYANTO, MSc

DIPLOMA III STUDY PROGRAM
MECHANICAL ENGINEERING
Industrial Technology Faculty
Institute of Technology Sepuluh Nopember
Surabaya 2009



RANCANG BANGUN RANGKA ALAT PERAGA CVT

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya
pada

Bidang Studi Teknik Produksi
Program Studi DIII Teknik Mesin
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

Oleh :

HARIT SUKMA
NRP. 2106 030 001

Mengetahui/Menyetujui :

Dosen Pembimbing



Ir. Suhariyanto, MSc)

NIP : 131 843 905

SURABAYA
AGUSTUS, 2009

RANCANG BANGUN RANGKA ALAT PERAGA CVT

Nama Mahasiswa : Harit Sukma
NRP : 2106 030 001
Jurusan : Diploma III Teknik Mesin
Dosen Pembimbing : Ir. Suhariyanto, MSc

ABSTRAK

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini sangatlah pesat. Sebagai contoh pesatnya perkembangan teknologi dalam bidang otomotif adalah perkembangan transmisi pada kendaraan. Dimana transmisi CVT masih terdengar baru oleh sebagian orang, oleh karena itu diprlukan suatu alat peraga pada CVT.

Langkah awal dalam pembuatan rangka ini yaitu merancang desain rangka alat peraga CVT, kemudian melakukan analisa terhadap ketinggian kaki las, dan merencanakan mur baut yang akan dipakai. Selanjutnya, merakit komponen tersebut menjadi sebuah alat peraga CVT.

Dari hasil perhitungan dapat disimpulkan tinggi kaki las untuk memasuki angka aman yaitu: pada sambungan A harus mencapai diatas 1,86 in, sambungan B harus mncapai diatas 0,03 in, sambungan C1 harus mencapai diatas 0,28, sambungan C2 harus mencapai diatas 2,5 in, sambungan D harus mncapai diatas 0,18 in dan untuk mur baut menggunakan diameter dalam sebesar 2,12 mm supaya sambungan tersebut aman.

Kata kunci : *Continuously Variable Transmission (CVT) , rangka alat peraga*

BUILD AND DESIGN FRAMEWORK OF TOOLS CVT

Name of Student : Harit Sukma
NRP : 2106 030 001
Department : D3 Mechanical Eng. of FTI-ITS
Teacher Lecture : Ir. Suhariyanto, MSc

ABSTRACT

Development of science and technology at this time is very rapid. For example rapid development in the field of automotive technology is the development of transmission in the vehicle. Where is the CVT transmission is heard by a new person, so a diprulkan tools on the CVT.

The first step in creating the framework of this design is to design the framework of tools CVT, and then do an analysis of the weld foot elevation, and plan mur bolts that will be used. Furthermore, the device is up to a CVT tools.

From the results of the calculation can be high foot las safe to enter a number that is: A connection to the above must reach 1.86 in, the connection B should reach above 0.03 in connection C1 must reach above 0.28, the connection C2 must reach over 2, 5 in, the connection D should be above 0.18 in mncapai and mur bolts for use in a diameter of 2.12 mm so that the connection is secure.

Key Word : *Continuously Variable Transmission (CVT),
framework*

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penyusunan Laporan Tugas Akhir yang berjudul **“RANCANG BANGUN RANGKA ALAT PERAGA CVT”** ini dapat diselesaikan dengan baik.

Tugas akhir ini merupakan salah satu persyaratan yang harus dipenuhi oleh setiap mahasiswa Program Studi D3 Teknik Mesin FTI-ITS untuk bisa dinyatakan lulus dan mendapatkan gelar Ahli Madya. Dengan maksud dan tujuan tersebut, maka disusunlah tugas akhir ini. Selain itu juga, tugas akhir ini merupakan salah satu bukti yang dapat diberikan kepada almamater khususnya dan masyarakat pada umumnya untuk kehidupan sehari-hari.

Banyak pihak yang telah membantu dalam pembuatan dan penyusunan tugas akhir ini. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. Suhariyanto, MSc selaku Ketua Program Studi D3 Teknik Mesin FTI-ITS dan Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang selalu memberikan bimbingan, dukungan serta memberikan waktunya sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.
2. Bapak Dr.Ir. Bambang Sampurno, MT selaku Koordinator Tugas Akhir Program Studi D3 Teknik Mesin FTI – ITS yang selalu memfasilitasi semua hal yang berkaitan dengan terselenggaranya sidang TA.
3. Bapak Widjokongko Hananto selaku pembimbing di lapangan.
4. Bapak dan Ibu serta adikku yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan selama mengerjakan Tugas Akhir ini.
5. Bapak dan ibu dosen serta seluruh karyawan Program Studi D3 Teknik Mesin FTI-ITS yang telah banyak membantu selama perkuliahan.
6. Aditya Putri Dewi Maharani yang senantiasa mendukung saya dalam setiap kesempatan.

7. Muzazin Arifin yang bersedia meminjamkan printer selama mengerjakan Tugas Akhir
8. Umaruddin A.Md yang selalu membantu dalam mengerjakan Tugas Akhir.
9. Teman – teman Himpunan Mahasiswa D3 Teknik Mesin FTI – ITS khususnya angk.06 dan mahasiswa D3 Teknik Mesin FTI-ITS pada umumnya.
10. Semua pihak yang namanya tidak tercantum di atas yang telah banyak membantu dan mendukung dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Penulis menyadari masih banyak terdapat kekurangan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini. Namun hal tersebut semata-mata bukan sesuatu yang disengaja, melainkan karena kekhilafan dan keterbatasan pengetahuan yang dimiliki. Oleh karena itu, segala saran dan kritik yang bersifat membangun sangat kami harapkan, yang nantinya dapat digunakan untuk perbaikan maupun penyempurnaan selanjutnya.

Akhir kata penulis berharap semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca. Terima kasih.

Surabaya, Agustus 2009

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x

BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan dan Manfaat.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	4

BAB II DASAR TEORI.....	7
2.1 Continuously Variable Transmission.....	7
2.2 Tegangan / Stress.....	9
2.2.1 Tegangan Normal.....	10
2.2.2 Tegangan Bending.....	11
2.2.3 Tegangan Geser.....	12
2.2.3.1 Tegangan Geser Langsung.....	12
2.2.3.2 Tegangan Geser Puntir.....	13
2.2.4 Tegangan Maksimum Ijin (The Maximum Normal Stress Theory).....	17

2.3 Sambungan Las.....	18
2.3.1 Pengertian las.....	18
2.3.2 Tipe sambungan las.....	19
2.3.2.1 Sambungan Temu (Butt Joint).....	19
2.3.2.2 Sambungan Tumpang (Lap Joint).....	20
2.3.2.3 Sambungan T (Tee Joint).....	21
2.3.2.4 Rumus sambungan las khusus.....	23
2.3.2.5 Perhitungan Sambungan Las untuk Beban Eksentri.....	23
2.3.2.5.1 Puntiran pada Sambungan Las.....	23
2.3.2.5.2 Lenturan pada Sambungan Las.....	24
2.3.2.6 Kekuatan Sambungan Las.....	25
2.4 Perencanaan Baut dan Mur.....	27
BAB III METODOLOGI.....	31
BAB IV HASIL DAN PERHITUNGAN.....	37
4.1 Dimensi Rangka.....	37
4.2 Sambungan Las.....	40
4.1.2 Perhitungan Las.....	40
4.1.2.1 Las pada sambungan A.....	42
4.1.2.2 Las pada sambungan B.....	46
4.1.2.3 Las pada sambungan C.....	48
4.1.2.4 Las pada sambungan D.....	51
4.2 Perhitungan Mur dan Baut.....	53
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	57
5.1 Kesimpulan.....	57
5.2 Saran.....	57
DAFTAR PUSTAKA.....	xiii
LAMPIRAN	
BIODATA PENULIS	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Mekanisme konstruksi umum CVT.....	9
Gambar 2.2	Gaya Aksial Bekerja pada Poros.....	10
Gambar 2.3	Pembebanan Bending.....	11
Gambar 2.4	Tegangan Geser	13
Gambar 2.5	Batang Puntir	14
Gambar 2.6	Sambungan Temu	19
Gambar 2.7	Sambungan Lap jeruk	20
Gambar 2.8	Sambungan tee dengan beban F.....	21
Gambar 2.9	Sambungan tee dengan beban F dan momen.....	22
Gambar 2.10	Sambungan T Silinder.....	22
Gambar 2.11	Contoh sambungan las khusus	23
Gambar 2.12	Puntiran pada Sambungan Las	23
Gambar 2.13	Gelegar persegi empat yang dilas pada tumpuan	24
Gambar 2.14	Kerusakan pada baut	27
Gambar 3.1	Diagram Alir Metodologi Penelitian	31
Gambar 3.2	Sketsa Rancangan CVT	34
Gambar 3.3	Rancangan Kerangka alat peraga CVT.....	34
Gambar 4.1	Dimensi plat L.....	32
Gambar 4.2	Plat rata	33
Gambar 4.3	Rangka tampak depan dan atas beserta ukurannya (dalam satuan cm)	34
Gambar 4.4	Gambar 3-D rangka dan beban yang ada.....	35
Gambar 4.5	Rangka dan pengelompokan pengelasan.....	37
Gambar 4.6	Titik berat pada beban	37



Gambar 4.7 Jarak antara titik berat dengan pelat terdekat	43
Gambar 4.8 Gaya yang terjadi pada bagian A.....	51
Gambar 4.9 Gaya yang terjadi pada bagian B.....	51
Gambar 4.10 Gaya yang terjadi pada bagian C.....	51
Gambar 4.11 Gaya yang terjadi pada bagian D.....	51
Gambar 4.12 Sambungan mur dan baut	51

ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember

ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember

BAB I PENDAHULUAN



ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember

ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember

ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember



BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini sangatlah pesat. Berbagai macam teknologi berhasil ditemukan dan dikembangkan oleh manusia, antara lain teknologi dalam bidang otomotif, sebagai contoh pesatnya perkembangan teknologi dalam bidang otomotif adalah perkembangan transmisi pada kendaraan. Transmisi yang pada awalnya menggunakan manual dan kemudian berkembang menjadi transmisi otomatis.

Pengembangan terbaru dari transmisi otomatis diantaranya adalah *Automated Transmission (AT)*, yaitu menggabungkan fitur manual dan transmisi otomatis. Kelebihan dari AT adalah : pengoperasiannya relatif lebih sederhana, gigi awal dikendalikan oleh tuas pemilih, pergesaran dari kecepatan rendah dan kembali ke drive dikendalikan secara otomatis diperoleh dari kecepatan mesin. Kelemahan dari AT adalah selalu membutuhkan alat pendukung seperti planetary gear set, coupling fluida dan biaya perawatan yang tinggi.

Pada saat ini sebagian produsen kendaraan mengembangkan dan menggunakan *Continuously Variable Transmission (CVT)* hal tersebut ditandai dengan semakin meningkatnya kualitas dari CVT secara terus menerus. Prinsip kerja CVT adalah memanfaatkan perubahan diameter antara puli penggerak (*driver pulley*) dan puli yang digerakkan (*driven pulley*). Sistem ini memiliki kelebihan antara lain:

1. Kontruksi lebih sederhana dan proses manufaktur yang lebih mudah.
2. akselerasi halus tanpa sentakan atau pukulan dari mengubah gears.
3. efisiensi bahan bakar yang lebih baik karena pada CVT tidak adanya daya yang terbuang waktu perpindahan gigi seperti yang terjadi pada transmisi otomatis

Namun kelemahan sistem CVT dibandingkan dengan AT yaitu : kemampuan beltnya yang menurun drastis apabila dipakai untuk kendaraan dengan daya diatas 135 HP, karena beltnya yang akan mengendur bila terlalu panas akibat gesekan dalam pemakaian yang lama.

Dari hal tersebut saya berkeinginan untuk memberikan gambaran tentang konstruksi meja penyangga CVT tersebut dengan baik dan jelas, agar dapat membantu penelitian tentang CVT di masyarakat. Maka dibuatlah tugas akhir dengan judul rancang bangun rangka alat peraga CVT.

I.2 Perumusan Masalah

Adapun beberapa permasalahan yang nantinya akan timbul dalam perancangan konstruksi kerangka penyangga CVT ini adalah :

1. Bagaimana merancang rangka alat peraga pada CVT
2. Bagaimana perhitungan elemen mesin yang meliputi perhitungan tegangan yang terjadi dan perhitungan ketinggian las supaya aman
3. Bagaimana pemilihan mur dan baut yang sesuai.

I.3 Batasan Masalah

Dalam perencanaan konstruksi kerangka penyangga CVT ini, kami membatasi ruang lingkup permasalahan yang ada sebagai berikut:

1. Getaran yang timbul selama mesin bekerja tidak diperhitungkan atau diabaikan.
2. Tidak menghitung kerugian-kerugian yang timbul akibat gaya gesek, panas, dan elektrik.
3. Tidak semua komponen dapat dibuat sesuai, karena keterbatasan alat dan biaya.
4. Beban terpusat pada satu titik.

I.4 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari tugas akhir perencanaan konstruksi kerangka penyangga CVT ini adalah :

1. Mengetahui perancangan konstruksi kerangka penyangga CVT.
2. Menganalisa Perhitungan elemen mesin meliputi : perhitungan tegangan yang terjadi, perhitungan las agar didapat angka aman.
3. Mengetahui perhitungan mur dan baut agar sesuai dengan kebutuhan.

Sedangkan manfaat yang bisa diambil dari tugas akhir ini adalah :

1. Mahasiswa dapat menerapkan secara langsung ilmu pengetahuan yang didapatkan dari bangku perkuliahan, yang diharapkan nantinya dapat bermanfaat baik bagi diri sendiri khususnya dan masyarakat pada umumnya.
2. Didapatkan analisa dan perhitungan yang tepat sehingga dapat dijadikan pertimbangan dalam industri otomotif.
3. Menambah sarana pengembangan wawasan bagi mahasiswa Diploma III Teknik Mesin FTI-ITS, khususnya dalam mata kuliah elemen mesin.

I.5 Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab ini berisikan mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan dan manfaat penulisan, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini menjelaskan beberapa teori penunjang yang dijadikan acuan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

BAB III METODOLOGI

Berisi tentang metode-metode pembahasan yang dipakai untuk menyelesaikan Tugas Akhir, serta bagan proses atau flow chart pelaksanaan tugas akhir dari awal sampai akhir.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dibahas mengenai perhitungan – perhitungan yang terjadi dalam rancang bangun rangka alat peraga CVT.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan diuraikan hasil perencanaan dan perhitungan secara singkat serta saran untuk kedepan dalam pengembangan penggunaan alat peraga ini.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



BAB II DASAR TEORI



BAB II

DASAR TEORI

2.1. Continuously Variable Transmission (CVT)

Penampilan dan konstruksi dari sistem transmisi ini sangat kompleks dan sederhana dengan sistem transmisi lainnya. Penampilan yang baik serta unggul dalam penggunaan karena CVT sama sekali tidak mempergunakan gigi sehingga saat bergerak dan berhenti jauh lebih halus. Halus dalam pergerakan karena pada sistem ini tidak terjadi kehilangan tenaga saat pemindahan gigi, dan mempunyai akselerasi sangat cepat. Dibanding dengan perseneling otomatis manapun sistem ini tetap unggul. Perseneling otomatis memiliki keterlambatan saat perpindahan kecepatan, walaupun tidak kehilangan tenaga pendorong bagi mobil.

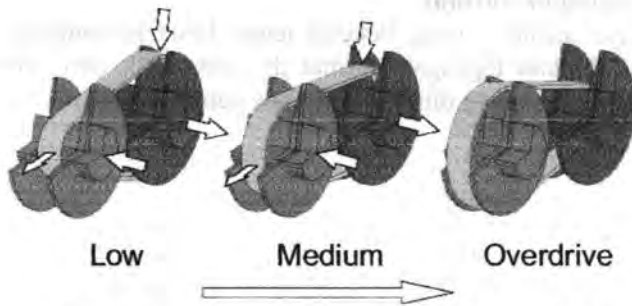
Secara teknis sistem CVT sangat sederhana, yakni perseneling dilengkapi dengan 2 puli yang berbentuk kerucut dan sabuk baja steel belt. Salah satu puli ini mempunyai lubang dan yang lainnya berbentuk kerucut. Ini berguna untuk merubah diameter puli yang berkaitan dengan sabuk baja. Diameter tersebut berubah bila puli yang berbentuk kerucut masuk atau keluar dari puli yang berlubang. Bila puli masuk maka diameter gabungan kedua puli menjadi besar dan sebaliknya. Sabuk baja yang ada pada puli akan terdorong keatas atau kebawah sesuai dengan perubahan diameter puli dan tetap mencengkeram kuat di puli. Perubahan diameter di puli menghasilkan perubahan tenaga secara terus menerus, tanpa terjadi kehilangan tenaga saat perubahan, baik itu dari kecepatan rendah ke kecepatan tinggi, maupun sebaliknya, dan ini yang sangat diharapkan pemakai mobil.

Untuk mengubah diameter, dalam arti mengubah torsi mesin yang akan disalurkan ke roda, dilakukan secara elektronik. Kecepatan rendah dan tenaga besar, seperti halnya gigi satu pada sistem manual, diperoleh dengan memperkecil diameter puli yang dihubungkan dengan sistem kopling, serta memperbesar diameter

puli yang berhubungan dengan diferensial (gardan). Semakin cepat mobil bergerak, semakin besar pula diameter puli yang dihubungkan dengan sistem kopling, dan semakin kecil diameter puli lawan. Untuk setiap pergerakan sabuk baja yang dirancang khusus, diameter tersebut terus menerus menggigit pada puli-puli ini dan praktis hampir tidak ada slip yang menyebabkan hilangnya tenaga. Sabuk yang terbuat dari baja disamping kuat, tidak menyebabkan slip, juga tahan lama, sehingga cocok untuk dipergunakan. Selain itu praktis tanpa perawatan. Keuntungan lain karena sedikit bagian yang bergerak, maka praktis mengurangi energi yang terbuang dan mengurangi suara diperseneling.

Efisiensi torsi yang dihasilkan mesin didukung pula oleh pemakaian kopling khusus yang mempergunakan sabuk elektromagnetis serta dikendalikan dan dipantau oleh mikrokomputer. Sehingga dengan torsi yang kecil dapat menghasilkan traksi yang besar. Sama seperti perseneling otomatis, tetapi sistem ini dilengkapi tingkat kecepatan khusus untuk keperluan akselerasi yang lebih besar, serta pengereman dengan mesin yang lebih baik.

Pengendalian CVT jauh lebih mudah dari perseneling otomatis. Dengan menggeser puli kekanan dan kekiri dengan sistem kontrol elektronik maka ratio transmisi dapat diatur sesuai yang diinginkan. Disamping itu jumlah tingkat transmisi juga dapat diatur sesuai dengan yang diinginkan. Tenaga mesin sedikit sekali terbuang akibat pemakaian CVT sehingga pemakaian bahan bakarpun akan lebih irit.



Gambar 2.1. Mekanisme konstruksi umum CVT

2.2 Tegangan / Stress

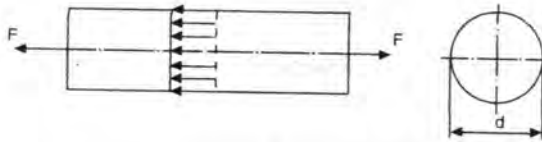
Tegangan didefinisikan sebagai gaya tiap satuan luas. Tegangan dianggap terbagi merata pada luas penampang melintang bagian benda. Tegangan timbul akibat adanya beban atau gaya yang bekerja pada sebuah benda atau material. Dalam material itu sendiri ada tegangan ijin yang besarnya ditentukan material dan faktor keamanan yang diambil. Dari kedua tegangan inilah nanti akan diperoleh dimensi atau ukuran terkecil namun aman terhadap gaya atau beban.

Tegangan-tegangan yang timbul dalam perhitungan/perencanaan elemen mesin terdiri dari :

1. Tegangan normal (Tensile dan compression stress)
2. Tegangan geser (Shears stress)
3. Tegangan bending/ lengkung (Bending stress)
4. Tegangan kombinasi (combination stress)

2.2.1 Tegangan Normal

Gaya aksial F yang bekerja tegak lurus penampang A , akan menimbulkan tegangan normal di setiap titik dari sebuah penampang seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Gaya Aksial Bekerja pada Poros

$$\sigma_n = \frac{F \text{ [lbf]}}{A \text{ in}^2} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

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

d = diameter silinder (in)

F = gaya normal (lbf)

σ_n = tegangan normal (psi)

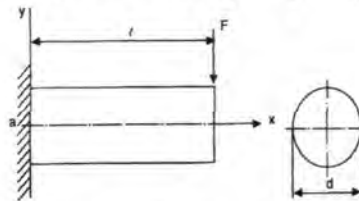
Tegangan tarik σ_t disebut tegangan normal positif, dimana gaya yang bekerja mempunyai arah keluar (positif), sedangkan tegangan σ_c tekan disebut tegangan normal negatif, karena gaya yang bekerja mempunyai arah masuk penampang (negatif) (Ir. Zainun, 1999).

2.2.2 Tegangan Bending

Momen bending sebuah inersia utama, menimbulkan tegangan bending.

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W_b} \dots\dots\dots(2.2)$$

Momen bending M_b dari suatu gaya F terhadap a , didefinisikan sebagai perkalian besar gaya F dengan jarak tegak lurus l dari arah a ke garis aksi F , seperti pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Pembebanan Bending

$$M_b = F.l \dots\dots\dots(2.3)$$

Momen tahanan bending dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$W_b = \frac{I_x}{e} \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana :

I_x = Momen inersia (in^4)

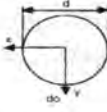
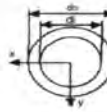
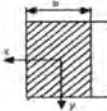
e = jarak yang terdekat dengan sumbu

W_b = momen tahanan bending (in^3)

σ_b = tegangan bending (psi)

Besarnya momen tahanan bending tergantung dari bentuk penampang dari elemen, untuk menentukan momen inersia dan momen tahanan bending dapat dilihat dari tabel 2.1.

Tabel 2.1 Cara menentukan I dan Wb (Ir. Zainun, 1999)

Bentuk Penampang	Momen Inersia	Momen Tahanan Bending Wb
	$I_x = I_y = \frac{\pi d^4}{64}$	$W_{tx} = W_{ty} = \frac{\pi d^3}{32}$
	$I_x = I_y = \frac{\pi (d_o^4 - d_i^4)}{64}$	$W_{tx} = W_{ty} = \frac{\pi (d_o^3 - d_i^3)}{64}$
	$I_x = \frac{bh^3}{12}$ $I_y = \frac{h \cdot b^3}{12}$	$W_{tx} = \frac{bh^2}{6}$ $W_{ty} = \frac{hb^2}{6}$

2.2.3 Tegangan Geser

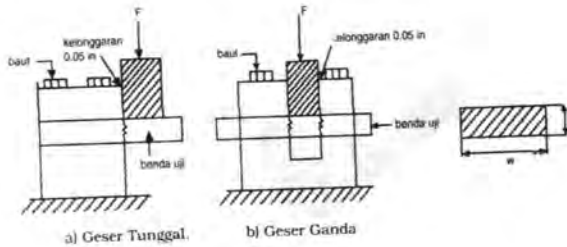
Tegangan geser dapat dibedakan berdasarkan jenis gaya yang bekerja pada elemen, yaitu:

1. Tegangan geser langsung
2. Tegangan geser puntir

2.2.3.1 Tegangan Geser Langsung

Gaya normal F yang bekerja sejajar penampang dengan kondisi seperti pada gambar 2.4 akan menimbulkan tegangan geser langsung (Ir. Zainun, 1999).

$$\tau_s = \frac{F}{A} \dots\dots\dots(2.5)$$



Gambar 2.4 Tegangan Geser

sehingga besar tegangan geser langsung adalah

$$\text{a) } \tau_s = \frac{F}{t.w} \qquad \text{b) } \tau_s = \frac{F}{2.t.w} \dots\dots\dots(2.6)$$

dimana :

- τ_s = Tegangan geser (psi)
- F = gaya normal (lb)
- t = tebal (in)
- w = lebar (in)

2.2.3.2 Tegangan Geser Puntir

Setiap vektor momen yang berhimpit dengan sumbu suatu bagian mesin disebut vektor puntir, karna momen ini menyebabkan bagian mesin tersebut memuntir terhadap sumbunya. Batang yang menerima momen disebut batang puntir seperti gambar 2.5 (Ir. Zainun, 1999).



Gambar 2.5 Batang Puntir

Sudut puntir untuk batang bulat adalah

$$\theta = \frac{M_t l}{G J} \dots\dots\dots(2.7)$$

dimana :

- θ = sudut puntir (rad)
- M_t = momen torsi (lb in)
- l = panjang (in)
- G = modulus geser (lb/in²)
- J = momen tahanan polar (in⁴)

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




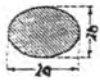



$$\tau_t = \frac{M_t r}{J} \text{ atau } \tau_t = \frac{M_t}{W_t} \dots\dots\dots(2.8)$$




dimana :

- W_t = momen tahanan puntir (in³)
- τ_t = tegangan geser puntir (psi)

Besarnya momen tahanan polar puntir tergantung bentuk elemen mesin seperti ditunjukkan pada tabel 2.2.

Tabel 2.2. Momen Tahanan Polar (J) (Ir. Zainun, 1999)

Bentuk Penampang	Momen Polar (J)
	$\frac{\pi d^4}{32}$
	$\frac{\pi}{32} (d^4 - d_1^4)$
	$\frac{3}{4} \pi r t^3$
	$\frac{\pi a^3 b^3}{a^2 + b^2}$
	$\frac{\pi a_1^3 b_1^3}{a_1^2 + b_1^2} [(1+g)^4]; g = \frac{a-a_1}{a_1}; g = \frac{b-b_1}{b_1}$
	$\frac{b^4 \sqrt{3}}{80}$
	$2.69 b^4$

	$\frac{ab^3}{16} \left(\frac{16}{3} - 3,36 \frac{b}{a} \left(1 - \frac{b^4}{12a^4} \right) \right)$
	$\frac{2t_1 t_2 (a - t_1)^2 (b - t_1)^2}{at_2 + bt_1 - t_2^2 - t_1^2}$
	$0,1406 b^4$

Momen torsi sering harus dihitung dari gaya yang di transmisikan dengan putaran poros tertentu. Untuk memudahkan disini ada tiga rumus yang harus dipakai adalah :

$$M_t = 63000 \frac{M}{n} \quad (\text{lb in})$$

$$M_t = 71620 \frac{M}{n} \quad (\text{kg cm})$$

dimana:

N = daya (Hp)

n = putaran (rpm)

kalau satuan yang dipakai adalah SI humus yang dipakai adalah:

$$M_t = \frac{N}{\omega} \quad (\text{Nm}) \dots \dots \dots (2.9)$$

dimana:

N = daya (watt)

ω = kecepatan sudut (rad/dt)

2.2.4. Tegangan Maksimum Ijin (The Maximum Normal Stress Theory)

Tegangan maksimum ijin mempunyai fungsi yaitu sebagai koreksi apakah tegangan yang digunakan itu mampu untuk membentuk benda kerja apakah benda kerja yang dibentuk itu rusak. Dengan dasar tegangan yang digunakan adalah lebih kecil atau sama dengan tegangan yang diijinkan ($\sigma_t \geq |\sigma_t|$). Sehingga diperlukan factor keamanan (N). Besarnya tegangan ijin dapat dinyatakan dengan persamaan:

a. Tegangan ijin tarik : $|\sigma_t| = \frac{S_{yp}}{N} \dots\dots\dots(2.10)$

b. Tegangan ijin kompresi : $|\sigma_c| = \frac{S_{yc}}{N} = \frac{K_c \cdot S_{yp}}{N} \dots(2.11)$

c. Tegangan ijin geser : $|\tau_s| = \frac{S_{ypS}}{N} = \frac{K_s \cdot S_{yp}}{N} \dots\dots\dots(2.12)$

Faktor koreksi :

$$K_c = 1,0 - 1,3$$

$$K_s = 0,6 - 0,3$$

$$K_b = 0,9 - 1,0$$

Faktor keamanan:

1. $N = 1,25 - 1,5$: untuk bahan yang sesuai dengan penggunaan pada kondisi terkontrol dan tegangan yangh bekerja dapat ditentukan dengan pasti.
2. $N = 1,5 - 2,0$: untuk bahan yang mudah diketahui dan pada kondisi lingkunagn beban dan tegangan yang tetap dan dapat ditentukan dengan mudah.
3. $N = 2,0 - 2,5$: untuk bahan yang beroperasi secara rata-rata dengan range beban yang diketahui.
4. $N = 2,5 - 3,0$: untuk beban yang diketahui tanpa mengalami tes. Pada kondisi, beban dan tegangan rata-rata.

5. $N = 3,0 - 4,5$: untuk van yang sudah diketahui. Beban dan tegangan yang tidak pasti dan kondisi lingkungan yang juga tidak pasti.
6. Beban berulang : nomor 1 s/d 5
7. Beban kejut : nomor 3 s/d 5
8. Beban getas : nomor 2 s/d 5 dengan perkiraan dikalikan 2 (Suhariyanto, 2002).

2.3 Sambungan Las

Sambungan las (welding joint) banyak digunakan pada penyambungan peralatan peralatan di mesin. Beberapa keuntungan sambungan las dibandingkan dengan sambungan keling:

- a. Lebih cepat pengerjaannya
- b. Dapat memungkinkan pelaksanaan sambungan tanpa menggunakan plat.
- c. Untuk sambungan seperti tangki, pipa-pipa, dan sebagainya lebih baik karena kedap air (Ir. Zainun, 1999).

2.3.1 Pengertian las

Las adalah metalurgi pada sambungan logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Dari keadaan tersebut dapat dijelaskan lebih lanjut bahwa las adalah sambungan setempat dari beberapa batang logam dengan menggunakan energi panas. Mengelas adalah suatu pekerjaan penyambungan paduan logam dengan cara memanasi baik diatas batas cairnya atau dibawah batas cair disertai dengan tekanan atau tanpa tekanan dan ditambah atau diisi dengan logam pengisi (filter metal). Selai itu dengan menghgunakan as tertentu dapat juga difungsikan untuk memotong suatu logam yaitu dengan memanaskan logam sampai titik cair dan pada logam cair tersebut diberi tekanan yang tinggi sehingga benda kerja dapat berlobang dan terpotong. Proses pengelasan telah menjadi salah satu

alternatif yang paling efisien dalam proses industri logam sehingga sering jumpai berbagai macam las yang digunakan dalam sebuah bengkel konstruksi maupun permesinan.

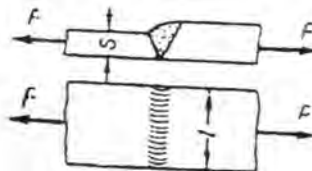
2.3.2 Tipe Sambungan Las

Secara garis besar tipe sambungan las dibedakan menjadi lima, yaitu :

- Butt Joint (sambungan tumpak)
- Corner Joint (sambungan sudut)
- Edge Joint (sambungan bentuk sudut)
- Lap Joint (sambungan tumpang)
- Tee Joint (sambungan bentuk T)

2.3.2.1 Sambungan Temu (Butt Joint)

Gambar 2.6 memperlihatkan sebuah alur las berbentuk V tunggal yang dibebani oleh gaya tarik F untuk pembebanan tarik ataupun tekan. Tegangan normal rata-rata adalah:



Gambar 2.6 Sambungan Temu

$$\sigma_t \leq |\sigma_t|$$

$$\frac{F}{hl} \geq |\sigma_t| \dots\dots\dots(2.13)$$

Dimana:

- | | | |
|--------------|---|-------------------------------|
| $ \sigma_t $ | = | tegangan tarik yang diijinkan |
| F | = | gaya normal (lb) |
| h | = | Tebal plat (in) |
| l | = | Panjang lasan (in) |

2.3.2.2 Sambungan Tumpang (Lap Joint)

Gambar 2.7 menunjukkan sambungan tumpang yang bekerja gaya F yang akan menimbulkan tegangan geser pada lasan adalah:

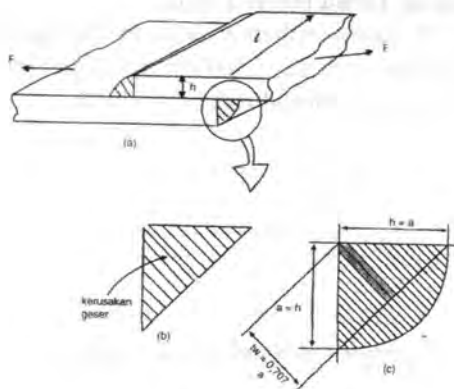
$$\tau_s \leq |\tau_s|$$

$$\frac{F}{A} \leq |\tau_s| \dots\dots\dots(2.14)$$

Dimana:

A = Luas penampang geser (in)

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



Gambar 2.7. Sambungan Lap jeruk

- a. Beban geser pada sambungan tumpang
- b. Kerusakan geser
- c. Dimensi tebal lasan

2.3.2.3 Sambungan T (Tee Joint)

Bila gaya F bekerja sejajar dengan panjang logam dan eksentris seperti pada gambar 2.8, pada sambungan logam akan terjadi momen bending dan gaya geser, sehingga rumus tegangan total sebagai berikut:

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

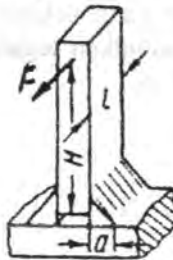
Tegangan bending akibat momen bending

$$\sigma_2 = \frac{P.H}{0,7W} \text{ dimana } W = \frac{2.al^2}{6} = A \frac{l}{6}$$

sehingga tegangan total

(Achmad, Zainun. 1999. *Elemen Mesin I*)

$$\tau = \sqrt{\tau_1^2 + \sigma_2^2} = \frac{F}{0,7A} \sqrt{1 + \left(\frac{6H}{l}\right)^2} \leq |\tau| \dots\dots\dots(2.15)$$



Gambar 2.8 Sambungan tee dengan beban F



Bila pada sambungan tersebut bekerja gaya F dan momen seperti gambar 2.9 maka menimbulkan tegangan pada logam adalah.

(Achmad, Zainun. 1999. *Elemen Mesin I*)

$$\tau = \frac{M}{0,7W} + \frac{F}{0,7A} \leq |\tau| \dots\dots\dots(2.16)$$

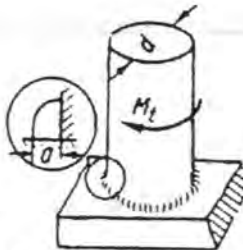


Gambar 2.9 Sambungan tee dengan beban F dan momen

Untuk sambungan T dengan elemen yang berbentuk silinder dan momen puntir yang bekerja pada silinder tersebut adalah M_t , sehingga menimbulkan tegangan geser seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.10.

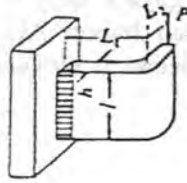
(Achmad, Zainun. 1999. *Elemen Mesin I*)

$$\tau_s = \frac{2M_t}{0,7ad^2} \leq |\tau_s| \dots\dots\dots(2.17)$$



Gambar 2.10 Sambungan T Silinder

2.3.2.4 Rumus sambungan las khusus



Gambar 2.11. sambungan las khusus

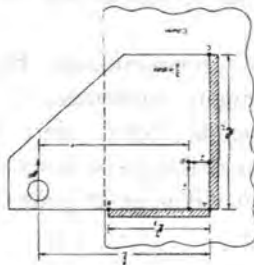
Besarnya tegangan yang terjadi pada las untuk gaya yang terjadi seperti pada gambar 2.11 dapat di cari dengan rumus sebagai berikut.

(Suhariyanto, 2002. Diktat Elemen Mesin I)

$$\tau_{\max} = \frac{P}{hl} \sqrt{\left(\frac{6L_2}{l}\right)^2 + 1,8 \left[1 + \left(\frac{6L_2}{l}\right)^2\right]} \dots\dots\dots(2.18)$$

2.3.2.5 Perhitungan Sambungan Las untuk Beban Eksentris

2.3.2.5.1 Puntiran pada Sambungan Las



Gambar 2.12 Puntiran pada Sambungan Las

Pada gambar 2.12 menunjukkan suatu konstruksi sambungan las dengan gaya F yang bekerja di luar daerah logam dengan jarak l terhadap luasan AC , sehingga tegangan yang terjadi adalah akibat beban F terhadap titik berat G kelompok lasan.

$$\tau = \frac{F}{A} + \frac{M_t}{J} \dots\dots\dots(2.19)$$

dimana :

F = gaya yang bekerja

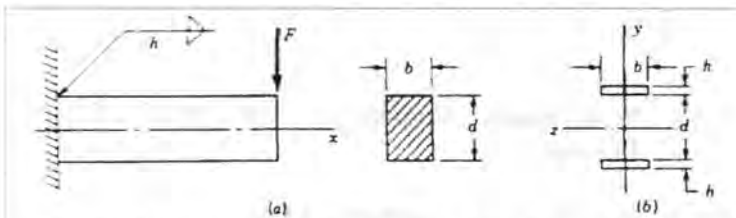
A = luasan efektif las

M_t = momen torsi akibat beban F terhadap titik berat daerah lasan

r = jarak terhadap titik berat daerah lasan

j = momen tahanan polar

2.3.2.5.2 Lenturan pada Sambungan Las



Gambar 2.13 Gelegar persegi empat yang dilas pada tumpuan

Gambar 2.13 menunjukkan batang yang dilas pada sebuah tumpuan dengan sambungan las di sebelah atas dan bawah. Diagram benda bebas dari gelegar tersebut akan memperlihatkan suatu reaksi gaya geser dan suatu reaksi momen M . Gaya geser menghasilkan geser pada lasan sebesar:

$$\tau_1 = \frac{F}{A} \dots\dots\dots(2.20)$$

dimana $A =$ luasan lasan total

Momen M menghasilkan tegangan lentur normal σ_b pada lasan, walaupun tidak besar, biasanya pada analisa tegangan las dianggap pada tegangan ini pada luasan lasan. Dengan memperlakukan kedua tegangan pada gambar 2.13b diatas kita mendapatkan momen inersia adalah

$$I_n = \frac{b.d^2}{12} \dots\dots\dots(2.21)$$

maka momen inersia berdasarkan panjang lasan

$$I = 0,707a \cdot \frac{b.d^2}{2} \dots\dots\dots(2.22)$$

tegangan normal sekarang didapat:

$$\sigma = \frac{M_1}{T} = \frac{M(d/2)}{0,707a \cdot b.d^2 / 2} = \frac{1,414M}{b.d.a} \dots\dots\dots(2.23)$$

2.3.2.6 Kekuatan Sambungan Las

Pemilihan sifat elektrode dengan sifat logam yang dilas biasanya tidaklah begitu penting dibandingkan kecepatan, pertimbangan operator, dan bentuk sambungan yang dihasilkan. Sifat-sifat elektroda dari beberapa kelas elektrode dapat dilihat pada tabel 2.4.

Tabel 2.3. Sifat Minimum Logam Las

AWS = American Welding Society untuk elektroda

Nomor Elektroda AWS	Kekuatan Tarik Ksi	Kekuatan Lulus Ksi	Presentase Pemanjangan
E60XX	62	56	17 - 25
E70XX	70	57	12
E80XX	80	67	19
E90XX	90	77	14 - 17
E100XX	100	87	13 - 16
E120XX	120	107	14

Tabel 2.4. Tegangan-tegangan yang Dijinkan oleh Kode AISIC untuk Logam Las

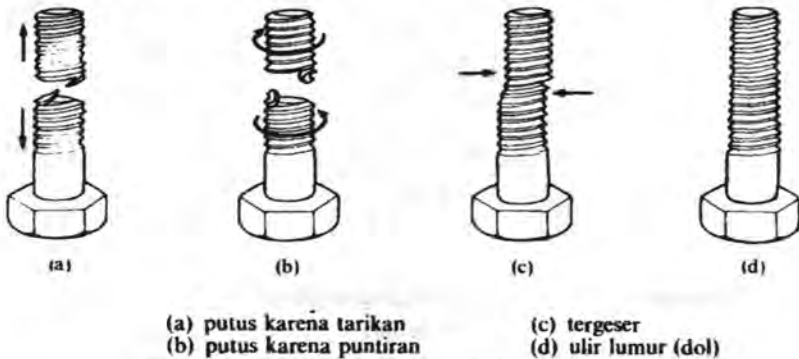
Jenis Beban	Jenis Sambungan Las	Tegangan yang Dijinkan	Faktor Keamanan N*
Tarik	Las temu	$0.6 \sigma_y$	1.67
Bantalan	Las temu	$0.9 \sigma_y$	1.11
Lenturan	Las temu	$0.6 - 0.66 \sigma_y$	1.52 - 1.67
Tekan	Las temu	$0.6 \sigma_y$	1.67
Geser	Las temu	$0.4 \sigma_y$	1.44

Tabel 2.5. Sifat Minimum Logam Las

Jenis Sambungan	Kf
Sambungan temu yang diperkuat	1.2
Ujung dari las sudut yang melintang	1.5
Ujung dari las sudut yang sejajar	2.7
Las temu bentuk T dengan sudut tajam	2.0

2.4 Perencanaan Baut dan Mur

Baut dan mur merupakan alat pengikat yang sangat penting. Untuk mencegah kecelakaan, atau kerusakan pada mesin, pemilihan baut dan mur sebagai alat pengikat harus dilakukan dengan seksama untuk mendapatkan ukuran yang sesuai. Dalam Gambar 2.14 diperlihatkan macam-macam kerusakan yang dapat terjadi pada baut.



Gambar 2.14 Kerusakan pada baut

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

Adapun gaya-gaya yang bekerja pada baut dapat berupa:

- i) Beban statis aksial murni.
- ii) Beban aksial, bersama dengan beban puntir.
- iii) Beban geser.
- iv) Beban tumbukan aksial.

Pada kasus pembebanan aksial, maka tegangan tarik atau tekan yang terjadi :

$$\sigma_t = \frac{F}{A} = \frac{F}{\left(\frac{\pi}{4}\right)d_2^2} \quad (2.24)$$

Dimana : σ_t = tegangan tarik atau tekan
 F = beban
 d_2 = diameter inti (root diameter)

Tegangan geser pada ulir untuk mur dan baut dapat dinyatakan :

$$\tau_{nut} = \frac{F}{\pi d_1 \left(\frac{h}{2}\right)} \quad (2.25)$$

$$\tau_{screw} = \frac{F}{\pi d_2 \left(\frac{h}{2}\right)} \quad (2.26)$$

Dimana : τ = tegangan geser
 F = beban
 d_1 = diameter luar baut (screw)
 d_2 = diameter kaki baut (screw)
 h = tinggi mur

Tegangan bearing yang terjadi diantara ulir baut dengan ulir mur dapat dinyatakan dengan persamaan :

(Suhariyanto. 2002. Diktat Elemen Mesin I)

$$\sigma_{bearing} = \frac{F}{\frac{\pi}{4} (d_1^2 - d_2^2) \left(\frac{h}{p}\right)} \quad (2.27)$$

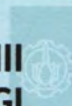
Dimana : $\sigma_{bearing}$ = tegangan bearing
 p = Pitch dari baut (screw)

Pada beban geser yang terdapat gaya geser murni (F), maka tegangan geser yang terjadi dapat diterima selama tidak melebihi harga yang diizinkan. Sehingga dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$\tau_a \geq \frac{F}{\frac{\pi}{4} d_1^2} \quad (2.28)$$

Dimana :

- τ_a = tegangan geser yang diizinkan diambil sebesar $\tau_a = (0,5 \text{ s/d } 0,7) \sigma_a$
- σ_a = tegangan tarik yang diizinkan



BAB III METODOLOGI

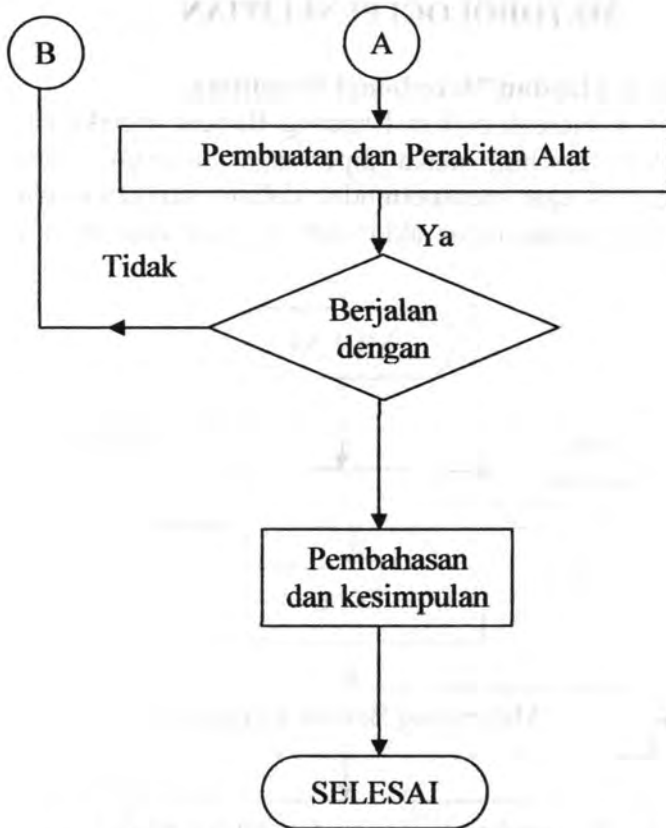


BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Diagram Alir dan Metodologi Penelitian

Untuk merealisasikan Rancang Bangun rangka alat peraga CVT tersebut, maka diperlukan tahapan-tahapan yang sistematis agar mempermudah dalam pembuatan alat maupun penyusunan tugas akhir seperti pada diagram alir dibawah ini :





Gambar 3.1. Diagram Alir Metodologi Penelitian

a. Studi Literatur

Untuk menunjang tugas akhir ini, maka dilakukan studi literatur dari berbagai sumber buku – buku pegangan dan mencari data-data dari internet, sehingga diperoleh informasi teknologi terkini tentang CVT dan perhitungan elemen mesin untuk menghitung ketinggian las supaya kerangkanya aman.

b. Observasi

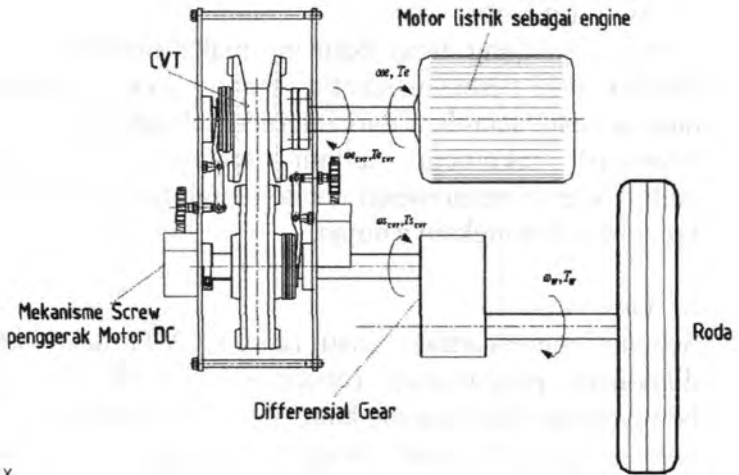
Sebelum merencanakan suatu rangka CVT, maka harus dilakukan pengamatan (observasi) secara langsung berupa pelacakan rancang bangun CVT mekanisme push belt berupa dimensi hingga peralatan yang ada sebelumnya, dari pengamatan tersebut dapat diketahui bagaimana prinsip kerja CVT, bagian-bagian yang ada pada CVT tersebut, dan lain sebagainya yang menunjang dan berhubungan dengan penyusunan laporan Tugas Akhir.

c. Data

Setelah dilakukan studi literatur dan observasi maka didapatkan data-data yang nantinya digunakan dalam penyusunan laporan Tugas Akhir. Data – data tersebut adalah berupa rancang bangun, dan lain sebagainya,

d. Merancang bentuk alat

Dalam tahap ini dirancang bentuk rangka CVT dengan berupa gambar, yang diharapkan nantinya dapat digunakan acuan dalam pembuatan rangka CVT. Adapun sketsa rancangan dari CVT ini seperti dibawah ini :



x

Gambar.3.2 Sketsa Rancangan CVT



Gambar 3.3 Rancangan Kerangka alat peraga CVT

e. Menentukan tegangan dan ketinggian kaki las

Pada tahap ini ditentukan ukuran komponen yang akan dipakai. Hal tersebut dimaksudkan agar terdapat kesesuaian antara dimensi CVT dengan komponen yang lainnya.

f. Perhitungan

Pada tahap ini dilakukan perhitungan kekuatan kaki las dalam menopang mesin CVT dan komponen yang lainnya.

g. Pembuatan dan perakitan alat

Kerangka CVT dibuat dengan dengan proses manufaktur yaitu meliputi proses pengelasan frame. Kerangka CVT dibuat dengan baik setelah didapatkan hasil perhitungan. Dimana dengan pembuatan CVT tersebut dapat diketahui cara mesin bekerja dan ratio-ratio yang terjadi.

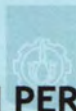
Dalam perencanaan alat peraga ini diperlukan beberapa komponen, antara lain:

- Belt dan Pulley yang digunakan sebagai driver dan driven
- Poros yang digunakan sebagai meneruskan torsi dari mesin ke pulley dan pasak yang berfungsi untuk mengikat pulley agar tidak slip.
- Screw, mur, dan baut yang berfungsi sebagai penyambung antar link pada alat peraga.
- Motor DC yang digunakan menggerakkan screw yang kemudian menggerakkan pressure fork untuk menggerakkan pulley secara aksial.
- Motor AC yang berfungsi sebagai sumber gerakan.

- o Kerangka mesin CVT yang sudah dirancang sedemikian rupa

h. Penulisan Laporan

Setelah didapatkan data-data yang diperlukan dari hasil analisa dan perhitungan serta pembuatan konstruksi kerangka CVT, maka langkah selanjutnya adalah pembuatan laporan dengan mengacu pada data - data tersebut.



BAB IV HASIL DAN PERHITUNGAN

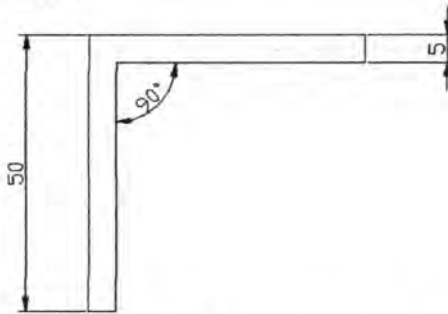


BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Dimensi Rangka

Dalam perencanaan rangka ini digunakan pelat dengan jenis sebagai berikut :

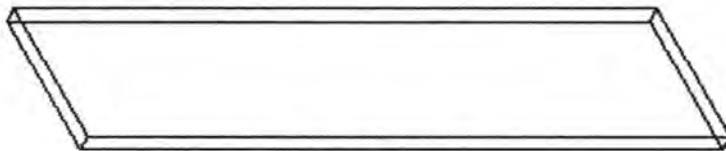
a. Plat siku :



Gambar 4. 1 Dimensi plat L

Pada plat ini digunakan baja dengan tipe ST42, dengan dimensi $p = 50 \text{ mm}$; $l = 5 \text{ mm}$ dan $p = 40 \text{ mm}$; $l = 4 \text{ mm}$

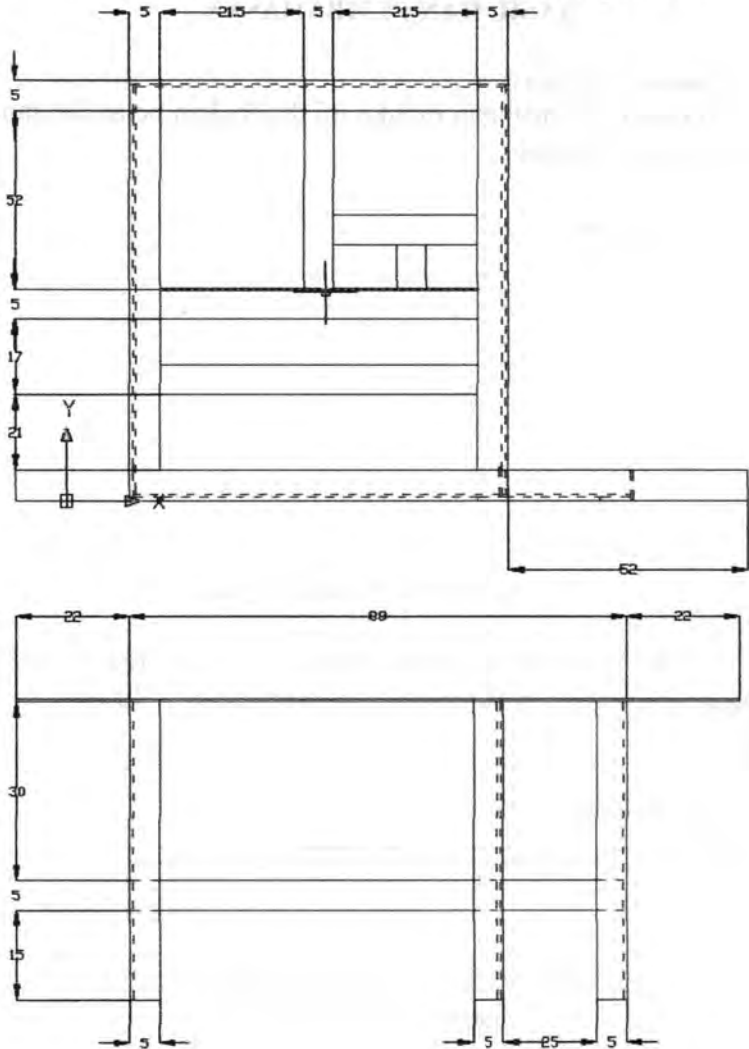
b. Plat rata



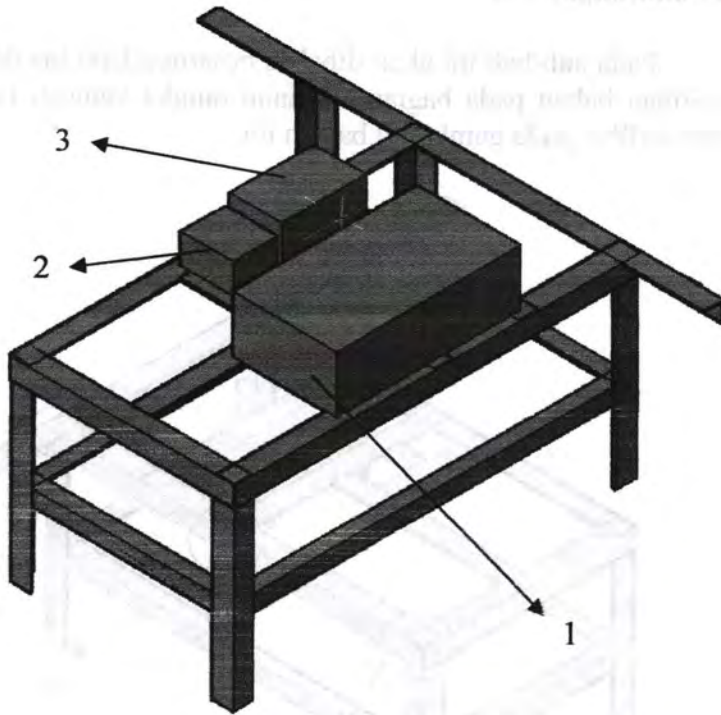
Gambar 4. 2 Plat rata

Pada plat ini digunakan baja dengan ST42, dengan dimensi $p = 50 \text{ mm}$; $l = 5 \text{ mm}$.

Berikut adalah ukuran pada rangka alat peraga CVT :



Gambar 4. 3. Rangka tampak depan dan atas beserta ukurannya (dalam satuan cm).



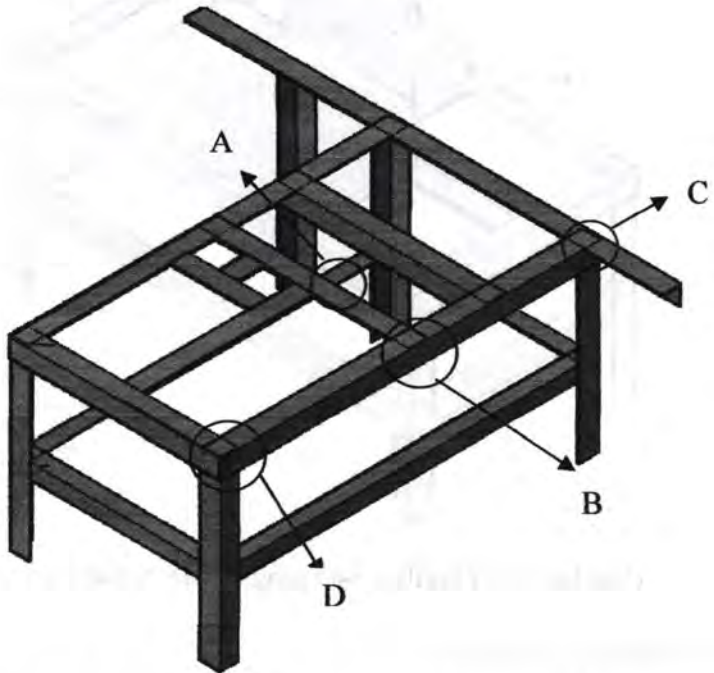
Gambar 4.4. Gambar 3-D rangka dan beban yang ada

Keterangan gambar :

- | | |
|----------------------|---------|
| 1. Mesin CVT | = 25 Kg |
| 2. Motor Listrik | = 38 Kg |
| 3. Differential Gear | = 30 Kg |

4.2 Sambungan Las

Pada sub bab ini akan dibahas besarnya kaki las dan pemilihan bahan pada bagian – bagian rangka yang di las, seperti terlihat pada gambar di bawah ini.

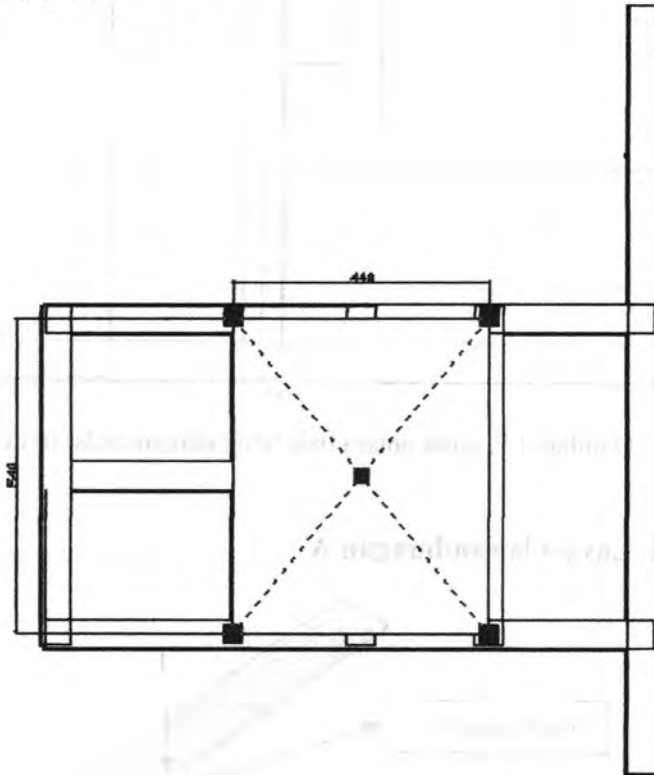


Gambar 4.5. rangka dan pengelompokan pengelasan.

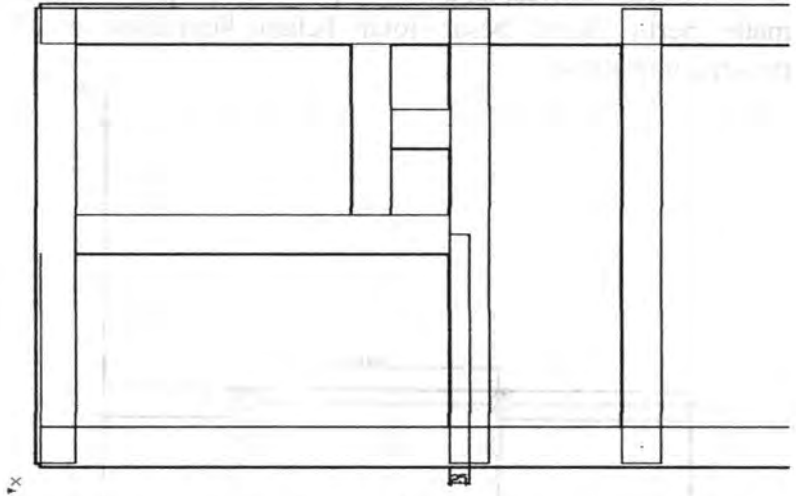
4.2.1 Perhitungan Las

Perhitungan las dilakukan pada titik seperti pada gambar 4.3, dimana terdapat 4 sambungan las dengan tipe yang berbeda – beda.

Untuk mendapatkan titik pusat berat pada rangka maka perlu dicari besar total beban kemudian dicari persinggungannya.

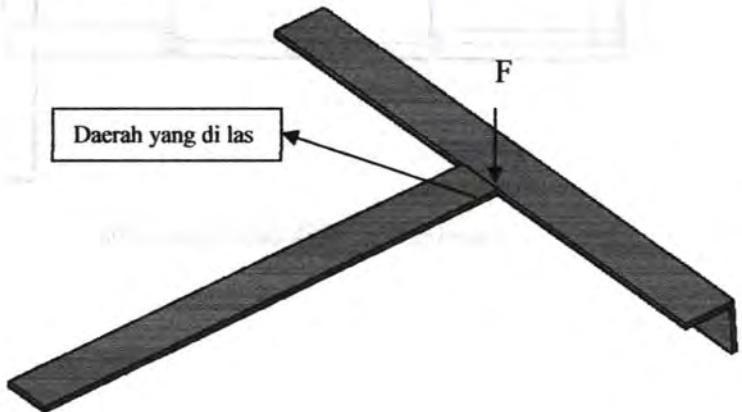


Gambar 4.6. Titik berat pada beban



Gambar 4.7. jarak antara titik berat dengan pelat terdekat

4.2.1.1 Las pada sambungan A



Gambar 4.8. Gaya yang terjadi pada bagian A

Dari data didapatkan :

$$m = 25 + 38 + 30$$

$$= 93 \text{ Kg (Total berat yang ada pada rangka)}$$

$$F = m \cdot g = 93 \cdot 9,81 = 912,33 \text{ N} = 205,0999 \text{ lbf} = 205,1 \text{ lbf}$$

$$\ell = 580 \text{ mm} = 22.83465 = 22,83 \text{ inchi}$$

$$t = 5 \text{ mm} = 0.1968504 \text{ in} = 0,20 \text{ in}$$

Dengan rumus :

Akibat bending :

$$\sigma_b \geq \frac{M_b}{W_b}$$

$$\geq \frac{M_b}{W_b}$$

Dimana $M = F \cdot L$
 $= 205,1 \text{ lbf} \cdot 0.98 \text{ in}$
 $= 200,998 \text{ lbf.in}$

$$\sigma_b \geq \frac{6M_b}{b \cdot h^2}$$

$$\sigma_b \geq \frac{6 \cdot 200,998}{22,83 \cdot h^2}$$

$$\sigma_b \geq \frac{1205,988}{22,83 \cdot h^2}$$

$$\geq \frac{52,82}{h^2}$$

Akibat geser :

$$\tau_s \geq \frac{F}{b.h}$$

$$\tau_s \geq \frac{205,1}{22,83.h}$$

$$\geq \frac{8,98}{h}$$

tegangan maksimum :

$$\tau_{\max} \geq \sqrt{(\sigma_b)^2 + (\tau_s)^2}$$

$$\frac{ks.Syp}{N} \geq \sqrt{(\sigma_b)^2 + (\tau_s)^2}$$

$$\left(\frac{ks.Syp}{N} \right)^2 \geq (\sigma_b)^2 + (\tau_s)^2$$

$$\left(\frac{0,7.50000}{2} \right)^2 \geq \left(\frac{52,82}{h^2} \right)^2 + \left(\frac{8,98}{h} \right)^2$$

$$306250000 \geq \left(\frac{2789,95}{h^4} \right) + \left(\frac{80,64}{h^2} \right)$$

$$306250000 \geq \left(\frac{1}{h^2} \left(\frac{2789,95}{h^2} \right) \right) + \left(\frac{80,64}{h^2} \right)$$

$$0 \geq \left(\frac{1}{h^2} \left(\frac{2789,95}{h^2} \right) + \left(\frac{80,64}{h^2} \right) \right) \frac{1}{306250000}$$

$$0 \geq \left(\frac{1}{h^2} \left(\frac{0,00000911}{h^2} \right) \right) + \left(\frac{0,000000263}{h^2} \right)$$

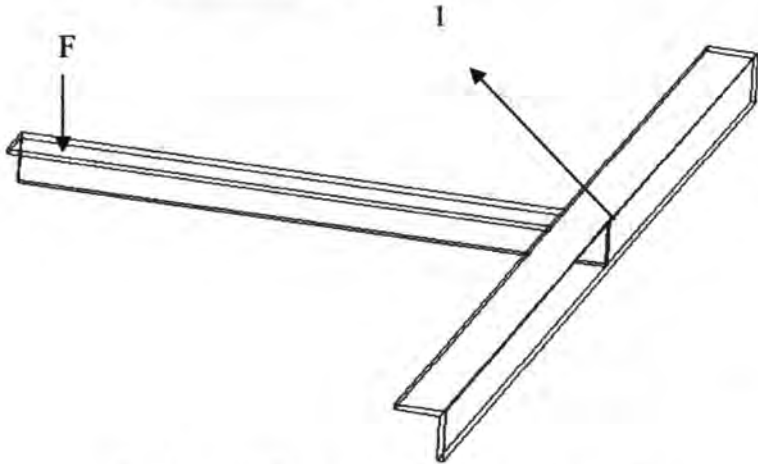
$$-\left(\frac{0,000000263}{h^2} \right) \leq \left(\frac{1}{h^2} \left(\frac{0,000000911}{h^2} \right) \right)$$

$$h^2 \geq \frac{0,000000911}{0,000000263}$$

$$h = 1,86 \text{ in}$$

Maka sambungan las di titik A aman jika tinggi kaki las yang di pakai adalah lebih besar 1,86 in.

4.2.1.2 Las pada sambungan B



Gambar 4.9. Gaya yang terjadi pada daerah B

pada sambungan ini dikenai tegangan geser akibat gaya F dimana gaya F menimbulkan momen bending.

Dari data didapatkan :

$$l = 50 \text{ mm} = 1,968504 = 1,97 \text{ in}$$

$$L_1 = 285 \text{ mm} = 11.22047 \text{ in} = 11,22 \text{ in}$$

$$L_2 = 0 \text{ in}$$

$$\tau_{\max} = \frac{F}{hl} \sqrt{\frac{6L_1}{l} + 1,8 \left(1 + \left(\frac{6L_2}{l} \right)^2 \right)}$$

$$\tau_{\max} = \frac{205,1}{h \cdot 1,97} \sqrt{\frac{6 \cdot 11,22}{1,97} + 1,8 \left(1 + \left(\frac{6 \cdot 0}{1,97} \right)^2 \right)}$$

$$\tau_{\max} = \frac{205,1}{h \cdot 1,97} \sqrt{\frac{67,32}{1,97} + 1,8}$$

$$\tau_{\max} = \frac{205,1}{h \cdot 1,97} \cdot 6$$

$$\frac{\text{ks.Syp}}{N} \geq \frac{205,1}{h \cdot 1,97} \cdot 6$$

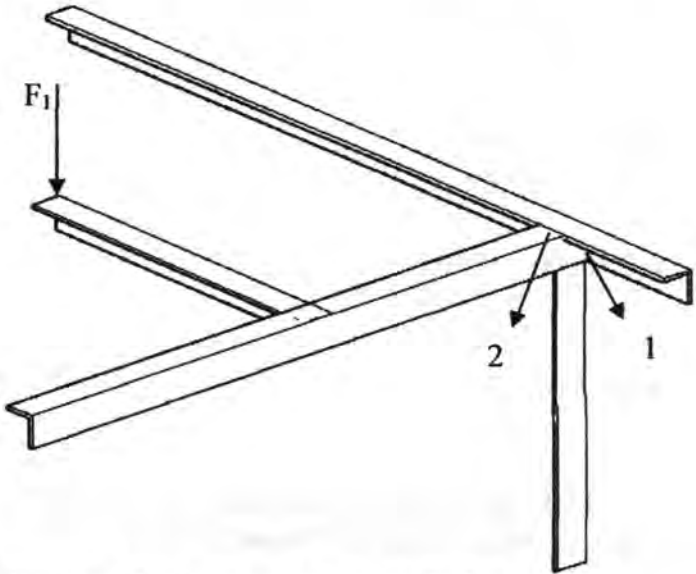
$$\frac{0,7 \cdot 50000}{2} \geq \frac{1230,6}{h \cdot 1,97}$$

$$h \geq 0,03 \text{ in}$$

Maka sambungan las di titik B aman jika tinggi kaki las yang di pakai adalah lebih besar 0,03 in.

4.2.1.3 Las pada sambungan C

Pada sambungan ini terdapat sebanyak 2 sambungan, yaitu :



Gambar 4.10. Gaya yang terjadi pada daerah C

1. Pada sambungan ini dikenai tegangan geser akibat gaya F dimana gaya F menimbulkan momen torsi.

Dari data didapatkan :

$$l = 50 \text{ mm} = 1,968504 \text{ in} = 1,97 \text{ in}$$

$$L_1 = 450 \text{ mm} = 17.71654 \text{ in} = 17,72 \text{ in}$$

$$L_2 = 285 \text{ mm} = 11.22047 \text{ in} = 11,22 \text{ in}$$

$$\tau_{\max} \geq \frac{F}{hl} \sqrt{\frac{6L_1}{l} + 1,8 \left(1 + \left(\frac{6L_2}{l} \right)^2 \right)}$$

$$\tau_{\max} \geq \frac{205,1}{h \cdot 1,97} \sqrt{\frac{6.17,72}{1,97} + 1,8 \left(1 + \left(\frac{6.11,22}{1,97} \right)^2 \right)}$$

$$\tau_{\max} \geq \frac{104,11}{h} \sqrt{\frac{106,32}{1,97} + 2103,78}$$

$$\tau_{\max} \geq \frac{104,11}{h} \sqrt{53,97 + 2103,78}$$

$$\tau_{\max} \geq \frac{4836,07}{h}$$

$$\frac{0,7.50000}{2} \geq \frac{4836,07}{h}$$

$$h \geq 0,28$$

Maka sambungan las di titik C1 aman jika tinggi kaki las yang di pakai adalah lebih besar 0,28 in.

2. Pada sambungan ini dikenai tegangan geser akibat gaya F dimana gaya F menimbulkan momen torsi

Dari data didapatkan :

$$\begin{aligned} l &= 5 \text{ mm} = 0.1968504 \text{ in} = 0,20 \text{ in} \\ L_1 &= 405 \text{ mm} = 15.94488 \text{ in} = 15,94 \text{ in} \\ L_2 &= 265 \text{ mm} = 10.43307 \text{ in} = 10,43 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\tau_{\max} \geq \frac{F}{hl} \sqrt{\frac{6L_1}{1} + 1,8 \left(1 + \left(\frac{6L_2}{1} \right)^2 \right)}$$

$$\tau_{\max} \geq \frac{205,1}{h \cdot 0,20} \sqrt{\frac{6 \cdot 15,94}{0,20} + 1,8 \left(1 + \left(\frac{6 \cdot 10,43}{0,20} \right)^2 \right)}$$

$$\tau_{\max} \geq \frac{104,11}{h} \sqrt{478,2 + 176233,34}$$

$$\tau_{\max} \geq \frac{104,11}{h} \sqrt{176711,54}$$

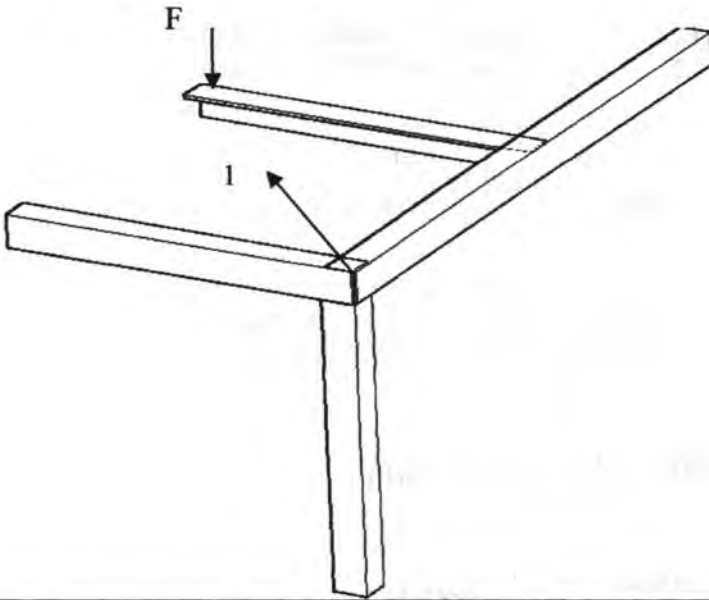
$$\tau_{\max} \geq \frac{43764,80}{h}$$

$$\frac{0,750000}{2} \geq \frac{43764,80}{h}$$

$$h \geq 2,5 \text{ in}$$

Maka sambungan las di titik C2 aman jika tinggi kaki las yang di pakai adalah lebih besar 2,5 in.

4.2.1.4 Las pada sambungan D



Gambar 4.11. Gaya yang terjadi pada daerah D

Pada sambungan ini dikenai tegangan geser akibat gaya F dimana gaya F menimbulkan momen torsi.

Dari data didapatkan :

Lebar pelat = 50 mm = 1,968504 = 1,97 in

dengan rumus phitagoras :

$$l = \sqrt{(1,97)^2 + (1,97)^2}$$

$$l = \sqrt{3,8809 + 3,8809}$$

$$l = \sqrt{7,7618}$$



$$l = 2,79$$

$$L_1 = 545 \text{ mm} = 21.45669 = 21,46 \text{ in}$$

$$L_2 = 265 \text{ mm} = 10.43307 = 10,43 \text{ in}$$

$$\tau_{\max} \geq \frac{F}{hl} \sqrt{\frac{6L_1}{1} + 1,8 \left(1 + \left(\frac{6L_2}{1} \right)^2 \right)}$$

$$\tau_{\max} \geq \frac{205,1}{h \cdot 2,79} \sqrt{\frac{6 \cdot 21,46}{2,79} + 1,8 \left(1 + \left(\frac{6 \cdot 10,43}{2,79} \right)^2 \right)}$$

$$\frac{ks.Syp}{N} \geq \frac{73,51}{h} \sqrt{46,15 + 504,1}$$

$$\frac{0,7.50000}{2} \geq \frac{73,51}{h} \sqrt{1883,56}$$

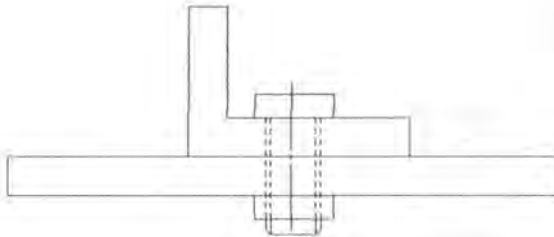
$$h \geq \frac{3190,334.2}{0,7.50000}$$

$$h \geq 0,18 \text{ in}$$

Maka sambungan las di titik D aman jika tinggi kaki las yang di pakai adalah lebih besar 0,18 in.

4.3 Perhitungan mur dan baut

Pada analisa tegangan yang terjadi kami lakukan pada sambungan antara beban yang dihitung dengan rangka alat praga, dengan bahan rangka yaitu ST 42 yang mempunyai yield strength S_{yp} sebesar 42 kg/mm^2 , sambungan ulir ditunjukkan pada gambar 4.12.



gambar 4.12. sambungan mur dan baut

Dari data didapatkan :

$m = 38 \text{ Kg}$ (diambil pada massa yang terberat, yaitu differential gear)

$F = m \cdot g = 38,9,81 = 372,78 \text{ N} = 83,804278 \text{ lbf} = 83,8 \text{ lbf}$

$S_{yp} = 43 \text{ kg/mm}^2$

$K_c = 1,1$

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

$$\sigma = \frac{F}{\frac{1}{4} \pi d^2}$$

$$\sigma = \frac{4 \cdot F}{\pi \cdot d^2}$$

$$\sigma = \frac{4.83,8}{\pi \cdot d^2}$$

$$\frac{k_c \cdot S_{yp}}{N} \geq \frac{4.83,8}{\pi \cdot d^2}$$

$$\frac{1,1.43}{2} \geq \frac{4.83,8}{\pi \cdot d^2}$$

$$23,65 \geq \frac{106,75}{d^2}$$

$$d^2 \geq \frac{106,75}{23,65}$$

$$d \geq \frac{106,75}{23,65}$$

$$d \geq 2,12 \text{ mm}$$

Dari hasil tersebut, diameter baut tidak boleh kurang dari 2,12. Demi keamanan maka kami memakai baut dengan ukuran M10.

Dengan mengacu spesifikasi ulir menurut tabel “ukuran standard ulir kasar metris (JIS B0205) ukuran ulir M10 maka dapat ditentukan.

Diameter luar $d = 10 \text{ mm}$

Diameter efektif $d_2 = 9,026 \text{ mm}$

Diameter dalam $d_1 = 8,376 \text{ mm}$

Tinggi kaitan $H = ,812 \text{ mm}$

Jarak bagi $P = 1,5 \text{ mm}$

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa dan perhitungan kami, dengan rancang bangun rangka alat peraga CVT ini, maka kami dapat memberikan kesimpulan bahwa :

1. Pada sambungan A pada sambungan A harus mencapai diatas 1,86 in,
2. sambungan B harus mncapai diatas 0,03 in, sambungan C1 harus mencapai diatas 0,28,
3. sambungan C2 harus mencapai diatas 2,5 in,
4. sambungan D harus mncapai diatas 0,18 in
5. untuk mur baut menggunakan diameter dalam sebesar 2,12 mm supaya sambungan tersebut aman

5.2. Saran

Dari hasil perancangan dan perhitungan yang dilakukan dalam pembuatan rangka alat peraga CVT ini, penulis menyadari bahwa alat ini masih banyak kekurangan baik dari segi konstruksi, perhitungan, sistem maupun pengoperasiannya, yang diharapkan dapat dilakukan penyempurnaan lebih lanjut pada penelitian berikutnya, sehingga alat ini bisa digunakan untuk referensi kedepannya.

ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember

ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember

LAMPIRAN

ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember

ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1

1. Tabel sifat mekanik besi karbon dan besi campuran

Table A-2 Mechanical Properties of Plain Carbon and Alloy Steels (based on a 1 in. diameter specimen)

ASTM Type	Condition	Tensile Strength, ksi	Yield Strength, ksi	Elongat. in 2 in., %	Reduction in Area, %	Hardness, BHN	Machinability (Based on 1112 = 100)
1010	HR	64	42	28	67	107	45
	CD	78	68	16	63	129	55
	CDA	64	48	28	65	131	55
1020	HR	65	43	36	59	143	50
	CD	78	66	20	55	156	65
	A	57	52	37	66	111	90
	N	64	50	36	68	131	75
1030	HR & turned	72	44	31	63	140	—
	CD	84	76	16	57	172	65
	A	67	50	31	58	126	—
	N	76	51	32	61	149	—
1040	HR	91	58	27	50	201	63
	CD	100	88	17	42	207	65
	A	75	51	30	57	149	—
	N	85	50	28	55	170	60
1045	HR	98	59	24	45	212	56
	CD	103	90	14	40	217	60
	A	90	55	27	54	174	60
1050	N	99	61	25	49	207	—
	HR	105	67	15	—	—	—
	CD	114	104	9	—	—	54
1095	A	92	43	24	40	187	—
	N	109	62	20	39	217	—
	HR	142	83	18	38	295	—
	A	95	38	13	21	192	—
1118	N	147	73	10	14	293	—
	HR	75	50	35	55	140	—
	CD	85	75	25	55	170	80
	A	65	41	35	67	131	80
2330	N	69	46	34	66	143	80
	CD	105	90	20	50	212	50
	A	86	61	28	58	179	50
	N	100	68	26	56	207	—
3140	CD	107	92	17	50	212	55
	A	100	61	25	51	197	55
	N	129	87	20	58	262	—
4130	HRA	86	56	29	57	183	65
	CDA	98	87	21	52	201	70
	N	97	63	26	60	197	50

2. Lanjutan tabel sifat mekanik besi karbon dan besi campuran


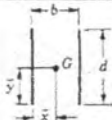
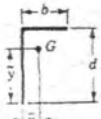
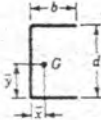
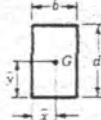

Table A-2 (continued)

AISI Type	Condition	Tensile Strength, ksi	Yield Strength, ksi	Elongat. in 2 in., %	Reduction in Area, %	Hardness, BHN	Machinability (Based on 1112 = 100)
4140	HRA	90	63	27	58	187	59
	CDA	102	90	18	50	223	66
	N	148	95	18	47	302	—
4340	HRA	101	69	21	45	207	—
	CDA	110	99	16	42	223	50
	N	185	126	11	41	363	—
4620	HR	85	63	28	64	183	58
	CD	101	85	22	60	207	64
	A	74	54	31	60	149	55
4640	N	83	53	29	67	174	—
	CDA	117	95	15	43	235	55
	A	98	63	24	51	179	55
5120	N	123	87	19	51	248	—
	CD	92	77	20	55	187	65
	CDA	87	70	23	60	179	65
5140	CDA	105	88	18	52	212	66
52100	HRA	100	81	25	57	192	45
	HRN	185	139	13	20	363	—
6150	CDA	111	95	14	44	223	45
	N	136	89	22	61	269	—
8620	HR	89	65	25	63	192	60
	CD	102	85	22	58	212	63
	A	78	56	31	62	149	—
8640	N	92	52	26	60	183	—
	CD	140	120	11	38	277	—
	CDA	107	90	14	45	217	60
8740	HRA	95	64	25	55	190	56
	CDA	107	96	17	48	223	66
	N	135	88	16	48	269	—
9255	HRA	113	71	22	41	229	45
	N	135	84	20	43	269	—
E9310	HR	115	75	22	58	241	45
	A	119	64	17	42	241	—
9440	N	132	83	19	58	269	—
	HR	123	80	18	47	241	—
	HRA	93	59	26	53	183	—
	N	110	72	25	52	223	—

3. Tabel sifat-sifat puntir dan bending di las sudut

Tabel 5.1. Sifat-sifat puntir dan bending di las sudut

a) puntir

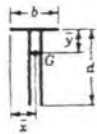
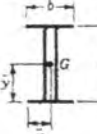

* Lasan	Luasan lasan	Koordinat G	Momen Inersia Polar
	$A = 0.707hd$	$\bar{x} = 0$ $\bar{y} = \frac{d}{2}$	$J_u = \frac{d^3}{12}$
	$A = 1.414hd$	$\bar{x} = \frac{b}{2}$ $\bar{y} = \frac{d}{2}$	$J_u = \frac{d(3b^2 + d^2)}{6}$
	$A = 0.707h(b+d)$	$\bar{x} = \frac{b^2}{2(b+d)}$ $\bar{y} = \frac{2bd + d^2}{2(b+d)}$	$J_u = \frac{(b+d)^4 - 6b^2d^2}{12(b+d)}$
	$A = 0.707h(2b+d)$	$\bar{x} = \frac{b^2}{2b+d}$ $\bar{y} = \frac{d}{2}$	$J_u = \frac{8b^3 + 6bd^2 + d^3}{12} - \frac{b^4}{2b+d}$
	$A = 1.414h(b+d)$	$\bar{x} = \frac{b}{2}$ $\bar{y} = \frac{d}{2}$	$J_u = \frac{(b+d)^3}{6}$
	$A = 1.414 \pi r$		$J_u = 2 \pi r^3$

4. Lanjutan tabel sifat-sifat punter dan bending di las sudut

b) bending

Lasan	Luasan lasan	Koordinat G	Momen Inersia Polar
	$A = 0.707hd$	$\bar{x} = 0$ $\bar{y} = \frac{d}{2}$	$I_u = \frac{d^3}{12}$
	$A = 1.414hd$	$\bar{x} = \frac{b}{2}$ $\bar{y} = \frac{d}{2}$	$I_u = \frac{d^3}{6}$
	$A = 1.414hb$	$\bar{x} = \frac{b}{2}$ $\bar{y} = \frac{d}{2}$	$I_u = \frac{bd^2}{2}$
	$A = 0.707h(2b + d)$	$\bar{x} = \frac{b^2}{2b + d}$ $\bar{y} = \frac{d}{2}$	$I_u = \frac{d^2}{12}(6b + d)$
	$A = 0.707h(b + 2d)$	$\bar{x} = \frac{b}{2}$ $\bar{y} = \frac{b^2}{2b + d}$	$I_u = \frac{2d^3}{3} - 2d^2\bar{y} + (b + 2d)\bar{y}^2$
	$A = 1.414h(b + d)$	$\bar{x} = \frac{b}{2}$ $\bar{y} = \frac{d}{2}$	$I_u = \frac{d^2}{6}(3b + d)$

5. Lanjutan tabel sifat-sifat punter dan bending di las sudut

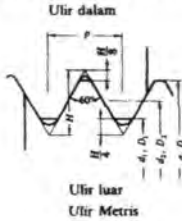
	$A = 0.707h (b + 2d)$	$\bar{x} = \frac{b}{2}$ $\bar{y} = \frac{d^2}{b+2d}$	$I_u = \frac{2d^3}{3} - 2d^2\bar{y} + (b+2d)\bar{y}^2$
	$A = 1.414h (b + d)$	$\bar{x} = \frac{b}{2}$ $\bar{y} = \frac{d}{2}$	$I_u = \frac{d^2}{6} (3d + b)$
	$A = 1.414 \pi r$		$I_u = \pi r^3$

I_u = Momen Inersia, diambil terhadap sumbu horizontal melalui G titik berat dari kelompok las.

h = Kaki las semua lasan mempunyai ukuran yang sama.

Lampiran 3

6. Tabel ukuran standar ulir kasar metris (JIS B 0205)



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

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

Garis tebal menyatakan profil patokan dari ulir

(Satuan : mm)

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

7. Lanjutan tabel ukuran standar ulir kasar metris (JIS B 0205)

Tabel 7.1 (b) Ukuran standar ulir kasar metris (JIS B 0205).

Ulir			Jarak bagi p	Tinggi kaitan H_1	Ulir dalam		
					Diameter luar D	Diameter efektif D_2	Diameter dalam D_1
1	2	3			Ulir luar		
					Diameter luar d	Diameter efektif d_2	Diameter inti d_1
M 6			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
			2,5	1,353	18,000	16,376	15,294
M 20	M 18		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
			5	2,706	52,000	48,752	46,587
M 56	M 52		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.

Lampiran 4

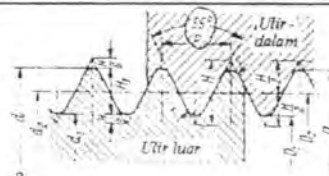
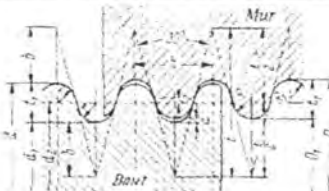
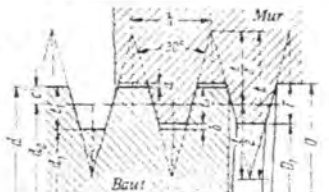
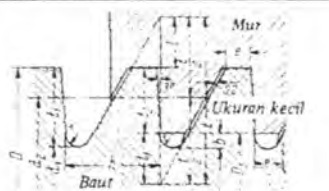
8. Tabel ukuran dasar ulir segi empat

Tabel 7.3. Ukuran dasar ulir segi empat

Square Thread			Modified Square Threads
Nominal dia., in.	Threads per inch	Minor Dia., in.	Thickness of the Thread at the Root.* in.
$\frac{1}{4}$	10	0.163	0.0544
$\frac{3}{8}$	8	0.266	0.0680
$\frac{1}{2}$	$6\frac{1}{2}$	0.366	0.0837
$\frac{3}{4}$	5	0.575	0.1087
1	4	0.781	0.1357
$1\frac{1}{2}$	3	1.208	0.1812
2	$2\frac{1}{4}$	1.612	0.2416
$2\frac{1}{2}$	2	2.063	0.2718
3	$1\frac{3}{4}$	2.500	0.3160
4	$1\frac{1}{2}$	3.418	0.3624

9. Tabel bentuk ulir Whitworth, bulat, trapesium isometris, gigi gergaji.

Tabel 6.1. a) Bentuk ulir Whitworth (Din 259, 2999)
 b) Ulir bulat (Din 405)
 c) Ulir trapesium - isometris (Din 103)
 d) Ulir gigi gergaji (Din 513 sampai 515)

Profil	Bentuk	Ukuran
Ulir pipa Whitworth		$P = \frac{25.4}{\lambda}$ $r = 0.137329 P$ $H = 0.960491 P$ $H_1 = 0.640327 P$ <p>Contoh : $R = \frac{1''}{2}$ Dengan $d = D = 20.955 \text{ mm}$ Dan $P = 1.814 \text{ mm}$</p>
Bulat		$h = \frac{25.40095}{z}$ $a = 0.05 h$ $b = 0.68301 h$ $t = 1.86603 h$ $r = 0.23851 h$ $t_1 = 0.5 h$ $R = 0.25597 h$ $t_2 = 0.08350 h$ $R_1 = 0.22105 h$ <p>Contoh : Rd30 X 1/8" dengan $d = 30 \text{ mm}$ Dan $h = 1/8" = 3.175 \text{ mm}$</p>
Trapezium		$t = 1.886 h$ $t_2 = 0.5 h + a - b$ $t_1 = 0.5 h + a$ $T = 0.5 h + 2a - b$ $c = 0.25 h$ <p>Contoh : Tr 50 X 8 Dengan $d = 50 \text{ mm}$ Dan $h = 8 \text{ mm}$</p>
Gergaji		$t = 1.73205 h$ $j = 0.52507 h$ $t_1 = t_2 + b$ $j_1 = 0.45698 h$ $t_2 = 0.75 h$ $b = 0.11777 h$ $e = 0.26384 h$ $r = 0.12427 h$ <p>Contoh : S 80 X 16 Dengan $D = 80 \text{ mm}$ Dan $h = 16 \text{ mm}$</p>

Lampiran 6

10. Tabel ukuran dasar ulir acme dan stub acme

Tabel 7.1. Ukuran dasar ulir acme dan stub acme (semua ukuran dalam inci)

Nominal size	Threads per in. (1/p)	Acme Threads					Stub Acme Threads	
		Basic Height of Thread, h	General-purpose (All Classes) and Centralizing Classes 2C, 3C, and 4C		Centralizing Classes 5C and 6C		Basic Height of Thread, h	Helix Angle at Basic Pitch Diameter
			Basic Major Diameter, D	Helix Angle at Basic Pitch Diameter, α	Basic Major Diameter, B	Helix Angle at Basic Pitch Diameter, α		
1/4	16	0.03126	0.2500	51.12°	—	—	0.01875	51.54
5/16	14	0.03571	0.3125	41.42°	—	—	0.02143	41.28
3/8	12	0.04167	0.3750	41.33°	—	—	0.02500	41.20°
7/16	12	0.04167	0.4375	31.50°	—	—	0.02500	34.41
1/2	10	0.05000	0.5000	41.3°	0.4823	41.13°	0.03000	41.52
5/8	8	0.06250	0.6250	41.3°	0.6052	41.12°	0.03750	41.52
3/4	6	0.08333	0.7500	41.33°	0.7284	41.42°	0.05000	41.20
7/8	6	0.08333	0.8750	31.50°	0.8516	31.57°	0.05000	31.41
1	5	0.10000	0.1000	41.3°	0.9750	41.0°	0.06000	41.52
1 1/8	5	0.10000	1.1250	31.33°	1.0985	31.39°	0.06000	31.25
1 1/4	5	0.10000	1.2500	31.0°	1.2220	31.15°	0.06000	31.4
1 3/8	4	0.12500	1.3750	31.39°	1.3457	31.44°	0.07500	31.21
1 1/2	4	0.12500	1.5000	31.19°	1.4694	31.23°	0.07500	31.12
1 3/4	4	0.12500	1.7500	21.48°	1.7169	21.52°	0.07500	21.45
2	4	0.12500	2.0000	21.26°	1.9646	21.29°	0.07500	21.25
2 1/4	3	0.16667	2.2500	21.55°	2.2125	21.58°	0.10000	21.5
2 1/2	3	0.16667	2.5000	21.36°	2.4605	21.39°	0.10000	21.72
2 3/4	3	0.16667	2.7500	21.01°	2.7085	21.03°	0.10000	21.18
3	2	0.25000	3.0000	31.19°	2.9567	31.22°	0.15000	31.12
3 1/2	2	0.25000	3.5000	21.48°	3.4532	21.51°	0.15000	21.45
4	2	0.25000	4.0000	21.26°	3.9500	21.28°	0.15000	21.22
4 1/2	2	0.25000	4.5000	21.6°	4.4470	21.0°	0.15000	21.1°
5	2	0.25000	5.0000	11.55°	4.9441	11.56°	0.15000	11.55°

11. Berbagai macam rumus sambungan las

Tabel 6.8 Rumus-rumus sambungan las.

No.	Jenis sambungan	Rumus perhitungan tegangan	No.	Jenis sambungan	Rumus perhitungan tegangan
1		$\sigma_s = \frac{P}{hl}$	11		$\tau = \frac{0,707 P}{hl}$
2		$\sigma_s = \frac{P}{(h_1 + h_2)l}$	12		$\sigma_s = \frac{1,414 P}{h(l_1 + l_2)}$ $\tau = \frac{1,414 P \tau_s}{h_1 l_1}$ $\tau_s = \frac{1,414 P \tau_s}{h_2 l_2}$ $\tau_s = \frac{1,414 P \tau_s}{h_1 l_1}$ $\tau_s = \frac{1,414 P \tau_s}{h_2 l_2}$
3		$\sigma_s = \frac{6Mc}{h^2}$	13		$\sigma_s = \frac{6M}{lh^2}$
4		$\sigma_s = \frac{37M}{l \cdot h(37l^2 - 67h + 4h^2)}$	14		$\sigma_s = \frac{37M}{h(37l^2 - 67h + 4h^2)}$
5		$\sigma_s = \frac{P}{hl}$	15		$\sigma_s = \frac{6PL}{h^2 l} = \frac{P}{h^2 l}$ $\tau = \frac{P}{h^2 l} \left(\frac{L}{h} \right) = 1,8$ untuk $L/h > 2$ $\tau = \dots$
6		$\sigma_s = \frac{P}{(h_1 + h_2)l}$	16		$\sigma_s = \frac{17PL}{h(37l^2 - 67h + 4h^2)}$ $\tau = \frac{P}{2h}$
7		$\sigma_s = \frac{0,707 P}{hl}$	17		$\sigma_s = \frac{6M}{hl^2}$
8		$\sigma_s = \frac{0,707 P}{hl}$	18		$\sigma_s = \frac{3M}{hl^2}$
9		$\sigma_s = \frac{1,414 P}{(h_1 + h_2)l}$ Tegangan di A dan B sama	19		$\tau = \frac{0,354 P}{hl}$
10		Daerah A $\sigma_s = \frac{1,414 P}{h_1 l (h_1 + h_2)}$ Daerah B $\sigma_s = \frac{1,414 P h_2}{h_2 l (h_1 + h_2)}$	20		$\sigma_s = \frac{0,707 P}{hl}$

12. Sambungan berbagai macam rumus sambungan las

No.	Jenis sambungan	Rumus perhitungan tegangan	No.	Jenis sambungan	Rumus perhitungan tegangan
21		$\sigma_s = \frac{1,414 M}{h b}$	28		$\tau = \frac{M(3l + 1,8h)}{2A^2 l^2}$
22		$\sigma_s = \frac{0,707 P}{M} \cdot \frac{1,414 P L}{b b}$ $\sigma_s = \frac{P}{2k} \sqrt{\left(\frac{2L}{b} + 1\right)^2 + 1,8 \left(\frac{2L}{b} - 1\right)^2}$	29		$\sigma_s = \frac{6 P L}{h^2}$ $\tau = \frac{P}{M} \cdot \frac{P L \left(6 + \frac{l}{L_s}\right)}{M^2}$ $\tau = \frac{P}{M} \sqrt{\left(\frac{6L}{h}\right)^2 + 1,8 \left(1 + \frac{6L}{l}\right)^2}$
23		$\sigma_s = \frac{4,24 M}{h^2}$	30		$\sigma_s = \frac{6 P L}{M^2}$ $\tau = \frac{P}{M} \cdot \frac{P L \left(6 + \frac{l}{L_s}\right)}{M^2}$ $\tau = \frac{P}{M} \sqrt{\left(\frac{6L}{h}\right)^2 + 1,8 \left(1 + \frac{6L}{l}\right)^2}$
24		$\sigma_s = \frac{0,707 P}{M} \cdot \frac{4,24 P L}{h^2}$ $\sigma_s = \frac{3,707 P}{M} \sqrt{18 \left(\frac{L}{l}\right)^2 + 2,7}$ <p>Untuk $L > l$ dan tegangan geser yang kecil $\tau = 3 P L / h^2$</p>	31		$\sigma_s = \frac{5,66 M}{A D^2 \pi}$
25		$\sigma_s = \frac{P L}{M^2} \cdot \frac{P}{h^2}$ $\tau = \frac{P}{M} \sqrt{50 \left(\frac{L}{l}\right)^2 + 1,8}$ untuk $L/l > 2$	32		$\tau = \frac{2,83 M}{A D^2 \pi}$
26		$\sigma_s = \frac{3 P L}{M^2}$ $\tau = \frac{P}{M} \sqrt{\frac{2 M}{h} \left(\frac{L}{l}\right)^2 + \frac{1,8}{h}}$ untuk $h > 2 \tau = \sigma_s$	33		$\tau = \frac{4,24 M}{h(b^2 + 3h b)}$
27		$\sigma_s = \frac{M(3l + 1,8h)}{h^2 l^2}$	34		Ditrah las sudut $\sigma_s = \frac{1,414 P}{2M + A_s l}$ Ditrah las rampai $\sigma_s = \frac{P}{2M + A_s l}$

ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember

ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember

BIODATA PENULIS

ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember

ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember



BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Balikpapan, pada tanggal 18 Oktober 1988 dari pasangan Kusaeni dan Maryam Yunari dengan nama lengkap Harit Sukma dan merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Alamat penulis adalah Jl. Bula 1 Perumta no.639 Tanah Abang Balikpapan. No HP penulis 085655488377.

Pendidikan formal yang telah ditempuhnya yaitu di SD Patra Dharma 1 Balikpapan, SLTP Patra Dharma 1 Balikpapan, SMUN 2 Balikpapan dan kemudian melanjutkan studinya di Program Studi D3 Teknik Mesin FTI - ITS Surabaya, dengan mengambil bidang studi Teknik Produksi.

Penulis juga aktif diberbagai kegiatan dalam kampus. Pada saat kuliah ia menjabat sebagai staff divisi Olahraga Departemen Riset dan Teknologi pada kepengurusan Himpunan Mahasiswa D3 Teknik Mesin periode 07/08 dan menjabat sebagai kepala departemen hubungan mahasiswa pada kepengurusan Himpunan Mahasiswa D3 Teknik Mesin periode 08/09. Selain itu banyak kegiatan pelatihan - pelatihan yang diikutinya selama menjadi mahasiswa D3 Teknik Mesin FTI - ITS.