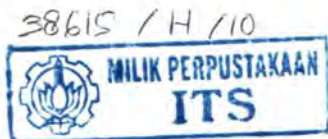




ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember



RSM
621.815
Sut
P-1
2009

TUGAS AKHIR - RM 0502

PERENCANAAN ELEMEN MESIN (POROS, BANTALAN, PASAK) PADA ALAT PENGANGKUT GARAM

Dadang Sutrisno
NRP 2105 030 017

Dosen Pembimbing
Ir. Nur Husodo, MSc.

PROGRAM STUDI DIPLOMA III
JURUSAN TEKNIK MESIN
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2009

PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	29-8-2009
Terima Dari	H
No. Agenda Prp.	1377

FINAL PROJECT - RM 0502

DESIGN OF MACHINE ELEMENT (SHAFT, BEARING, KEY) IN SALT CARRIER MACHINE

Dadang Sutrisno
NRP 2105 030 017

Conselor lecturer
Ir. Nur Husodo, MSc.

Program Study DIPLOMA III
Department of mechanical Engineering
Faculty of industrial technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2009

**PERENCANAAN ELEMEN MESIN (POROS, BANTALAN,
PASAK) PADA ALAT PENGANGKUT GARAM**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya Teknik Mesin
pada

Bidang Studi Teknik Produksi
Program Studi Diploma III Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
SURABAYA

Oleh :

DADANG SUTRISNO

NRP. 2105 030 017

Mengetahui /Menyetujui :
(Pembimbing)



Ir. Nur Husodo, MSc.

NIP. 131 651 442

**SURABAYA
AGUSTUS, 2009**

PERENCANAAN ELEMEN MESIN (POROS, BANTALAN, PASAK)PADA ALAT PENGANGKUT GARAM

Nama Mahasiswa : Dadang Sutrisno
NRP : 2105 030 017
Jurusan : Diploma III Teknik Mesin
Dosen Pembimbing : Ir.Nur Husodo, MSc.

Abstrak

Proses pemindahan garam dari meja kristal ke tempat penampungan sementara saat ini relatif lambat, karena dilakukan dengan cara dipikul, tiap pikul 40 kg. Sehingga kurang efisien. Untuk mengatasi masalah ini penulis merasa perlu untuk merencanakan suatu alat pengangkut garam agar proses pemindahan kristal garam ini menjadi lebih efisien. Alat angkut yang direncanakan mampu mengangkut 250 kg.

Langkah awal dalam perencanaan alat ini adalah dengan melakukan survey di tambak garam, lalu merancang desain alat pengangkut garam sesuai kebutuhan. Langkah selanjutnya adalah merencanakan dan menghitung komponen elemen mesin, perencanaan dan perhitungan dilakukan pada poros, pasak dan bantalan khususnya yang terdapat pada alat yang telah dirancang. Langkah terakhir dalam proses perencanaan yang dilakukan yaitu dengan mengevaluasi hasil perhitungan yang dilakukan.

Dari hasil yang didapat, disimpulkan bahwa perencanaan dan perhitungan elemen mesin berupa poros, pasak dan bantalan yang dilakukan telah memenuhi kriteria kebutuhan. Dari hasil perhitungan, bahan poros dipilih dengan Carbon Steel AISI 9255 dengan $d=40\text{mm}$ untuk poros pada roda depan dan $d=35\text{ mm}$ untuk poros pada pulley.

Kata kunci : alat pengangkut garam, poros, pasak, bantalan

DESIGN OF MACHINE ELEMENT (SHAFT, BEARING, KEY) IN SALT CARRIER MACHINE

Student Name : Dadang Sutrisno
NRP : 2105 030 017
Department : D3 of Mechanical Engineering,
Faculty of Industrial Technology,
Sepuluh Nopember Institut of
Technology.
Lecture Counselor : Ir. Nur Husodo, MSc.

Abstract

Process of displacement of salt from crystal table to place of relocation of whereas in this time relatively tardy, because done by the way of shouldered, every shouldering 40 kg. So that less efisien. For overcome this problem of writer feel important to plan a salt carrier device to process this displacement of salt crystal become more efficient. Freight device which planned can transport 250 kg.

The first step in designing this machine is doing an observer in salt industry, and then designing the machine as it needed., the next step is calculating the component of machine element of it, wich is done on the shaft, bearing and keys of the machine. The last step is evaluating the calculating result that have been done.

From result we can conclude that the design and calculation processes of salt carrier machine designed have fullfil the paramaters and the criteria the shaft materials used in this machinme is Carbon Steel AISI 9255 with $d=40\text{mm}$ for the front wheel and $d=35\text{ mm}$ for shaft on pulley..

Keyword : salt carrier machine, shaft, key, bearing

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayah, serta inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir berjudul : **“PERENCANAAN ELEMEN MESIN (POROS, BANTALAN, PASAK) PADA ALAT PENGANGKUT GARAM”** ini dengan lancar. Sholawat serta salam kami panjatkan pada Rasulullah SAW.

Tugas akhir ini merupakan salah satu persyaratan akademis yang wajib diselesaikan oleh setiap mahasiswa Program Studi Diploma III untuk mendapatkan gelar Ahli Madya pada jurusan D3 Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Dalam proses penyusunan tugas akhir ini, penulis banyak mendapat bantuan secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Allah SWT dan junjungan besarku Nabi Muhammad saw, yang telah memberi kekuatan dan petunjuk-Nya serta kesabaran sehingga Tugas Akhir ini dapat selesai.
2. Kedua orang tua tercinta yang telah membantu kami dalam segala hal baik moril maupun spiritualnya yang tiada batasnya.
3. Bapak Ir. Nur Husodo, MSc, selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
4. Bapak Dr. Ir. Bambang Sampurno, MT, selaku Koordinator Tugas Akhir Program Studi D3 Teknik Mesin FTI-ITS.
5. Bapak Ir. Joko Sarsetiyanto, MT. Selaku dosen wali yang dengan sabar membimbing saya sejak menjadi mahasiswa baru sampai berakhirnya tugas akhir kami.
6. Bapak Ir. Suhariyanto, Msc selaku Ketua Program Studi D3 Teknik Mesin FTI-ITS.
7. Semua dosen dan karyawan program studi D3 Teknik Mesin FTI – ITS.

8. Karyawan PT. Garam: Bapak Ir. Machmud Arifin dan bapak Ir. M Tohir Mustajab, selaku koordinator lapangan, terima kasih banyak atas bimbingannya di lapangan.
9. Alumni D3 Teknik Mesin yang bekerja di PT. Garam: Sdr Aditya dan Riki selaku koordinator lapangan.
10. Dulur - dulur di balik layar: Squid, Susi, Junot, JB, Dudunk, Rozi, MasBOY, BOYndot, Ya2k, B_3ki, Rombi, Perak, Cukong, Lek Coy, Kang Asept, Garenk, Ndas, Awik, dan banyak lagi yang lainnyaaaa. Terima kasih atas semua dukungannya. Tak ada hubungan yang indah selain *pareduluran*.
11. Andry Setyawan sebagai partner TA, terima kasih banyak atas kerja keras, kerja sama dan dukungan selama ini.
12. Seluruh keluarga besar D3 Teknik Mesin FTI – ITS atas semua bantuannya selama ini, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
13. Dan semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu yang telah membantu terselesainya Tugas Akhir ini.

Kekurangan tentunya masih ada, namun bukan sesuatu yang disengaja, hal tersebut semata-mata karena kekhilafan dan keterbatasan pengetahuan yang dimiliki. Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Akhir kata semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi penulis, pembaca dan mahasiswa, khususnya mahasiswa D3 Teknik Mesin.

Surabaya, Agustus 2009

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Halaman Judul.....	ii
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. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan	2
1.5. Sistematika Penulisan	3
BAB II DASAR TEORI	5
2.1. Perencanaan Poros	5
2.1.1. Torsi.....	7
2.1.2. Diameter poros.....	8
2.2. Perencanaan Bantalan	8
2.2.1. Macam Bantalan	8
2.2.2. Perencanaan Bantalan.....	9
2.2.3. Umur Bantalan.....	13
2.3. Perencanaan Pasak	15
2.3.1. Tinjauan Terhadap Geser	16
2.3.2. Tinjauan Terhadap Kompresi	17

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	19
3.1. Diagram Alir Perencanaan	19
3.2. Pengukuran Kekuatan Meja Garam	21
BAB IV HASIL DAN PERHITUNGAN	23
4.1. Perhitungan Massa.....	23
4.1.1. Perhitungan Dimensi dan Massa Bak Garam	23
4.1.2. Perhitungan Massa Kerangka	26
4.2. Perhitungan Poros.....	27
4.2.1. Perhitungan Poros Pada Roda	27
4.2.2. Momen Bending Pada Poros Roda.....	36
4.2.3. Perhitungan Poros Pada Pulley.....	37
4.2.4. Momen Bending Pada Poros Pulley	48
4.3. Perhitungan Bantalan.....	49
4.4. Perhitungan Pasak	51
4.4.1. Mencari Panjang Pasak	52
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	55
5.1. Kesimpulan	55
5.2. Saran	56

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	<i>Bantalan gelinding</i>	10
Gambar 2.2	<i>Pasak pada sebuah poros</i>	15
Gambar 2.3	<i>Gaya-gaya yang bekerja pada pasak</i>	16
Gambar 3.1	<i>Diagram Alir Metodologi Penelitian</i>	19
Gambar 3.2	<i>Metode pengukuran kekuatan meja garam</i> . 22	
Gambar 4.1	<i>Alat pengangkut garam</i>	23
Gambar 4.2	<i>Dimensi bak</i>	24
Gambar 4.3	<i>Dimensi kerangka</i>	26
Gambar 4.4	<i>Skema gaya poros pada roda</i>	27
Gambar 4.5	<i>Skema gaya poros pada roda gigi, pulley dan sproket</i>	38
Gambar 4.6	<i>Dimensi pasak dan gaya pada pasak</i>	51
Gambar 4.7	<i>Kedudukan pasak terhadap poros</i>	52

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



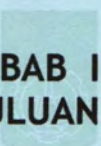
ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember



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

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dalam perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi saat ini kita telah banyak diciptakan berbagai macam mesin untuk memenuhi kebutuhan manusia, termasuk pada industri garam. Pada industri garam terdapat permasalahan dalam pengangkutan garam dari meja garam ke penampungan sementara. Pengangkutan secara kontinyu dan tepat waktu diperlukan dalam proses finalisasi produk garam.

Masih banyaknya industri garam yang tidak memiliki alat - alat penunjang lainnya, misalnya alat pengangkut garam dengan menggunakan motor. Alat - alat yang pernah digunakan dalam pengangkutan garam saat ini yaitu pengangkutan secara manual (memikul), memakai konveyor, dan memakai kereta gantung. Dalam pengoperasiannya alat-alat yang pernah ada memiliki kelemahan, yaitu pada saat pemindahan alat dari meja satu ke meja yang lainnya membutuhkan waktu yang relatif lama. Dengan banyaknya kristal garam yang dikais maka perlu diadakannya pengangkutan lebih lanjut terhadap garam sehingga dapat mengangkat kristal garam lebih banyak dengan waktu yang lebih singkat. Selama ini dan sampai saat ini pengangkutan garam dilakukan secara manual, dimana mengangkat rata - rata 40 kg.

Pada saat ini dirancang alat pengangkut garam dengan menggunakan mesin tersebut maka kristal garam yang sebelumnya diangkat secara manual dengan pengangkutan garam menggunakan motor tersebut dapat menghemat waktu dan tenaga kerja. Penggunaan motor dalam alat pengangkut garam tersebut dinilai cukup efektif, selain menghemat waktu dan tenaga kerja juga dapat meningkatkan produktivitas.



1.2. Rumusan Masalah

Adapun masalah-masalah yang timbul pada alat pengangkut garam yang ada pada industri antara lain :

- a. Berapa besar dimensi bak garam yang mampu mengangkut ± 250 kg.
- b. Berapa tegangan yang terjadi pada bahan.
- c. Bagaimana memilih dimensi dan bahan dari poros, bantalan, pasak, dan kekuatan las agar mampu menahan beban ± 250 kg.


1.3. Batasan Masalah

Permasalahan dalam perencanaan dan perhitungan alat pengangkut garam masih banyak hal yang tidak dihitung dengan ideal. Sehingga kami membatasi ruang lingkup masalah adalah sebagai berikut :

- a. Masih difokuskan ke perhitungan mengenai kekuatan bahan.
- b. Tidak membahas dan menghitung sistem transmisi.
- c. Tidak menghitung daya yang dibutuhkan.

1.4. Tujuan

Tujuan dari perencanaan alat pengangkut garam ini adalah :

- a. Merencanakan dan menghitung alat produksi yang berkaitan dengan Alat Pengangkut Garam.
 - b. Membantu pencapaian efisiensi yang dilakukan oleh Industri garam yaitu dengan penggunaan alat pengangkut garam dengan menggunakan motor.
 - c. Pemanfaatan langsung ilmu yang diperoleh selama kuliah dalam menyelesaikan masalah yang timbul di lapangan.
- 

1.5. Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Memuat gambaran singkat tentang : Latar Belakang, Rumusan Masalah, Batasan Masalah, Tujuan Tugas Akhir dan Sistematika Penulisan.

BAB II DASAR TEORI

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

BAB III METODOLOGI

Pada BAB ini menjelaskan tentang metode-metode yang digunakan dalam perhitungan alat.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada BAB ini akan dibahas perhitungan-perhitungan mengenai bahan, dimensi dan gaya-gaya yang bekerja pada alat Pengangkut Garam ini.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada BAB ini akan diuraikan hasil perencanaan dan perhitungan secara singkat serta saran untuk ke depan dalam pengembangan alat.

DAFTAR PUSTAKA

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



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 II DASAR TEORI



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 II

DASAR TEORI

2.1 Perencanaan Poros

Poros adalah salah satu komponen dari elemen mesin yang memiliki fungsi penerus daya dan mendistribusikannya melalui elemen mesin lainnya misal roda gigi.

Poros merupakan salah satu bagian terpenting untuk meneruskan tenaga bersama dengan putaran. Poros diklasifikasikan menurut jenis pembebanan sebagai berikut :

- **Poros Transmisi**

Poros macam ini mendapat beban puntir murni dan lentur, daya ditransmisikan kepada poros ini melalui kopling, roda gigi, pully sabuk atau sprocket rantai dan lain-lain.

- **Spindel**

Poros transmisi yang relative pendek seperti poros utama mesin perkakas dimana beban utama berupa puntiran disebut spindel. Syarat yang harus dipenuhi poros ini adalah deformasinya harus kecil dan bentuk dan ukuran harus kecil.

- **Gandar**

Poros seperti yang dipasang diantara roda-roda kereta barang dimana tidak mendapat beban puntir bahkan kadang-kadang tidak boleh berputar. Gandar ini hanya mendapat beban lentur kecuali jika digerakkan oleh penggerak mula dimana akan mengalami beban puntir juga.

- Poros

Poros yang ikut berputar untuk memindahkan daya dari mesin ke mekanisme yang digerakkan. Poros ini mendapat beban punter murni dan lentur.

- Poros Luwes

Poros yang berfungsi untuk memindahkan daya dari dua mekanisme, dimana putaran poros dapat membentuk sudut dengan poros lain, daya yang dipindahkan biasanya kecil.

Hal yang perlu diperhatikan dalam perencanaan poros antara lain sebagai berikut :

- Kekuatan poros

Sebuah poros harus direncanakan kekuatannya sehingga mampu menahan beban-beban yang akan terjadi seperti punter dan lentur, tarik, dan tekan.

- Kekakuan Poros

Kekakuan poros harus diperhatikan dan disesuaikan dengan jenis mesin yang akan dilayani oleh mesin.

- Putaran Kritis

Jika putaran mesin dinaikkan dan menimbulkan getaran yang cukup besar maka getaran itulah disebut putaran kritis. Oleh sebab itu maka poros harus direncanakan sedemikian rupa sehingga putaran kerja poros lebih rendah dari putaran kritis.

- Korosi

Bahan-bahan tahan korosi (termasuk plastik) harus dipilih untuk poros popeler dan pompa bila terjadi kontak dengan fluida yang korosif. Demikian pula untuk poros-poros yang terancam kavitasi, dan poros-poros mesin yang sering

berhenti lama sampai batas-batas tertentu dapat pula dilakukan perlindungan terhadap korosi.

- **Bahan Poros**

Poros untuk mesin umum biasanya dibuat dari baja batang yang ditarik dingin dan finish, baja karbon konstruksi mesin (disebut bahan S-C) yang dihasilkan oleh ingot.

Dalam hal ini poros yang digunakan adalah poros transmisi karena beban yang diterima adalah gabungan antara beban puntir dan beban lentur yang bekerja secara bersamaan sehingga permukaan poros akan menjadi tegangan geser karena momen puntir dan momen lentur, jika poros mempunyai roda gigi untuk meneruskan daya besar maka kejutan berat akan terjadi pada saat mulai atau berputar.

Untuk dapat menentukan diameter poros, maka perlu diketahui tegangan yang diterima atau yang ditimbulkan oleh mekanisme yang terpasang pada poros, seperti : tegangan bending, tegangan torsi, tegangan kombinasi antara bending dan torsi. Kemudian dicari tegangan resultan terbesar dari setiap titik pada poros. Dan rumus-rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

2.1.1 Torsi (T)

- Satuan English :

$$T = 63000 \frac{N}{n} \text{ (lb.in)}$$

[Machine Design Theory and Practice, 1975 : 334]

Dimana :

N = Daya yang ditransmisikan (hp)

n = Kecepatan keliling (rpm)

- Satuan Metris :

$$T = 71620 \frac{N}{n} (kg.cm)$$

[Machine Elements -, 1970 : 401]

2.1.2 Diameter Poros (d)

$$d^3 = \frac{16 \cdot Mt \cdot N}{S_{yp} \cdot k_p \cdot \pi}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot Mt \cdot N}{S_{yp} \cdot k_p \cdot \pi}}$$

[Machine Elements, 1970 : 403]

Dimana :

N = angka keamanan

S_{yp} = strength yield point (*ksi*)

k_p = konstanta poros

2.2 Perencanaan Bantalan

2.2.1 Macam-macam bantalan

Bantalan adalah elemen mesin yang menumpu pada poros berbeban, sehingga putaran atau gerakan bolak-balik dapat berlangsung secara halus, aman dan awet. Bantalan harus cukup kokoh untuk memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik. Jika bantalan tidak berfungsi dengan baik maka prestasi seluruh sistem akan menurun atau tak dapat bekerja secara baik. Jadi, bantalan dalam permesinan dapat disamakan perannya dengan pondasi gedung.

Klasifikasi bantalan :

- Berdasarkan gerakan bantalan terhadap poros

a. Bantalan luncur

Pada bantalan ini terjadi gesekan luncur antara poros dan bantalan karena permukaan poros ditumpu oleh permukaan bantalan dengan perantara lapisan pelumas.

b. Bantalan Gelinding

Pada bantalan ini terjadi gesekan gelinding antara bagian yang berputar dengan yang diam melalui elemen gelinding seperti bola (peluru), rol atau rol jarum dan rol bulat.

- Berdasarkan arah beban terhadap poros

a. Bantalan radial

Pada bantalan ini arah beban yang ditumpu bantalan ini adalah tegak lurus sumbu poros.

b. Bantalan aksial

Pada bantalan ini arah bantalan ini sejajar dengan sumbu poros.

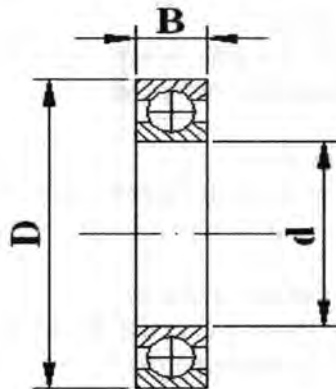
c. Bantalan Gelinding khusus

Bantalan ini dapat menumpu beban yang arahnya sejajar dan tegak lurus sumbu poros.

2.2.2 Perencanaan bantalan

Dalam perencanaan ini akan digunakan jenis bantalan gelinding (rolling bearing) karena bantalan ini mampu menerima beban radial maupun axial relative lebih besar. Bantalan gelinding umumnya lebih cocok untuk beban kecil daripada bantalan luncur. Tergantung dari pada bentuk elemen gelindingnya.

Putaran pada bantalan ini dibatasi oleh gaya sentrifugal yang timbul pada elemen gelinding tersebut. Karena konstruksinya yang sukar dan ketelitiannya sangat tinggi. Maka bantalan gelinding yang dibuat oleh pabrik – pabrik tertentu saja. Adapun harganya pada umumnya lebih mahal dari pada bantalan luncur. Untuk menekan biaya pembuatan serta memudahkan pemakaian bantalan gelinding diproduksnya menurut standart dalam betbagai bentuk dan ukuran. Keunggulan bantalan ini adalah pada gesekan yang rendah. Pelumasannya sangat sederhana, cukup dengan gemuk (steand peat), bahkan pada macam yang memakai sil sendiri tidak perlu pelumas lagi. Meskipun ketelitiannya sangat tinggi, karena adanya gerakan elemen mesin gelinding dan sankar, pada putaran tinggi bantalan ini agak gaduh dibandingkan bantalan luncur. Pada waktu memilih bantalan, cirri masing – masing harus dipertimbangkan dengan sesuai pemakaian.



Gambar 2.1. Bantalan Gelinding

Bantalan menerima beban yang berkombinasi antara beban radial (F_r) dan beban aksial (F_a), serta pada suatu kondisi ring dalamnya, sedangkan ring

luarnya yang berputar, sehingga beban ekivalent (P) sebagai berikut : (Sularso, Perencanaan Elemen Mesin, 2002)

$$P = X \cdot V \cdot F_r + Y \cdot F_a$$

[Sularso, Perencanaan Elemen Mesin, 2002]

Dimana :

P = beban ekivalen (*lb*)

X = Faktor beban radial

Y = Faktor beban axial

V = Faktor putaran; ring dalam yang berputar V = 1, jika ring luar yang berputar V = 1,2

F_r = Beban radial (*lb*)

F_a = Beban axial (*lb*)

Harga X dan Y dapat dicari dengan table lampiran 6 (Sularso, Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin, 2002)

X :Konstanta radial

Y :Konstanta axial

Hasil perhitungan beban ekivalen diatas tidak memperhitungkan adanya beban kejut dan impact. Maka agar lebih aman dari beban ini dan dapat menghindari kerusakan bantalan lebih awal, beban ekivalent terseburt menjadi :

$$P = F_s \cdot (X \cdot V \cdot F_r + Y \cdot F_a)$$

Dimana :

F = Konstanta kondisi beban

- 1,0 untuk beban rata.

- 1,7 untuk beban berat.

Jika beban radialnya jauh lebih besar daripada beban aksial, maka beban ekivalen dapat dituliskan sebagai berikut:

$$P = F_s.(V.Fr)35)$$

[Machine Design Theory and Practice, 1975 : 486]

Walaupun bantalan gelinding disebut juga bantalan anti gesekan (*Anti Friction Bearing*), karena adanya beban putaran akan dapat terjadi peristiwa slip dan histerisis (teori elastisitas), sehingga timbul gesekan diantara komponen bantalan yaitu ring luar, bola, rol, dan ring dalamnya. Akibat dari gesekan ini maka akan menyebabkan kehilangan daya, dan secara pendekatan kehilangan daya tersebut dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$H_p = \frac{T.n}{63000} = \frac{f.Fr.d.n}{126.059} \quad (hp)$$

Dimana :

H_p = daya yang hilang karena torsi gesekan (*hp*)

n = putaran poros (*rpm*)

d = diameter lubang bantalan (*inc*)

Fr = gaya radial bantalan (*lb*)

f = koefisien gesek

Koefisien gesek pada table didasarkan atas tipe bantalanya, serta kondisinya. Dan perlu untuk diketahui bahwa koefisien gesek f yang terdapat dalam table 2.2. dapat diadakan modifikasi atau perubahan tergantung kepada perencanaan, yang dikaitkan dengan temperature kerja, kecepatan berpoutarnya, beban dan pelumasannya, diluar keadaan operasionalnya.

2.2.3 Umur bantalan

Dalam pemilihan bantalan gelinding ini, umur bantalan sangat perlu diperhatikan yang juga didasarkan kepada beban yang diterimanya, dan dibawah ini terdapat beberapa definisi tentang umur-umur bantalan :

1. Umur (*life*)
Diartikan sebagai jumlah perputaran yang dapat dicapai dari bantalan sebelum mengalami kerusakan atau kegagalan yang pertama pada masing-masing elemennya seperti ring atau bola/rol.
2. Umur berdasarkan kepercayaan (*rating life*).
Diartikan pula sebagai umur yang dapat dicapai dalam jumlah putaran yang dapat dicapai berdasarkan kepercayaan (*reliability*) 90% berarti dianggap 10% kegagalan. Umur disimbolkan dengan L_{10} dalam jumlah perputaran atau L_{10} dalam satuan jam dengan anggapan putaran konstan.
3. Basis kemampuan menerima beban (*Basic load rating*)
Disebut juga dengan "*Dynamic load rating* (Beban Dinamis)" diartikan sebagai beban yang mampu diterima dalam keadaan dinamis berputar dalam jumlah putaran konstan 1.000.000 (10^6) putaran dengan ring luar tetap dan ring dalam yang berputar. disimbolkan dengan C.
4. Kemampuan menerima beban statis (*Basic Statis Load Rating*).
Diartikan sebagai jumlah beban radial yang mempunyai hubungan dengan defleksi total yang terjadi secara permanen pada elemen-elemen

bantalanya, yang memberikan bidang tekananya. Disimbulkan dengan C_o .

Perhitungan bantalan akan didapat harga C_o dan C yang tergantung dari diameter lubang, seri dimensi, dan jenis bantalan dimana:

1. C (Kapasitas nominal bantalan dinamis spesifik).

Yaitu : beban dalam arah tetap dan konstan yang diterima oleh sejumlah bantalan yang berputar 10^6 putaran yang mana 90% dari bantalan tersebut tidak mengalami kerusakan.

2. C_o (Kapasitas bantalan statis spesifik).

Yaitu : beban radial yang diterima bantalan sehingga total deformasi permanen gelinding dan cincin maksimal 0,0001 kali diameter element gelinding.

Sehingga disioni umur bantalan dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

Untuk diameter bola lebih dari 25,4 (mm), maka harga C adalah :

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^b \times 10^6 \text{ (putaran)}$$

Untuk diameter bola lebih dari 25,4 (mm), maka harga C adalah:

$$C = fc(i \cos \alpha)^{0,7} Z^{2/3} \times 3,647 D^{1,4}_a$$

Dimana :

L_{10h} = umur nominal bantalan (*jam kerja*)

P = beban ekivalen (N)

C = beban dinamis (N)

b = konstanta tergantung dari type bantalan

= 3 untuk ball bearing

= $\frac{10}{3}$ Untuk rolling bearing.

n = putaran (*rpm*)

α = sudut kontak nominal

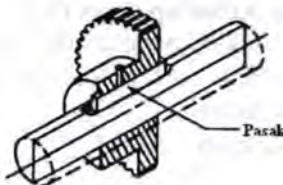
D_a	= diameter bola (<i>mm</i>)
f_c	= faktor koreksi.
i	= jumlah baris bola dalam satu bantalan
Z	= jumlah bola dalam tiap baris

2.3. Perencanaan Pasak

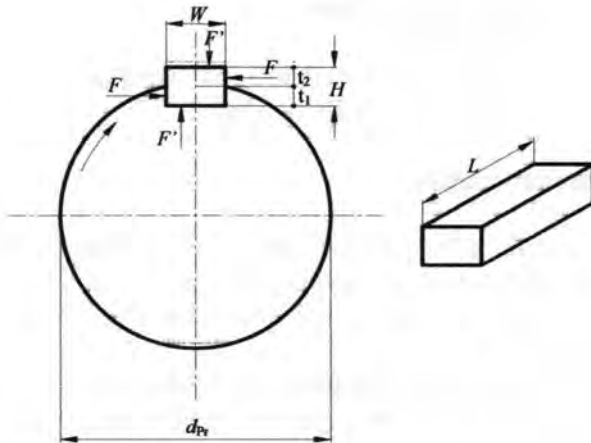
Pasak adalah suatu elemen mesin yang dipakai untuk menetapkan bagian-bagian mesin, seperti roda gigi, sprocket, pully, kopling, dll. Pada poros momen diteruskan dari poros ke naf atau dari naf ke poros.

Fungsi yang serupa dengan pasak dilakukan oleh seplain (spline) dan gerigi (serration) yang mempunyai gigi luar pada poros dan gigi dalam dengan jumlah gigi yang sama pada naf dan saling terkait yang satu dengan yang lain. Gigi pada splain adalah besar, sedang pada gerigi adalah kecil dengan jarak bagi yang kecil pula. Kedua-duanya dapat digeser secara aksial pada waktu meneruskan daya.

Dalam pembahasan disini hanya akan diuraikan tentang pasak saja. Pasak pada umumnya dapat digolongkan atas beberapa macam sebagai berikut menurut letaknya pada poros dapat dibedakan antara pasak pelana, pasak rata, pasak benam, dan pasak singgung, yang umumnya berpenampang segi empat.



Gambar 2.2. Pasak Pada Sebuah Poros



Gambar 2.3 Gaya-gaya yang bekerja pada pasak

Distribusi tegangan dapat diketahui sehingga dalam perhitungan tegangan disarankan menggunakan faktor keamanan sebagai berikut :

- $N = 1$, untuk torsi yang tetap atau konstan
- $N = 2,5$, untuk beban kejut kecil atau rendah.
- $N = 4,5$, untuk beban kejut yang besar, terutama dengan bolak-balik.

2.3.1. Tinjauan terhadap geser (τ_s)

- Torsi ini akan menghasilkan gaya F yang bekerja pada diameter luar dari poros dan gaya inilah yang akan bekerja pada pasak.

- Besarnya gaya F adalah :

$$F = \frac{T}{0,5 \cdot D} \quad (N)$$

[Machine Design Theory and Practice, 1975 : 366]

Dimana :

F = gaya F (N)

T = torsi (N.m)

D = diameter poros (mm)

Pada pasak gaya F ini akan menimbulkan gaya geser sebesar

$$\tau_s = \frac{F}{A} = \frac{2T}{W.L.D}$$

[Machine Design Theory and Practice, 1975 : 367]

Dimana :

W = Lebar pasak (mm)

L = Panjang pasak (mm)

Supaya aman, maka syarat yang harus dipenuhi adalah :

$$\frac{2T}{W.L.D} \leq \frac{K_s.Syp}{N} \quad \text{maka}$$

$$L \geq \frac{2T.N}{K_s.Syp.W.D}$$

[Machine Design Theory and Practice, 1975 : 367]



2.3.2. Tinjauan terhadap kompresi

Sesuai dengan pasak segi empat, yaitu setengah dari tinggi pasak masuk kedalam poros dan setengahnya lagi masuk pada hubnya dan tinggi pasak sama dengan lebarnya (H=W)
Tegangan Kompresi yang timbul akibat gaya F adalah :

$$\sigma_c = \frac{F}{A} = \frac{2T}{0,5W.L.D} = \frac{4.T}{W.L.D}$$

[Machine Design Theory and Practice, 1975 : 367]

Syarat yang harus dipenuhi agar pasak aman adalah

$$\frac{4.T}{W.L.D} \leq \frac{Kc.Syp}{N} \text{ maka,}$$

$$L \geq \frac{4.T.N}{Kc.Syp.W.L.D}$$

[Machine Design Theory and Practice, 1975 : 367]

Dari kedua peninjauan diatas maka dapat dihitung panjang pasak yang merupakan panjang minimum terbesar namun aman terhadap tegangan yang terjadi. dan persyaratan panjang pasak harus disesuaikan dengan tabel, ataupun berapa kali dari besar diameternya.

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



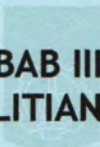
ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

BAB III METODOLOGI PENELITIAN



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

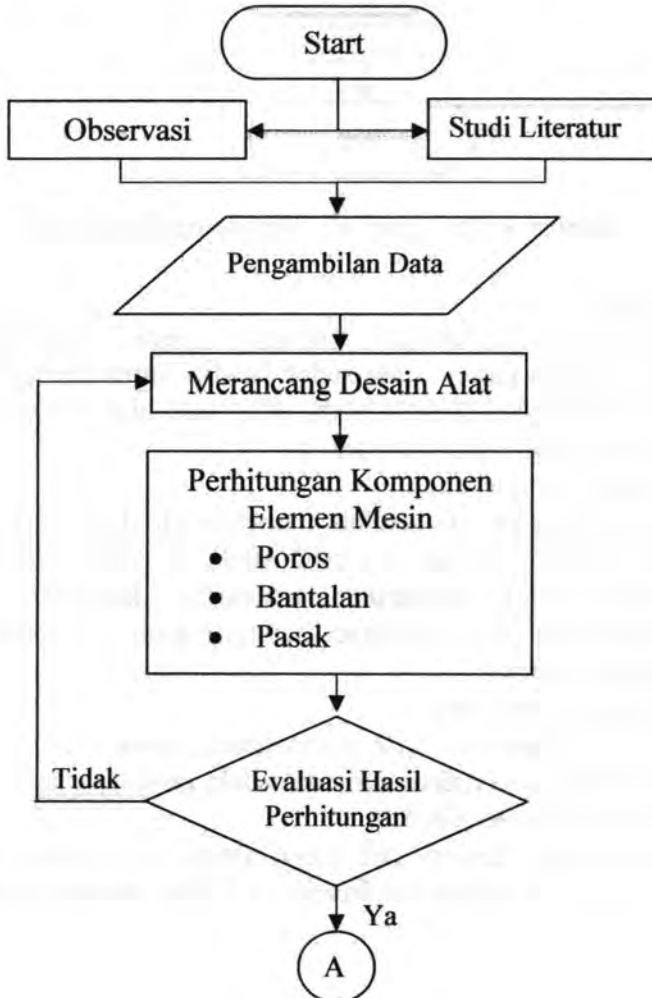


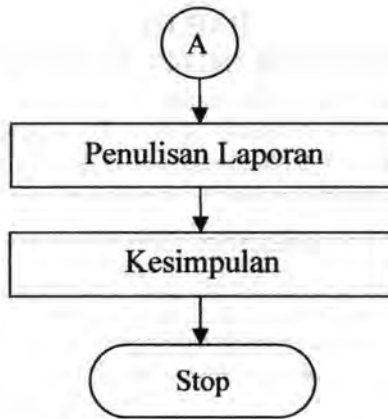
ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Diagram Alir Perencanaan

Untuk merealisasikan alat pengangkut garam tersebut diperlukan tahapan-tahapan seperti yang berada pada diagram alir dibawah ini :





Gambar 3.1. Diagram Alir Metodologi Penelitian

- a. Observasi
Observasi dilakukan dengan cara mendatangi perusahaan garam yang sudah berdiri untuk mengetahui kelemahan-kelemahan yang ada pada alat pengangkut garam yang sudah ada saat ini.
- b. Studi Literatur
Pada tahapan ini setelah memperoleh data dari para perusahaan garam tersebut, studi literatur dilakukan dengan cara melakukan pencarian data-data yang diperlukan dari literatur-literatur maupun pencarian dalam internet.
- c. Pengambilan Data
Data didapatkan dari perusahaan garam serta Studi Literatur guna mendukung data-data yang diperlukan.
- d. Merancang Desain Alat
Merancang desain alat yang dimaksud adalah untuk merencanakan gerobak bermotor dengan memperhatikan

data–data yang diperoleh dari studi literatur maupun observasi lapangan.

- e. Perhitungan Komponen Elemen Mesin
Dalam tahapan ini dilakukan perhitungan tentang gaya–gaya dan momen yang terjadi.
- f. Evaluasi Hasil Perhitungan
Evaluasi ini dilakukan untuk mengetahui apakah hasil perencanaan dan perhitungan sesuai atau tidak dengan kondisi yang ada di lapangan. Apabila sudah cocok segera dilanjutkan dengan penulisan laporan, bila tidak maka akan dilakukan perencanaan desain alat dan penghitungan ulang.
- g. Penulisan Laporan
Setelah mendapatkan data-data yang diperlukan dari hasil perhitungan, maka dibuat laporan mengenai hasil rancangan dan sistem kerja alat tersebut.
- h. Kesimpulan
Semua hasil perhitungan dan pembahasan terhadap hasil percobaan.

3.2. Pengukuran Kekuatan Meja Garam

Survei

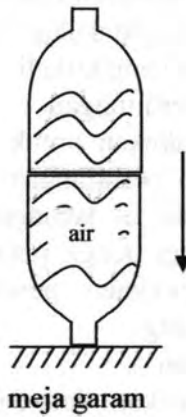
Alat :

- Galon 2 buah
- Air

Metode survei :

- Galon 1 diisi dengan air penuh
- Pengukuran dilakukan dengan meletakkan ujung galon yang mempunyai luasan kecil di atas meja garam
- Apabila meja garam belum rusak ditambah lagi dengan galon yang ke 2
- Galon ke 2 diisi air sampai meja garam mulai rusak

- Apabila meja garam sudah rusak pengukuran dihentikan, lalu dilakukan penimbangan galon.



Gambar3.2 : metode pengukuran kekuatan meja garam

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



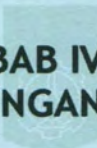
ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

BAB IV HASIL DAN PERHITUNGAN



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



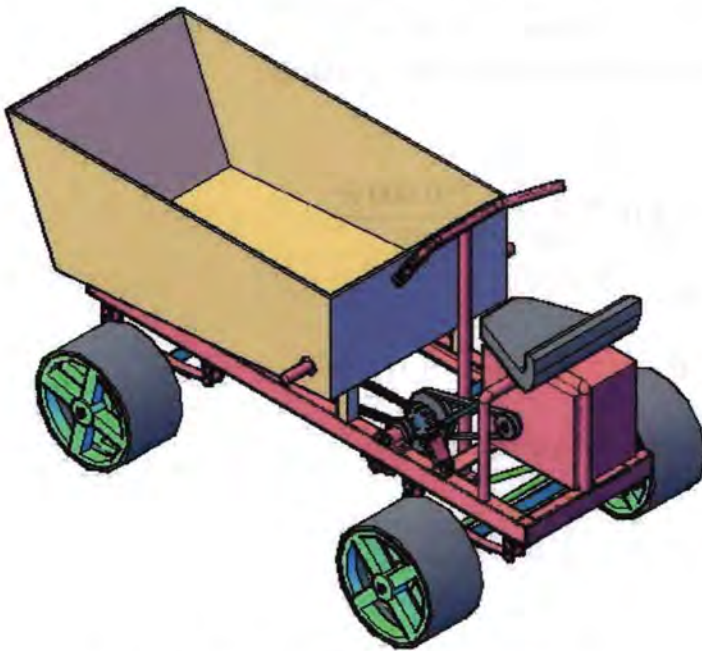
ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

BAB IV HASIL DAN PERHITUNGAN

Bab ini akan membahas tentang pemilihan bahan yang tepat untuk alat pengangkut garam dengan tenaga motor stasioner 5,5 hp dengan putaran 1400 rpm. (data-data perhitungan diambil dari saudara andry setyawan 2009).



Gambar 4.1: Alat pengangkut garam

4.1. Perhitungan Massa

4.1.1. Perhitungan Dimensi dan Massa Bak Garam

Muatan yang direncanakan = 250 kg

Dari hasil percobaan didapatkan :

Dengan menggunakan kotak berukuran panjang x lebar x tinggi = $26 \text{ cm} \times 8 \text{ cm} \times 6 \text{ cm} = 1.248 \text{ cm}^3$

Jadi volume yang dibutuhkan untuk menampung garam kasar $1 \text{ kg} = 1.248 \text{ cm}^3$

Massa jenis garam kasar =

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\rho = \frac{1 \text{ kg}}{1.248 \text{ cm}^3} = \frac{1.000 \text{ gr}}{1.248 \text{ cm}^3} = 0,801 \text{ gr/cm}^3$$

Sehingga volume untuk 250 kg adalah :

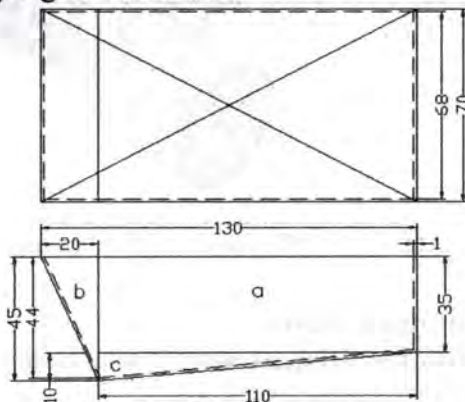
$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$0,801 \text{ gr/cm}^3 = \frac{250.000 \text{ gr}}{V}$$

$$V = \frac{250.000 \text{ gr}}{0,801 \text{ gr/cm}^3}$$

$$V = 312.109 \text{ cm}^3 = 0,312 \text{ m}^3$$

Massa bak yang direncanakan:



Gambar 4.2. Dimensi bak

$V_{luar} :$

$$V_a = 110 \times 35 \times 70 = 269.500 \text{ cm}^3$$

$$V_b = \frac{1}{2} \times 20 \times 45 \times 70 = 31.500 \text{ cm}^3$$

$$V_c = \frac{1}{2} \times 110 \times 10 \times 70 = 38.500 \text{ cm}^3$$

$$\begin{aligned} V_{total} &= V_a + V_b + V_c \\ &= 269.500 + 31.500 + 38.500 = 339.500 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$V_{dalam} :$

$$V_a = 109 \times 34 \times 68 = 252.008 \text{ cm}^3$$

$$V_b = \frac{1}{2} \times 19 \times 44 \times 68 = 28.424 \text{ cm}^3$$

$$V_c = \frac{1}{2} \times 109 \times 9 \times 68 = 33.354 \text{ cm}^3$$

$$\begin{aligned} V_{total} &= V_a + V_b + V_c \\ &= 252.008 + 28.424 + 33.354 = 313.786 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{kayu} &= V_{luar} - V_{dalam} \\ &= 25.714 \text{ cm}^3 = 0,026 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\rho = \frac{m}{V_{kayu}}$$

$$\begin{aligned} m &= \rho \cdot V_{kayu} \\ &= 720 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,026 \text{ m}^3 \\ &= 18,72 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W &= 18,72 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \\ &= 183,58 \text{ N} \end{aligned}$$

Dimana :

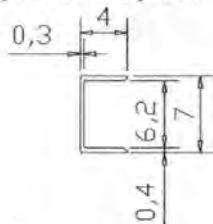
$$\rho = \text{massa jenis } \left(\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right)$$

m	= massa (kg)
V	= volume(m^3)
W	= berat (N)
V_a, V_b, V_c	= volume pada a, b, c (m^3)
V_{luar}	= volume bak dihitung dari luar (m^3)
V_{dalam}	= volume bak dihitung dari dalam(m^3)
V_{kayu}	= volume dari tebal kayu (m^3)

4.1.2. Perhitungan Massa Kerangka

Kerangka yang direncanakan menggunakan baja channels, C shapes dengan panjang total 440 cm, tebal 0,3 cm, tinggi luar 7 cm, tinggi dalam 6,2 cm. Sehingga untuk mendapatkan volume total rangka :

$$\begin{aligned}
 V_{luar} &= 440 \times 4 \times 7 = 12.320 \text{ cm}^3 \\
 V_{dalam} &= 40 \times 3,7 \times 6,2 = 10.093,6 \text{ cm}^3 \\
 V_{kerangka} &= V_{luar} - V_{dalam} \\
 &= 12.320 \text{ cm}^3 - 10.093,6 \text{ cm}^3 \\
 &= 2226,4 \text{ cm}^3 = 0,0023 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$



Gambar 4.3. Dimensi kerangka

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\begin{aligned}
 m &= \rho \cdot V \\
 &= 7272 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,0023 \text{ m}^3 \\
 &= 16,725 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$W = 16,725 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$= 164,022 \text{ N}$$

Massa mesin = 25 kg

4.2. Perhitungan Poros

4.2.1. Perhitungan Poros Pada Roda

Perencanaan panjang poros = 110 cm = 1,1 m

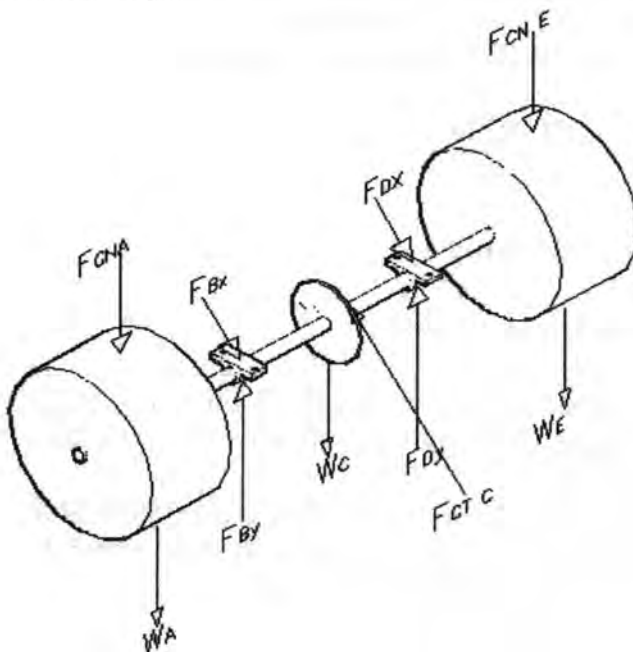
Data dari perhitungan :

$$\text{Gaya rantai } (F_{rantai}) = 7776,168 \text{ N}$$

$$\text{Berat gear } (W_{sproket}) = 6 \text{ N}$$

$$\text{Berat roda } (W_{roda}) = 76,5 \text{ N}$$

Skema Gaya:



Gambar 4.4. Skema gaya poros pada roda

Gaya normal pada sproket

$$F_{CN \text{ sproket}} = F_{rantai} \sin 50^\circ$$

$$F_{CN \text{ sproket}} = 7776,168 \sin 50^\circ$$

$$F_{CN \text{ sproket}} = 5956,54 \text{ N}$$

Gaya tangensial pada sproket

$$F_{CT \text{ sproket}} = F_{rantai} \cos 50^\circ$$

$$F_{CT \text{ sproket}} = 7776,168 \cos 50^\circ$$

$$F_{CT \text{ sproket}} = 4992,29 \text{ N}$$

Reaksi tumpuan

Momen kearah horisontal

$$\curvearrowleft + \sum M_B = 0$$

$$- F_{CT} (0,23 \text{ m}) + F_{DX} (0,46 \text{ m})$$

$$- 4992,29 \text{ N} (0,23 \text{ m}) + F_{DX} (0,46 \text{ m})$$

$$F_{DX} = \frac{1148,228}{0,46}$$

$$= 2496,149 \text{ N}$$

Momen kearah vertikal

$$\curvearrowleft + \sum M_B = 0$$

$$- W_{roda} (0,32 \text{ m}) + N_{roda} (0,32 \text{ m}) + F_{CN} (0,23 \text{ m}) +$$

$$W_{sproket} (0,23 \text{ m}) + F_{Dy} (0,46) + W_{roda} (0,78) - N_{roda}$$

$$(0,78 \text{ m}) = 0$$

$$- 76,5 \text{ N} (0,32 \text{ m}) + 76,5 \text{ N} (0,32 \text{ m}) + 5956,54 \text{ N}$$

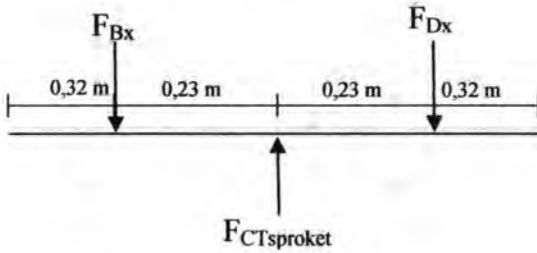
$$(0,23 \text{ m}) + 6 \text{ N} (0,23 \text{ m}) + F_{Dy} (0,46 \text{ m}) + 76,5 \text{ N}$$

$$(0,78 \text{ m}) - 76,5 \text{ N} (0,78 \text{ m}) = 0$$

$$F_{Dy} = \frac{-1420,345}{0,46}$$

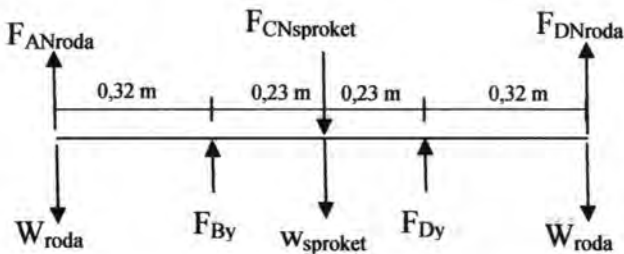
$$= -3087,707 \text{ N}$$

Reaksi tumpuan pada sumbu X



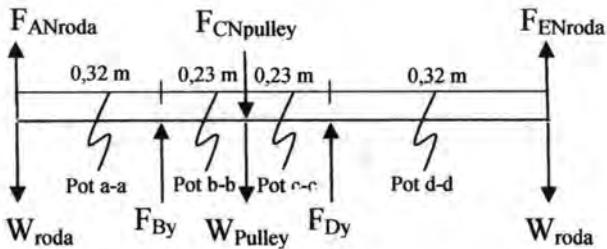
$$\begin{aligned}
 - F_{Bx} + F_{CTsproket} - F_{Dx} &= 0 \\
 - F_{Bx} + 4992,29 \text{ N} - 2496,149 \text{ N} & \\
 F_{Bx} &= 7488,44 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Reaksi tumpuan pada sumbu Y

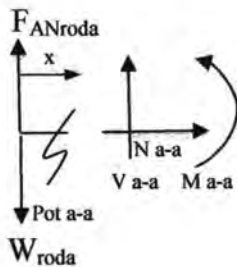


$$\begin{aligned}
 - W_{roda} + F_{ANroda} + F_{By} - W_{sproket} - F_{CNsproket} + F_{Dy} - \\
 W_{roda} - F_{DNroda} \\
 -76,5 + 76,5 + F_{By} - 6 \text{ N} - 5956,54 \text{ N} + 3087,707 \text{ N} - \\
 76,5 \text{ N} + 76,5 \text{ N} \\
 F_{By} = 2874,83 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Analisa Potongan Sumbu Y



Potongan a - a



$$\uparrow + \Sigma F_y = 0$$

$$F_{ANroda} - W_{roda} + V_{a-a} = 0$$

$$76,5 \text{ N} - 76,5 \text{ N} + V_{a-a} = 0$$

$$V_{a-a} = 0 \text{ N}$$

$$\curvearrow + \Sigma M_a = 0$$

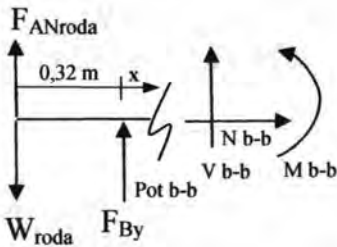
$$-M_{a-a} + F_{ANroda}(x) - W_{roda}(x) = 0$$

$$\text{untuk } 0 \leq x \leq 0,32$$

$$-M_{a-a} + 76,5 \text{ N}(0,32 \text{ m}) - 76,5 \text{ N}(0,32 \text{ m})$$

$$\text{Jika } x = 0,32 \text{ maka } M_{a-a} = 0 \text{ N.m}$$

Potongan b - b



$$\uparrow + \Sigma F_y = 0$$

$$F_{ANroda} - W_{roda} + F_{By} + V_{b-b} = 0$$

$$\begin{aligned} V_{b-b} &= -F_{ANroda} + W_{roda} - F_{By} \\ &= -76,5 \text{ N} + 76,5 \text{ N} - 2874,83 \text{ N} \\ &= -2874,83 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\curvearrow + \Sigma M_b = 0$$

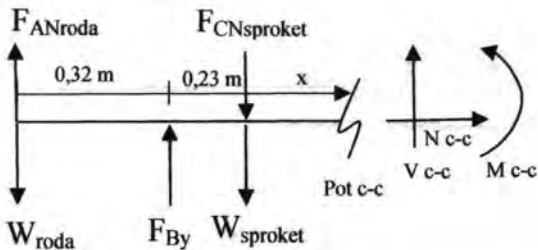
$$- M_{b-b} - F_{ANroda} (0,32 \text{ m} + x) - W_{roda} (0,32 \text{ m} + x) + F_{By} (x) = 0$$

untuk $0 \leq x \leq 0,23$

$$- M_{b-b} + 76,5 \text{ N} (0,32 \text{ m} + 0,23 \text{ m}) - 76,5 \text{ N} (0,32 \text{ m} + 0,23 \text{ m}) + 2874,83 \text{ N} (0,23 \text{ m}) = 0$$

Jika $x = 0,23$ maka $M_{b-b} = 661,212 \text{ N.m}$

Potongan c-c



$$\uparrow + \Sigma F_y = 0$$

$$F_{ANroda} - W_{roda} + F_{By} - F_{CNsproket} - W_{sproket} + V_{c-c} = 0$$

$$V_{c-c} = -F_{ANroda} + W_{roda} - F_{By} + F_{CNsproket} + W_{sproket}$$

$$V_{c-c} = -76,5 \text{ N} + 76,5 \text{ N} - 2874,83 \text{ N} + 5956,54 \text{ N} + 6 \text{ N} \\ = 3087,707 \text{ N}$$

$$\curvearrow + \Sigma M_c = 0$$

$$-M_{c-c} + F_{ANsproket} (0,32 \text{ m} + 0,23 \text{ m} + x) - W_{roda} (0,32 \text{ m} \\ + 0,23 \text{ m} + x) + F_{By} (0,23 \text{ m} + x) - F_{CNsproket} (x)$$

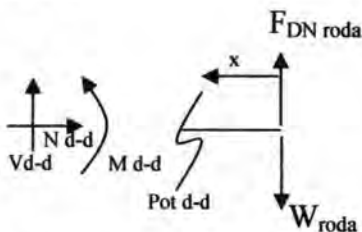
$$W_{sproket} (x) = 0$$

untuk $0 \leq x \leq 0,23$

$$-M_{c-c} + 76,5 \text{ N} (0,32 \text{ m} + 0,23 \text{ m} + 0,23 \text{ m}) - 76,5 \text{ N} \\ (0,32 \text{ m} + 0,23 \text{ m} + 0,23 \text{ m}) + 2874,83 \text{ N} (0,23 \text{ m} + \\ 0,23 \text{ m}) - 5956,54 \text{ N} (0,23 \text{ m}) - 6 \text{ N} (0,23 \text{ m}) = 0$$

Jika $x = 0,23$ maka $M_{c-c} = -48,96 \text{ N.m}$

Potongan d-d



$$\uparrow + \Sigma F_y = 0$$

$$F_{DNroda} - W_{roda} + V_{d-d} = 0$$

$$76,5 \text{ N} - 76,5 \text{ N} + V_{d-d} = 0$$

$$V_{d-d} = 0 \text{ N}$$

$$\curvearrow + \Sigma M_a = 0$$

$$-M_{d-d} - F_{DNroda} (x) + W_{roda} (x) = 0$$

untuk $0 \leq x \leq 0,32$

$$-M_{d-d} - 76,5 \text{ N} (0,32 \text{ m}) + 76,5 \text{ N} (0,32 \text{ m})$$

Jika $x = 0,32$ maka $M_{d-d} = 0 \text{ N.m}$

Diagram V dan M

Diagram V

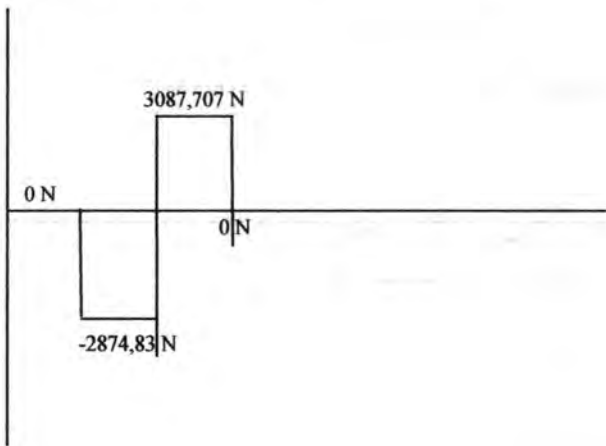
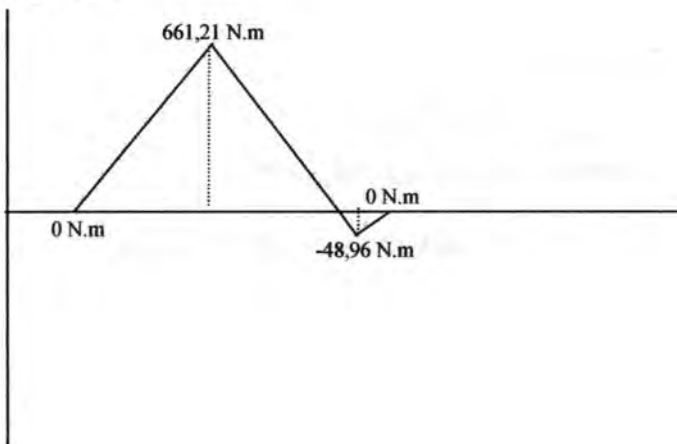
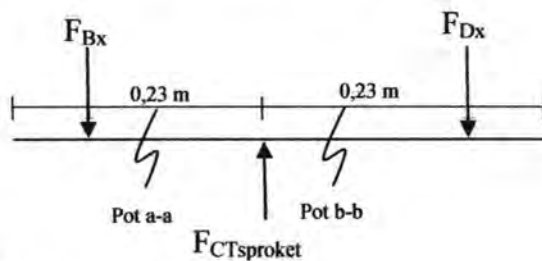


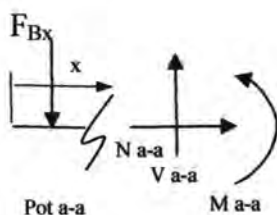
Diagram M



Analisa potongan pada sumbu x



Potongan a-a



$$\vec{+} \Sigma F_x = 0$$

$$- F_{Bx} + V_{a-a} = 0$$

$$V_{a-a} = 7488,44 \text{ N}$$

$$\curvearrowright \Sigma M_a = 0$$

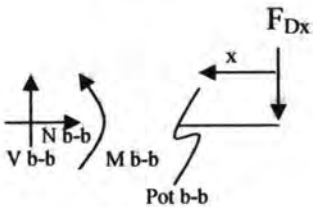
$$- F_{Bx}(x) - M_{a-a} = 0$$

$$\text{untuk } 0 \leq x \leq 0,23$$

$$- 7488,44 \text{ N}(0,23 \text{ m}) - M_{a-a} = 0$$

jika $x = 0,23$, maka $M_{a-a} = - 1722,34 \text{ N.m}$

Potongan b - b



$$\rightarrow \Sigma F_x = 0$$

$$- F_{Dx} + V_{b-b} = 0$$

$$V_{b-b} = 7488,44 \text{ N}$$

$$\curvearrowleft \Sigma M_a = 0$$

$$F_{Dx}(x) - M_{b-b} = 0$$

$$\text{untuk } 0 \leq x \leq 0,23$$

$$7488,44 (0,23 \text{ m}) - M_{b-b} = 0$$

jika $x = 0,23$, maka $M_{b-b} = -1722,34 \text{ N.m}$

Diagram V dan M

Diagram V

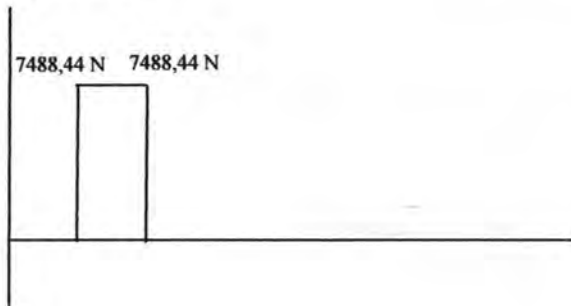
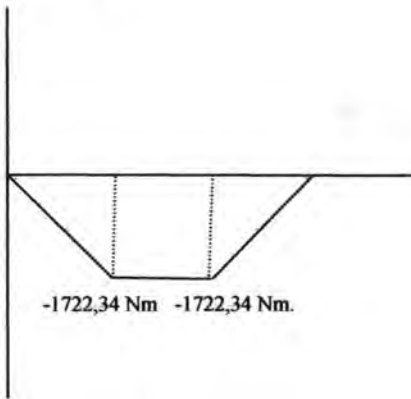


Diagram M



4.2.2. Momen Bending Pada Poros Roda

Dari diagram diatas momen bending terbesar pada titik

$$M_b = \sqrt{(Mbx^2) + (Mby^2)}$$

$$M_{a-a} = \sqrt{(-1722,34^2) + (0^2)}$$

$$M_{a-a} = 1722,34 \text{ N.m}$$

$$M_{b-b} = \sqrt{(-1722,34^2) + (661,21^2)}$$

$$M_{b-b} = 1844,905 \text{ N.m}$$

$$M_{c-c} = \sqrt{(0^2) + (-48,96^2)}$$

$$M_{c-c} = 48,96 \text{ N.m}$$

Dari perhitungan didapatkan momen bending terbesar terdapat dapat potongan b-b yaitu sebesar 1844,9 *N.m*.

Bahan poros dipilih adalah Carbon Steel AISI 9255 dengan Yeild Strength sebesar 287000 *psi*.

Maka diameter poros adalah

$$D \geq \sqrt[6]{\frac{16^2 Mb^2 + 16^2 Mt^2}{\pi^2 \left(\frac{Ks \cdot Syp}{N} \right)^2}}$$

$$D \geq \sqrt[6]{\frac{16^2 \cdot 1844,9^2 + 16^2 \cdot 399,97^2}{\pi^2 \left(\frac{0,7 \cdot 287000}{4} \right)^2}}$$

$$D \geq 0,04 \text{ m} = 40 \text{ mm}$$

4.2.3. Perhitungan Poros Pada Pulley

Perencanaan panjang poros = 46 *cm* = 0,46 *m*

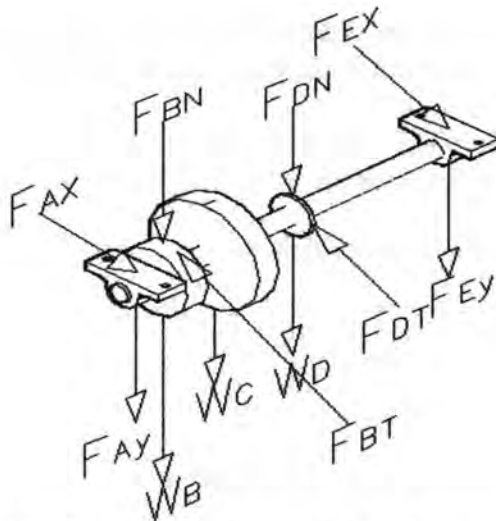
Data dari perhitungan :

$$\text{Gaya rantai } (F_{rantai}) = 7776,168 \text{ N}$$

$$\text{Berat sproket } (W_{sproket}) = 4 \text{ N}$$

$$\text{Berat Pulley } (W_{pulley}) = 18,76 \text{ N}$$

$$\text{Berat gear } (W_{gear}) = 18 \text{ N}$$



Gambar 4.5. Skema gaya poros pada roda gigi, pulley dan sproket

Gaya tangensial pada pulley

$$F_{BT} = \frac{Mt}{R}$$

$$F_{BT} = \frac{131,56}{0,0625} = 2104,96 \text{ N}$$

Gaya normal pada pulley

$$F_{BN} = F_{CT} \tan 20^\circ$$

$$F_{BN} = 4992,29 \tan 20^\circ$$

$$F_{BN} = 757,78 \text{ N}$$

Gaya normal pada Sproket

$$F_{DN \text{ sproket}} = F_{rantai} \sin 50^\circ$$

$$F_{DN \text{ sproket}} = 7776,168 \sin 50^\circ$$

$$F_{DN \text{ sproket}} = 5909,88 \text{ N}$$

Gaya tangensial pada sproket

$$F_{DT \text{ sproket}} = F_{rantai} \cos 50^\circ$$

$$F_{DT \text{ sproket}} = 7776,168 \cos 50^\circ$$

$$F_{DT \text{ sproket}} = 4976,74 \text{ N}$$

Reaksi Tumpuan

Momen kearah Horizontal

$$\curvearrowleft + \sum M_A = 0$$

$$- F_{BT} (0,04 \text{ m}) - F_{DT} (0,23 \text{ m}) + F_{Ex} (0,46 \text{ m}) = 0$$

$$- 2104,96 \text{ N} (0,04 \text{ m}) - 4976,74 \text{ N} (0,23 \text{ m}) +$$

$$F_{Ex} (0,46 \text{ m}) = 0$$

$$F_{Ex} = \frac{1228,85}{0,46}$$

$$= 2572,57 \text{ N}$$

Momen kearah Vertikal

$$\curvearrowleft + \sum M_A = 0$$

$$W_{puley} (0,04 \text{ m}) + F_{BN} (0,04 \text{ m}) + W_{gear} (0,12 \text{ m}) +$$

$$W_{sprocket} (0,23 \text{ m}) + F_{DN} (0,23 \text{ m}) - F_{Ey} (0,46 \text{ m}) = 0$$

$$18,76 \text{ N} (0,04 \text{ m}) + 757,78 \text{ N} (0,04 \text{ m}) + 18 \text{ N}$$

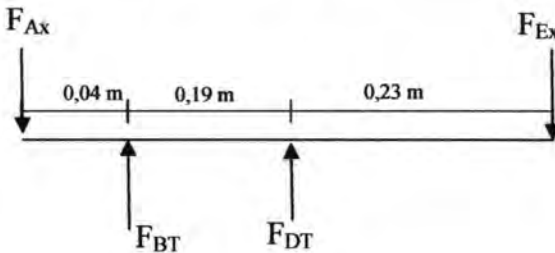
$$(0,12 \text{ m}) + 4 \text{ N} (0,23 \text{ m}) + 5909,88 \text{ N} (0,23 \text{ m}) -$$

$$F_{Ey} (0,46 \text{ m}) = 0$$

$$F_{Ey} = \frac{1393,42}{0,46}$$

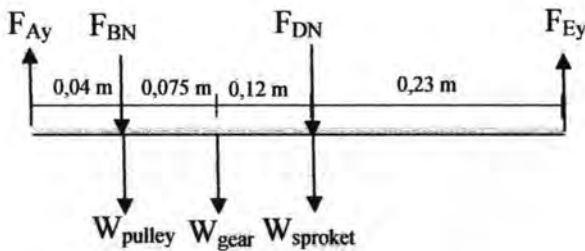
$$= 2989,08 \text{ N}$$

Reaksi tumpuan pada sumbu X



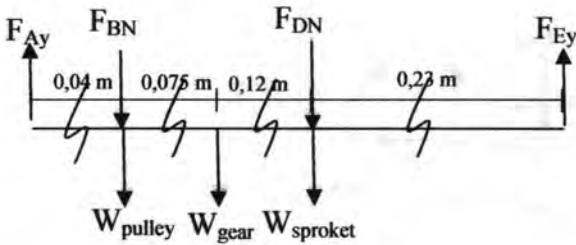
$$\begin{aligned}
 - F_{AX} + F_{BT} + F_{DT} - F_{Ex} &= 0 \\
 - F_{AX} + 22104,96 \text{ N} + 4976,74 \text{ N} - 2572,57 \text{ N} \\
 F_{AX} &= 4509,13 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Reaksi tumpuan pada sumbu Y

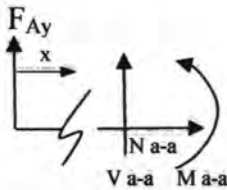


$$\begin{aligned}
 F_{Ay} - F_{BN} - W_{pulley} - W_{gear} - F_{DN} - W_{sproket} + F_{Ey} &= 0 \\
 F_{Ay} - 757,78 \text{ N} - 8 \text{ N} - 18 \text{ N} - 5909,88 \text{ N} - 4 \text{ N} + \\
 2989,08 \text{ N} &= 0 \\
 F_{Ay} &= 3719,34 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Analisa Potongan Sumbu Y



Potongan a - a



$$\uparrow + \Sigma F_y = 0$$

$$F_{Ay} + V_{a-a} = 0$$

$$3719,34 \text{ N} + V_{a-a} = 0$$

$$V_{a-a} = -3719,34 \text{ N}$$

$$\curvearrowleft + \Sigma M_a = 0$$

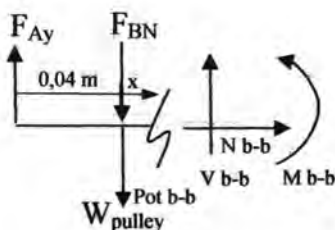
$$-M_{a-a} + F_{Ay}(x) = 0$$

$$\text{untuk } 0 \leq x \leq 0,04$$

$$-M_{a-a} + 3719,34 \text{ N}(0,04 \text{ m})$$

Jika $x = 0,04$ maka $M_{a-a} = 148,77 \text{ N.m}$

Potongan b - b



$$\uparrow + \Sigma F_y = 0$$

$$F_{Ay} - W_{pulley} - F_{BN} + V_{b-b} = 0$$

$$\begin{aligned} V_{b-b} &= -F_{Ay} + W_{pulley} + F_{BN} \\ &= -3719,34 \text{ N} + 18,76 \text{ N} + 757,78 \text{ N} \\ &= -2942,8 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\curvearrow + \Sigma M_b = 0$$

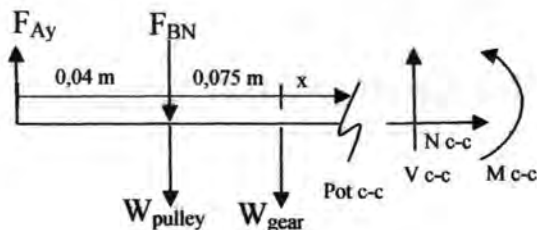
$$-M_{b-b} + F_{Ay} (0,04\text{m} + x) - W_{pulley} (x) - F_{BN} (x) = 0$$

untuk $0 \leq x \leq 0,075$

$$-M_{b-b} + 3719,34 \text{ N} (0,04 \text{ m} + 0,075 \text{ m}) - 18,76 \text{ N} (0,075 \text{ m}) - 757,78 \text{ N} (0,075 \text{ m}) = 0$$

Jika $x = 0,075$ maka $M_{b-b} = 369,48 \text{ N.m}$

Potongan c-c



$$\uparrow + \Sigma F_y = 0$$

$$F_{Ay} - W_{\text{pulley}} - F_{BN} - W_{\text{gear}} + V_{c-c} = 0$$

$$V_{c-c} = -F_{Ay} + W_{\text{pulley}} + F_{BN} + W_{\text{gear}}$$

$$V_{c-c} = -33719,34 \text{ N} + 18,76 \text{ N} + 757,78 \text{ N} + 18 \text{ N} \\ = -2924,8 \text{ N}$$

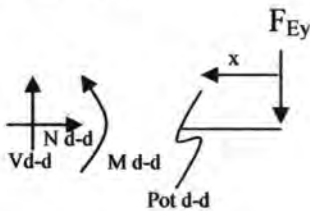
$$\curvearrow + \Sigma M_c = 0$$

$$- M_{c-c} + F_{Ay} (0,04\text{m} + 0,075\text{m} + x) - W_{\text{pulley}} (0,075\text{m} + x) - F_{BN} (0,075\text{m} + x) - W_{\text{gear}} (x) = 0 \\ \text{untuk } 0 \leq x \leq 0,075$$

$$- M_{c-c} + 3719,34 \text{ N} (0,04 \text{ m} + 0,075 \text{ m} + 0,12 \text{ m}) - \\ 18,76 \text{ N} (0,075 \text{ m} + 0,12 \text{ m}) - 7557,78 \text{ N} (0,075 \text{ m} + \\ 0,12 \text{ m}) - 18 \text{ N} (0,12) = 0$$

Jika $x = 0,12$ maka $M_{c-c} = 720,46 \text{ Nm}$.

Potongan d-d



$$\uparrow + \Sigma F_y = 0$$

$$-F_{Ey} + V_{d-d} = 0$$

$$-2989,08 \text{ N} + V_{d-d} = 0$$

$$V_{d-d} = 2989,08 \text{ N}$$

$$\curvearrowleft + \Sigma M_a = 0$$

$$-M_{d-d} + F_{Ey}(x) = 0$$

$$\text{untuk } 0 \leq x \leq 0,23$$

$$-M_{d-d} + 2989,08 \text{ N} (0,23\text{m}) = 0$$

Jika $x = 0,32$ maka $M_{d-d} = 687,48 \text{ N.m}$

Diagram V dan M

Diagram V

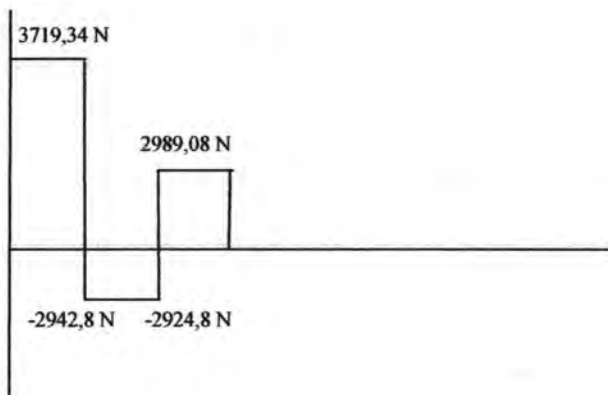
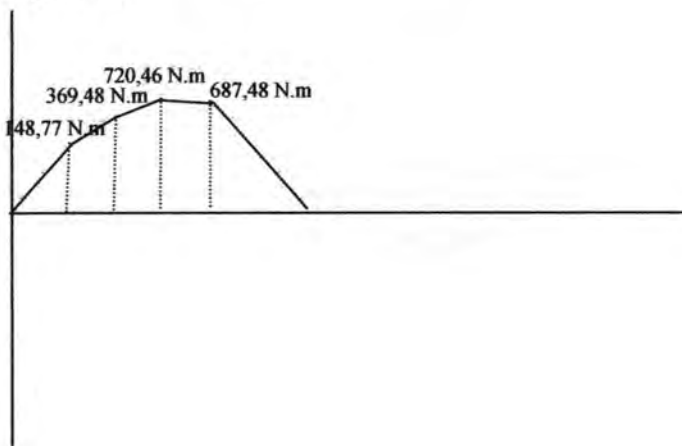
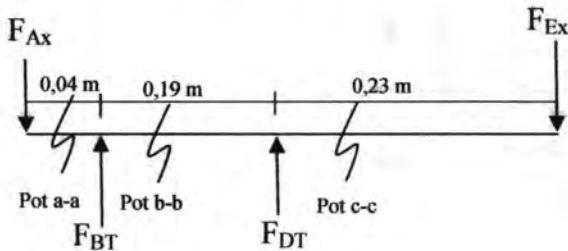


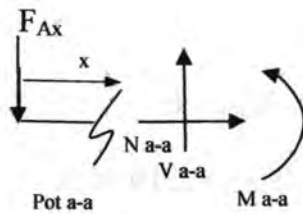
Diagram M



Analisa potongan pada sumbu x



Potongan a-a



$$\rightarrow \Sigma F_x = 0$$

$$- F_{Ax} + V_{a-a} = 0$$

$$V_{a-a} = 4509,13 \text{ N}$$

$$\curvearrow \Sigma M_a = 0$$

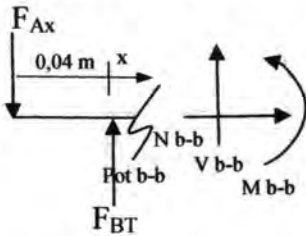
$$- F_{Ax}(x) - M_{a-a} = 0$$

$$\text{untuk } 0 \leq x \leq 0,23$$

$$- 4509,34 \text{ N}(0,04 \text{ m}) - M_{a-a} = 0$$

jika $x = 0,04$, maka $M_{a-a} = - 1808,36 \text{ Nm}$

Potongan b - b



$$\uparrow \Sigma F_x = 0$$

$$-F_{Ax} + F_{BT} + V_{b-b} = 0$$

$$V_{b-b} = -4509,34 \text{ N} + 2104,96 \text{ N}$$

$$= -2404,17 \text{ N}$$

$$\curvearrowleft \Sigma M_a = 0$$

$$-F_{Ax}(0,04 + x) + F_{BT}(x) - M_{b-b} = 0$$

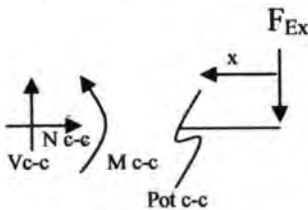
$$\text{untuk } 0 \leq x \leq 0,075$$

$$-4509,34 \text{ N}(0,04 \text{ m} + 0,19 \text{ m}) + 2104,96 \text{ N}$$

$$(0,19 \text{ m}) - M_{b-b} = 0$$

jika $x = 0,19$, maka $M_{b-b} = -637,15 \text{ N.m}$

Potongan c-c



$$\uparrow \Sigma F_x = 0$$

$$-F_{Ex} + V_{c-c} = 0$$

$$-2572,57 \text{ N} + V_{c-c} = 0$$

$$V_{c-c} = 2572,57 \text{ N}$$

$$\curvearrowleft \Sigma M_a = 0$$

$$-M_{c-c} + F_{Exc}(x) = 0$$

$$\text{untuk } 0 \leq x \leq 0,23$$

$$-M_{c-c} + 2572,57 \text{ N} (0,23 \text{ m}) = 0$$

Jika $x = 0,23$ maka $M_{c-c} = 591,69 \text{ N.m}$

Diagram V dan M

Diagram V

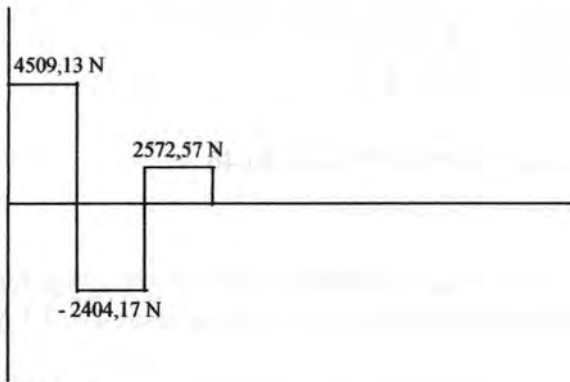
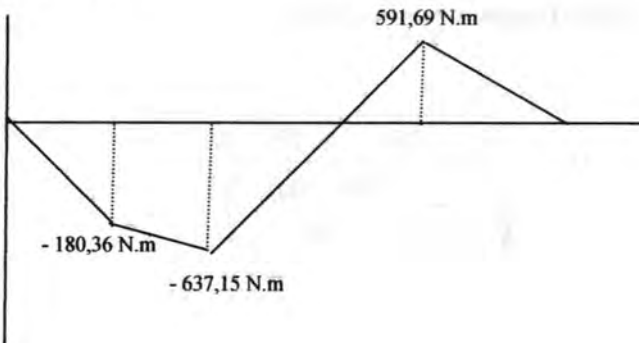


Diagram M



4.2.4. Momen Bending Pada Poros Pulley

Dari diagram diatas momen bending terbesar pada titik

$$M_b = \sqrt{(Mbx^2) + (Mby^2)}$$

$$M_{a-a} = \sqrt{(-180,36^2) + (148,77^2)}$$

$$M_{a-a} = 233,806 \text{ N.m}$$

$$M_{b-b} = \sqrt{(-2404,17^2) + (369,48^2)}$$

$$M_{b-b} = 2432,4 \text{ N.m}$$

$$M_{c-c} = \sqrt{(591,69^2) + (720,46^2)}$$

$$M_{c-c} = 932,28 \text{ N.m}$$

Dari perhitungan didapatkan momen bending terbesar terdapat dapat potongan c-c yaitu sebesar 420,13 N.m.

Bahan poros dipilih adalah Carbon Steel AISI 9255 dengan Yeild Strength sebesar 287000 psi

Maka diameter poros adalah:

$$D \geq \sqrt[6]{\frac{16^2 Mb^2 + 16^2 Mt^2}{\pi^2 \left(\frac{Ks \cdot Syp}{N} \right)^2}}$$

$$D \geq \sqrt{\frac{16^2 \cdot 2434,4^2 + 16^2 \cdot 131,56^2}{\pi^2 \left(\frac{0,7 \cdot 287000}{4} \right)^2}}$$

$$D \geq 0,035 \text{ m} = 35 \text{ mm}$$

4.3. Perhitungan Bantalan

Dari tabel Tentang pemilihan Bearing dipilih Bearing jenis Gelinding (ball bearing – single row – deep groove) dengan data-data sebagai berikut :

$$d = 1,5478 \text{ in}$$

$$D = 3,1496 \text{ in}$$

$$C = 5040 \text{ lb}$$

Data lain sebagai pendukung :

$$V = 1 \text{ (ring dalam yang berputar)}$$

$$b = 3 \text{ (untuk bantalan gelinding)}$$

Dari perhitungan sebelumnya didapat gaya yang bekerja pada bantalan

Untuk bantalan 1 :

$$FBx = 7488,44 \text{ N} = 1683,47 \text{ lb}$$

$$FBy = 2874,83 \text{ N} = 646,28 \text{ lb}$$

$$n_p = 135,83 \text{ rpm}$$

Sehingga :

$$Ft_1 = \sqrt{FBx^2 + FBy^2}$$

$$Ft_1 = \sqrt{(1683,47^2) + (646,28^2)}$$

$$Ft_1 = 1803,26 \text{ lb}$$

$$P = V \cdot Ft_1$$

$$P = 1 \cdot 1803,26 \text{ lb}$$

$$P = 1803,26 \text{ lb}$$

Umur Bantalan 1 adalah

$$L_{10h} = \left(\frac{C}{P_1} \right)^b \times \frac{10^6}{60.n}$$

$$L_{10h} = \left(\frac{9050}{1803,26} \right)^3 \times \frac{10^6}{60.135,834}$$

$$L_{10h} = 15509,8 \text{ jam kerja}$$

Jadi umur bantalan 1 adalah 15509,8 jam kerja.

Untuk Bantalan 2

$$FB_x = 7488,44 \text{ N} = 1683,47 \text{ lb}$$

$$FB_y = 2874,83 \text{ N} = 646,28 \text{ lb}$$

$$n_p = 135,83 \text{ rpm}$$

Sehingga :

$$F_{t2} = \sqrt{FB_x^2 + FB_y^2}$$

$$F_{t2} = \sqrt{(1683,47^2) + (646,28^2)}$$

$$F_{t2} = 1803,26 \text{ lb}$$

$$P = V \cdot F_{t1}$$

$$P = 1 \cdot 1803,26 \text{ lb}$$

$$P = 1803,26 \text{ lb}$$

Umur Bantalan 2 adalah

$$L_{10h} = \left(\frac{C}{P_1} \right)^b \times \frac{10^6}{60.n}$$

$$L_{10h} = \left(\frac{9050}{1803,26} \right)^3 \times \frac{10^6}{60.135,834}$$

$$L_{10h} = 15509,8 \text{ jam kerja}$$

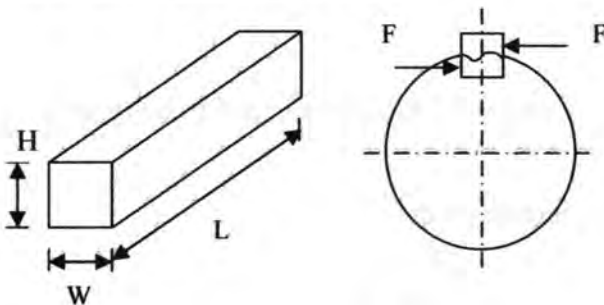


Jadi umur bantalan 2 adalah 15509,8 jam kerja.

4.4. Perhitungan Pasak

Data - data yang digunakan dalam pemilihan pasak adalah sebagai berikut :

Pemilihan Bahan Dan Dimensi Pasak



Gambar 4.6. Dimensi pasak dan gaya pada pasak

Dari data perhitungan sebelumnya diketahui :

Diameter poros = 1,574 in

Torsi pada poros = 6538,36 lb in

Dari tabel pemilihan pasak diketahui :
Perencanaan pasak datar segi empat dengan data sebagai berikut :

$$W \text{ (lebar)} = 0,375 \text{ in}$$

$$H \text{ (tinggi)} = 0,375 \text{ in}$$

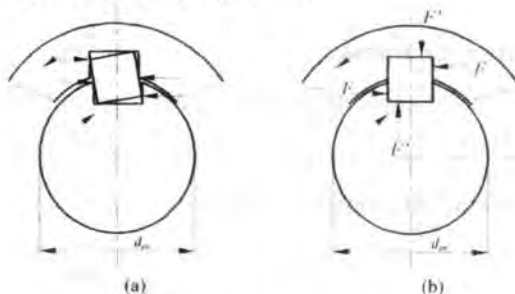
Bahan pasak dipilih Malleable iron grade 32510 dengan yield strength sebesar 32.000 *psi*

Konfersi tegangan geser (K_s) dipilih 0,7

Konfersi tegangan Kompresi (K_c) dipilih 1,2

Angka keamanan (N) dipilih 4

4.4.1. Mencari Panjang Pasak



Gambar 4.7 Kedudukan pasak terhadap poros

Tinjauan terhadap geser :

$$L \geq \frac{2T.N}{K_s.Syp.W.D}$$

$$L \geq \frac{2 \times 6538,36 \times 4}{0,7 \times 32000 \times 0,375 \times 1,5}$$

$$L \geq 0,74 \text{ in}$$

Tinjauan terhadap kompresi:

$$L \geq \frac{4.T.N}{Kc.Syp.W.L.D}$$

$$L \geq \frac{4 \times 6538,36 \times 3}{1,2 \times 32000 \times 0,375 \times 0,375 \times 1,5}$$

$$L \geq 1,73 \text{ in}$$

Maka panjang pasak minimum adalah 1,73 in

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



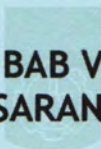
ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN



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 V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil perhitungan didapatkan data :

1. Sumber daya berasal dari Mesin Stasioner, dengan :
 - Daya = 5,5 Hp
 - Putaran = 1400 rpm
2. Bahan poros dipilih adalah Carbon Steel AISI 9255 dengan Yield Strength sebesar 287000 psi dengan $d = 40 \text{ mm}$ untuk poros pada roda depan dan bahan poros Carbon Steel AISI 9255 dengan Yield Strength sebesar 287000 psi dengan $d = 35 \text{ mm}$ untuk poros pada pulley.
3. Bantalan memakai jenis *Ball Bearing Single row Deep Groove* dengan data sebagai berikut :
 - $d = 1,5478 \text{ in}$
 - $D = 3,1496 \text{ in}$
 - $C = 5040 \text{ lb}$
4. Pasak memakai jenis *square key* (segi empat), bahan *Melleable Iron Grade 32510*.
 - W (lebar) = 0,375 in
 - H (tinggi) = 0,375 in
 - Konfersi tegangan geser (K_s) dipilih 0,7
 - Konfersi tegangan kompresi (K_c) dipilih 1,2
 - Angka keamanan (N) dipilih 4
 - Bahan pasak dipilih Malleable iron grade 32510 dengan yield strength sebesar 32.000 psi

5.2 Saran

Setelah dilakukan penghitungan, penulis sadar bahwa masih banyak data-data yang belum dihitung dalam merancang komponen alat pengangkut garam ini. Semoga dapat disempurnakan dengan lebih baik lagi 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



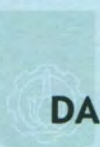
ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember



DAFTAR PUSTAKA

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 PUSTAKA

1. Deutschman, Aaron D. , Walter J Michels, Charles E Wilson. 1975. *Machine Design Theory and Practice*. New York : Macmillan Publishing Co, Inc.
2. Dobrovolsky, K Zablonsky, S. Max, A.Radchik, L. Erlikh. *Machine Element*. Moskow : Peace Publishig Co.
3. Hibbeler, R..C., 2001, *Engineering Mechanics : Dynamics* : Upper Saddle River, Prentice-Hall
4. Mott, Robert L.P.E., 2004 : *Machine Elements Design Forth Edition* : Pearson Prentice Hall.
5. Sato, G. Takeshi, 2000 : *Menggambar Mesin Menurut Standart ISO*, PT Pradnya Paramita, Jakarta.
6. Suhariyanto, 2002. *Diktat Elemen Mesin I*. Surabaya : Program Studi D3 Teknik Mesin ITS
7. Suhariyanto, Hadi, Syamsul. 2002. *Diktat Elemen Mesin II*. Surabaya : Program Studi D3 Teknik Mesin ITS
8. Sularso, Suga, Kiyokatsu. 1991. *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin 10th Edition*. Jakarta : PT. Pradnya Paramita.

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



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

LAMPIRAN 1

FAKTOR KONVERSI

TABLE. 1 Conversion Factors

Area	
1 mm ² = 1.0 × 10 ⁻⁶ m ²	1 ft ² = 144 in. ²
1 cm ² = 1.0 × 10 ⁻⁴ m ² = 0.1550 in. ²	1 in. ² = 6.4516 cm ² = 6.4516 × 10 ⁻⁴ m ²
1 m ² = 10.7639 ft ²	1 ft ² = 0.092 903 m ²
Conductivity	
1 W/m-K = 1 J/s-m-K = 0.577 789 Btu/h-ft-R	1 Btu/h-ft-R = 1.730 735 W/m-K
Density	
1 kg/m ³ = 0.06242797 lbm/ft ³	1 lbm/ft ³ = 16.018 46 kg/m ³
1 g/cm ³ = 1000 kg/m ³	
1 g/cm ³ = 1 kg/L	
Energy	
1 J = 1 N-m = 1 kg-m ² /s ²	
1 J = 0.737 562 lbf-ft	1 lbf-ft = 1.355 818 J
1 cal (Int.) = 4.1868 J	= 1.28507 × 10 ⁻³ Btu
	1 Btu (Int.) = 1.055 056 kJ
	= 778.1693 lbf-ft
1 erg = 1.0 × 10 ⁻⁷ J	
1 eV = 1.602 177 33 × 10 ⁻¹⁹ J	
Force	
1 N = 0.224809 lbf	1 lbf = 4.448 222 N
1 kp = 9.80665 N (1 kgf)	
Gravitation	
g = 9.80665 m/s ²	g = 32.17405 ft/s ²
Heat capacity, specific entropy	
1 kJ/kg-K = 0.238 846 Btu/lbm-R	1 Btu/lbm-R = 4.1868 kJ/kg-K
Heat flux (per unit area)	
1 W/m ² = 0.316 998 Btu/h-ft ²	1 Btu/h-ft ² = 3.15459 W/m ²
Heat transfer coefficient	
1 W/m ² -K = 0.176 11 Btu/h-ft ² -R	1 Btu/h-ft ² -R = 5.67826 W/m ² -K
Length	
1 mm = 0.001 m = 0.1 cm	1 ft = 12 in.
1 cm = 0.01 m = 10 mm = 0.3970 in.	1 in. = 2.54 cm = 0.0254 m
1 m = 3.28084 ft = 39.370 in.	1 ft = 0.3048 m
1 km = 0.621 371 mi	1 mi = 1.609344 km
1 mi = 1609.3 m (US statute)	1 yd = 0.9144 m

FAKTOR KONVERSI (sambungan)

TABLE (Continued) Conversion Factors	
Specific kinetic energy (V²)	
$1 \text{ m}^2/\text{s}^2 = 0.001 \text{ kJ/kg}$ $1 \text{ kJ/kg} = 1000 \text{ m}^2/\text{s}^2$	$1 \text{ ft}^2/\text{s}^2 = 3.9941 \times 10^{-5} \text{ Btu/lbm}$ $1 \text{ Btu/lbm} = 25037 \text{ ft}^2/\text{s}^2$
Specific potential energy (Zg)	
$1 \text{ m} \cdot \text{g}_{\text{ave}} = 9.80665 \times 10^{-3} \text{ kJ/kg}$ $= 4.21607 \times 10^{-3} \text{ Btu/lbm}$	$1 \text{ ft} \cdot \text{g}_{\text{ave}} = 1.0 \text{ lbf} \cdot \text{ft}/\text{lbm}$ $= 0.001285 \text{ Btu/lbm}$ $= 0.002989 \text{ kJ/kg}$
Specific volume	
$1 \text{ cm}^3/\text{g} = 0.001 \text{ m}^3/\text{kg}$ $1 \text{ cm}^3/\text{g} = 1 \text{ L/kg}$ $1 \text{ m}^3/\text{kg} = 16.01846 \text{ ft}^3/\text{lbm}$	$1 \text{ ft}^3/\text{lbm} = 0.062428 \text{ m}^3/\text{kg}$
Temperature	
$1 \text{ K} = 1 \text{ }^\circ\text{C} = 1.8 \text{ R} = 1.8 \text{ F}$ $\text{TC} = \text{TK} - 273.15$ $= (\text{TF} - 32)/1.8$ $\text{TK} = \text{TR}/1.8$	$1 \text{ R} = (5/9) \text{ K}$ $\text{TF} = \text{TR} - 459.67$ $= 1.8 \text{ TC} + 32$ $\text{TR} = 1.8 \text{ TK}$
Universal Gas Constant	
$\text{R} = N_0 k = 8.31451 \text{ kJ/kmol} \cdot \text{K}$ $= 1.98589 \text{ kcal/kmol} \cdot \text{K}$ $= 82.0578 \text{ atm} \cdot \text{L/kmol} \cdot \text{K}$	$\text{R} = 1.98589 \text{ Btu/lbmol} \cdot \text{R}$ $= 1545.36 \text{ lbf} \cdot \text{ft}/\text{lbmol} \cdot \text{R}$ $= 0.73024 \text{ atm} \cdot \text{ft}^3/\text{lbmol} \cdot \text{R}$ $= 10.7317 \text{ (lbf/in.}^2\text{)} \cdot \text{ft}^3/\text{lbmol} \cdot \text{R}$
Velocity	
$1 \text{ m/s} = 3.6 \text{ km/h}$ $= 3.28084 \text{ ft/s}$ $= 2.23694 \text{ mi/h}$ $1 \text{ km/h} = 0.27778 \text{ m/s}$ $= 0.91134 \text{ ft/s}$ $= 0.62137 \text{ mi/h}$	$1 \text{ ft/s} = 0.681818 \text{ mi/h}$ $= 0.3048 \text{ m/s}$ $= 1.09728 \text{ km/h}$ $1 \text{ mi/h} = 1.46667 \text{ ft/s}$ $= 0.44704 \text{ m/s}$ $= 1.609344 \text{ km/h}$
Volume	
$1 \text{ m}^3 = 35.3147 \text{ ft}^3$ $1 \text{ L} = 1 \text{ dm}^3 = 0.001 \text{ m}^3$ $1 \text{ Gal (US)} = 3.785412 \text{ L}$ $= 3.785412 \times 10^{-3} \text{ m}^3$	$1 \text{ ft}^3 = 2.831685 \times 10^{-2} \text{ m}^3$ $1 \text{ in.}^3 = 1.6387 \times 10^{-5} \text{ m}^3$ $1 \text{ Gal (UK)} = 4.546090 \text{ L}$ $1 \text{ Gal (US)} = 231.00 \text{ in.}^3$

FAKTOR KONVERSI (sambungan)

TABLE (Continued) Conversion Factors			
Mass			
1 kg	= 2.204 623 lbm	1 lbm	= 0.453 592 kg
1 tonne	= 1000 kg	1 slug	= 14.5939 kg
1 grain	= 6.47989×10^{-5} kg	1 ton	= 2000 lbm
Moment (torque)			
1 N-m	= 0.737 562 lbf-ft	1 lbf-ft	= 1.355 818 N-m
Momentum (mV)			
1 kg-m/s	= 7.232 94 lbm-ft/s	1 lbm-ft/s	= 0.138 256 kg-m/s
	= 0.224809 lbf-s		
Power			
1 W	= 1 J/s = 1 N-m/s	1 lbf-ft/s	= 1.355 818 W
	= 0.737 562 lbf-ft/s	= 4.626 24 Btu/h	
1 kW	= 3412.14 Btu/h	1 Btu/s	= 1.055 056 kW
1 hp (metric)	= 0.735 499 kW	1 hp (UK)	= 0.7457 kW
		= 550 lbf-ft/s	
		= 2544.43 Btu/h	
1 ton of refrigeration	= 3.516 85 kW	1 ton of refrigeration	= 12 000 Btu/h
Pressure			
1 Pa	= 1 N/m ² = 1 kg/m-s ²	1 lbf/in. ²	= 6.894 757 kPa
1 bar	= 1.0×10^5 Pa = 100 kPa	1 atm	= 14.695 94 lbf/in. ²
1 atm	= 101.325 kPa		= 29.921 in. Hg [32 F]
	= 1.01325 bar		= 33.899 5 ft H ₂ O [4°C]
	= 760 mm Hg [0°C]		
	= 10.332 56 m H ₂ O [4°C]	1 bar	= 0.986 923 bar
1 torr	= 1 mm Hg [0°C]	1 in. Hg [0°C]	= 0.49115 lbf/in. ²
1 m m Hg [0°C]	= 0.133 322 kPa	1 in. H ₂ O [4°C]	= 0.036126 lbf/in. ²
1 m H ₂ O [4°C]	= 9.806 38 kPa		
Specific energy			
1 kJ/kg	= 0.42992 Btu/lbm	1 Btu/lbm	= 2.326 kJ/kg
	= 334.55 lbf-ft/lbm	1 lbf-ft/lbm	= 2.98907×10^{-3} kJ/kg
			= 1.28507×10^{-3} Btu/lbm

LAMPIRAN 2

FAKTOR KONVERSI 2 (SAMBUNGAN)

TABLE A-1
Customary units and their SI equivalents (Cont.)

Quantity	Customary units					
	Metric		British		SI units	
	Unit symbol	Conversion factor	Unit symbol	Conversion factor	Unit name	Unit symbol
Volume (liquids)	l	10^{-3}	qt	0.9464×10^{-3}	cubic meter	m^3
			gal	3.785	liter	l
Volume (solids)			ft ³	0.0283	cubic meter	m^3
			in ³	16.39×10^{-6}		m^3
				1.0551×10^3	joule	J
Work	kcal	4.1868×10^3	Btu	1.0551		J
	kgf m	9.80665	ft lbf	1.35		J

TABLE A-2
Decimal multiples and submultiples of SI units with SI prefixes

Factor	Prefix	Symbol
0.000 000 000 000 000 001 = 10^{-18}	atto	a
0.000 000 000 000 001 = 10^{-15}	femto	f
0.000 000 000 001 = 10^{-12}	pico	p
0.000 000 001 = 10^{-9}	nano	n
0.000 001 = 10^{-6}	micro	μ
0.001 = 10^{-3}	milli	m
0.01 = 10^{-2}	centi	c
0.1 = 10^{-1}	deci	d
10 = 10^1	deca	da
100 = 10^2	hecto	h
1 000 = 10^3	kilo	k
1 000 000 = 10^6	mega	M
1 000 000 000 = 10^9	giga	G
1 000 000 000 000 = 10^{12}	tera	T

TABLE A-3
Units decimally related to SI units

Quantity	Unit name	Symbol	Definition
Area	hectare	ha	1 ha = $10^4 m^2$
Dynamic viscosity	poise	P	1 P = $10^{-1} \text{ kg/m s} = 10^{-1} \text{ N s/m}^2 = 10^{-1} \text{ Pa s}$
	erg	erg	1 erg = 10^{-7} J
Force	dyne	dyn	1 dyn = 10^{-5} N
Kinematic viscosity	stokes	St	1 St = $10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$
	angstrom	\AA	1 \AA = 10^{-10} m
Mass	tonne (ton)	t	1 t = 10^3 kg
Pressure	bar	bar	1 bar = $10^5 \text{ N/m}^2 = 10^5 \text{ Pa}$
Volume	liter	liter	1 l = 10^{-3} m^3

LAMPIRAN 3

MASSA JENIS BAHAN

TABLE A.3 Properties of Selected Solids at 25° C		
Substance	ρ kg/m ³	C_p kJ/kg-K
Asphalt	2120	0.92
Brick, common	1500	0.84
Carbon, diamond	3350	0.51
Carbon, graphite	2000-2500	0.61
Coal	1200-1500	1.26
Concrete	2200	0.88
Glass, plate	2500	0.80
Glass, wool	200	0.66
Granite	2750	0.89
Ice (0 C)	917	2.04
Paper	700	1.2
Plexiglas	1180	1.44
Polystyrene	920	2.3
Polyvinyl chloride	1380	0.96
Rubber, soft	1100	1.67
Salt, rock	2100-2500	0.92
Sand, dry	1500	0.8
Silicon	2330	0.70
Snow, firm	360	2.1
Wood, hard (oak)	720	1.26
Wood, soft (pine)	510	1.38
Wool	100	1.72
Metals		
Aluminum	2700	0.90
Copper, commercial	8300	0.42
Brass, 60-40	8400	0.38
Gold	19300	0.13
Iron, cast	7272	0.42
Iron, 304 St Steel	7820	0.46
Lead	1340	0.13
Magnesium, 2% Mn	1778	1.00
Nickel, 10% Cr	8666	0.44
Silver, 99.9% Ag	10524	0.24
Sodium	971	1.21
Tin	7304	0.22
Tungsten	19300	0.13
Zinc	7144	0.39

LAMPIRAN 4

A-6

Appendices

APPENDIX 3 DESIGN PROPERTIES OF CARBON AND ALLOY STEELS

Material designation (AISI number)	Condition	Tensile strength		Yield strength		Ductility (percent elongation in 2 inches)	Brinell hardness (HB)
		(ksi)	(MPa)	(ksi)	(MPa)		
1020	Hot-rolled	55	379	30	207	25	111
1020	Cold-drawn	61	420	51	352	15	122
1020	Annealed	60	414	43	296	38	121
1040	Hot-rolled	72	496	42	290	18	144
1040	Cold-drawn	80	552	71	490	12	160
1040	OQT 1300	88	607	61	421	33	183
1040	OQT 400	113	779	87	600	19	262
1050	Hot-rolled	90	620	49	338	15	180
1050	Cold-drawn	100	690	84	579	10	200
1050	OQT 1300	96	662	61	421	30	192
1050	OQT 400	143	986	110	758	10	321
1117	Hot-rolled	62	427	34	234	33	124
1117	Cold-drawn	69	476	51	352	20	138
1117	WQT 350	89	614	50	345	22	178
1137	Hot-rolled	88	607	48	331	15	176
1137	Cold-drawn	98	676	82	565	10	196
1137	OQT 1300	87	600	60	414	28	174
1137	OQT 400	157	1083	136	938	5	352
1144	Hot-rolled	94	648	51	352	15	188
1144	Cold-drawn	100	690	90	621	10	200
1144	OQT 1300	96	662	68	469	25	200
1144	OQT 400	127	876	91	627	16	277
1213	Hot-rolled	55	379	33	228	25	110
1213	Cold-drawn	75	517	58	340	10	150
12L13	Hot-rolled	57	393	34	234	22	114
12L13	Cold-drawn	70	483	60	414	10	140
1340	Annealed	102	703	63	434	26	207
1340	OQT 1300	100	690	75	517	25	235
1340	OQT 1000	144	993	132	910	17	363
1340	OQT 700	221	1520	197	1360	10	444
1340	OQT 400	285	1960	234	1610	8	578
3140	Annealed	95	655	67	462	25	187
3140	OQT 1300	115	792	94	648	23	233
3140	OQT 1000	152	1050	133	920	17	311
3140	OQT 700	220	1520	200	1380	13	461
3140	OQT 400	280	1930	248	1710	11	555
4130	Annealed	81	558	52	359	28	156
4130	WQT 1300	98	676	89	614	28	202
4130	WQT 1000	143	986	132	910	16	302
4130	WQT 700	208	1430	180	1240	13	415
4130	WQT 400	234	1610	197	1360	12	461
4140	Annealed	95	655	60	414	26	197
4140	OQT 1300	117	807	100	690	23	235
4140	OQT 1000	168	1160	152	1050	17	341
4140	OQT 700	231	1590	212	1460	13	461
4140	OQT 400	290	2000	251	1730	11	578

Material designation (AISI number)	Condition	Tensile strength		Yield strength		Ductility (percent elongation in 2 inches)	Brinell hardness (HB)
		(ksi)	(MPa)	(ksi)	(MPa)		
4150	Annealed	106	731	55	379	20	197
4150	OQT 1300	127	880	116	800	20	262
4150	OQT 1000	197	1360	181	1250	11	401
4150	OQT 700	247	1700	229	1580	10	495
4150	OQT 400	300	2070	248	1710	10	578
4340	Annealed	108	745	68	469	22	217
4340	OQT 1300	140	965	120	827	23	280
4340	OQT 1000	171	1180	158	1090	16	363
4340	OQT 700	230	1590	206	1420	12	461
4340	OQT 400	283	1950	228	1570	11	555
5140	Annealed	83	572	42	290	29	167
5140	OQT 1300	104	717	83	572	27	207
5140	OQT 1000	145	1000	130	896	18	302
5140	OQT 700	220	1520	200	1380	11	429
5140	OQT 400	276	1900	226	1560	7	534
5150	Annealed	98	676	52	359	22	197
5150	OQT 1300	116	800	102	700	22	241
5150	OQT 1000	160	1100	149	1030	15	321
5150	OQT 700	240	1650	220	1520	10	461
5150	OQT 400	312	2150	250	1720	8	601
5160	Annealed	105	724	40	276	17	197
5160	OQT 1300	115	793	100	690	23	229
5160	OQT 1000	170	1170	151	1040	14	341
5160	OQT 700	263	1810	237	1630	9	514
5160	OQT 400	322	2220	260	1790	4	627
6150	Annealed	96	662	59	407	23	197
6150	OQT 1300	118	814	107	738	21	241
6150	OQT 1000	183	1260	173	1190	12	375
6150	OQT 700	247	1700	223	1540	10	495
6150	OQT 400	315	2170	270	1860	7	601
8650	Annealed	104	717	56	386	22	212
8650	OQT 1300	122	841	113	779	21	255
8650	OQT 1000	176	1210	155	1070	14	363
8650	OQT 700	240	1650	222	1530	12	495
8650	OQT 400	282	1940	250	1720	11	555
8740	Annealed	100	690	60	414	22	201
8740	OQT 1300	119	820	100	690	25	241
8740	OQT 1000	175	1210	167	1150	15	363
8740	OQT 700	228	1570	212	1460	12	461
8740	OQT 400	290	2000	240	1650	10	578
9255	Annealed	113	780	71	490	22	229
9255	Q&T 1300	130	896	102	703	21	262
9255	Q&T 1000	181	1250	160	1100	14	352
9255	Q&T 700	260	1790	240	1650	5	534
9255	Q&T 400	310	2140	287	1980	2	601

Note: Properties common to all carbon and alloy steels:

Poisson's ratio: 0.27

Shear modulus: 11.5×10^6 psi; 80 GPa

Coefficient of thermal expansion: 6.5×10^{-6} in/in-°F

Density: 0.283 lb/in³; 7680 kg/m³

Modulus of elasticity: 30×10^6 psi; 207 GPa

LAMPIRAN 5

A-14

Appendices

APPENDIX B DESIGN PROPERTIES OF CAST IRON

Material designation (ASTM number)	Grade	Tensile strength		Yield strength		Ductility (percent elongation in 2 inches)	Modulus of elasticity	
		(ksi)	(MPa)	(ksi)	(MPa)		(10 ⁶ psi)	(GPa)
Gray iron								
A48-94a	20	20	138			<1	12	83
	25	25	172			<1	13	90
	30	30	207			<1	15	103
	40	40	276			<1	17	117
	50	50	345			<1	19	131
	60	60	414			<1	20	138
Malleable iron								
A47-99	32510	50	345	32	221	10	25	172
	35018	53	365	35	241	18	25	172
A220-99	40010	60	414	40	276	10	26	179
	45006	65	448	45	310	6	26	179
	50005	70	483	50	345	5	26	179
	70003	85	586	70	483	3	26	179
	90001	105	724	90	621	1	26	179
Ductile iron								
A536-84	60-40-18	60	414	40	276	18	22	152
	80-55-06	80	552	55	379	6	22	152
	100-70-03	100	689	70	483	3	22	152
	120-90-02	120	827	90	621	2	22	152
Austempered ductile iron								
ASTM 897-90	1	125	850	80	550	10	22	152
	2	150	1050	100	700	7	22	152
	3	175	1200	125	850	4	22	152
	4	200	1400	155	1100	1	22	152
	5	230	1600	185	1300	<1	22	152

Notes: Strength values are typical. Casting variables and section size affect final values. Modulus of elasticity may also vary. Density of cast irons ranges from 0.25 to 0.27 lb/in³ (6920 to 7480 kg/m³). Compressive strength ranges 3 to 5 times higher than tensile strength.

LAMPIRAN 6

Table A-1 Mechanical Properties of Some Cast Ferrous Materials

Identification Number or Specification	Modulus of Elast. in Tension, psi	Tensile Strength, ksi	Yield Strength, ksi	Elongation in 2 in., %	Hardness BHN	Endurance Limit, ksi	Modulus of Elast. in Compression, psi	Compressive Strength, ksi	Shear Strength, ksi	Impact Strength (Charpy), ft.lb
Gray Cast Irons										
ASTM, Class 20	12 x 10 ⁶	20	—	—	160	10	—	95	32	55
ASTM, Class 25	13 x 10 ⁶	25	—	—	165	12.5	—	100	37	55
ASTM, Class 30	15 x 10 ⁶	30	—	—	195	14.5	—	115	44	60
ASTM, Class 40	17 x 10 ⁶	40	—	—	220	19	—	143	57	70
ASTM, Class 50	19 x 10 ⁶	50	—	—	238	22	—	150	65	80
ASTM, Class 60	20 x 10 ⁶	60	—	—	260	24	—	170	72	115
Malleable Cast Irons										
32510 (ASTM A47)	25 x 10 ⁶	50	32.5	10	133	28	25 x 10 ⁶	208	47	16.5
3501R (ASTM A47)	25 x 10 ⁶	53	35	18	133	31	25 x 10 ⁶	220	51	16.5
45010 (ASTM A220)	26 x 10 ⁶	65	45	10	185	32	23.2 x 10 ⁶	242	49	14
50007 (ASTM A220)	26.5 x 10 ⁶	75	50	7	204	37	23.2 x 10 ⁶	242	75	14
60063 (ASTM A220)	27 x 10 ⁶	80	60	3	226	39	23.2 x 10 ⁶	242	80	14
80002 (ASTM A220)	27 x 10 ⁶	100	80	2	255	40	23.2 x 10 ⁶	242	100	14
Nodular or Ductile Cast Irons										
60-40-18 (ASTM) or 60-45-12 (A536)	23.5 x 10 ⁶	70	52.5	10-25	178	35	—	140	—	—
80-55-06 (")	23.5 x 10 ⁶	100	67.5	3-10	217	50	—	200	—	—
100-70-03* (")	23.5 x 10 ⁶	110	72.5	6-10	257	55	—	220	—	—
120-90-02* (")	23.5 x 10 ⁶	135	108	2-7	283	63	—	270	—	—
Heat Resistant	18.5 x 10 ⁶	73	40	7-40	170	37	—	146	—	—

SOURCE: Compiled from 1973 *Metals Handbook*, Reinhold Publishing Co., New York; *Tool Engineers' Handbook*, 2nd. ed., McGraw-Hill Book Co., New York, and *ASM's Handbook—Metal Properties*, McGraw-Hill Book Co., New York.

* Obtained by heat treatment involving normalizing or quenching and tempering.

† Below R_T total all content.

‡ Normalized and tempered.

§ Quenched and tempered.

¶ Annealed.

‡ Nonferrous.

* Wear resistant.

† Corrosion resistant.

‡ Heat and corrosion resistant.

§ 3000F, wear quenched.

Table A-1 (continued)

Identification Number or Specification	Modulus of Elasti. in Tension, psi	Tensile Strength, ksi	Yield Strength, ksi	Elongation in 2 In., %	Hardness BHN	Endurance Limit, ksi	Modulus of Elasti. in Compression, ksi	Compressive Strength, ksi	Shear Strength, ksi	Impact Strength (Charpy), ft-lb
Cast Alloy Steels^a										
Class 65,000	30 X 10 ⁶	68 ^c	38	32	137	32	—	—	—	60
Class 80,000	30 X 10 ⁶	86 ^c	54	24	170	39	—	—	—	48
Class 105,000	30 X 10 ⁶	110 ^c	91	21	217	53	—	—	—	58
Class 150,000	30 X 10 ⁶	158 ^d	142	13	311	74	—	—	—	30
Class 200,000	30 X 10 ⁶	205 ^d	170	8	401	88	—	—	—	14
Cast Carbon Steels										
Class 60,000 ^e	30 X 10 ⁶	63	35	30	131	30	—	—	—	12
Class 70,000 ^f	30 X 10 ⁶	75	42	27	143	35	—	—	—	30
Class 85,000 ^g	30 X 10 ⁶	90	55	20	179	39	—	—	—	26
Class 100,000 ^h	30 X 10 ⁶	105	75	19	212	45	—	—	—	40
Alloy Cast Irons										
Ni-Hard Type 2 ^a	25 X 10 ⁶	60	—	—	575	—	—	—	—	38
Duriron ^b	23 X 10 ⁶	16	—	—	520	—	—	—	—	3
Ni-Resist Type 1 ^c	16 X 10 ⁶	27	—	—	150	—	—	—	—	60
Cast Stainless Steels										
CB-30 ^e	29 X 10 ⁶	95	60	15	195	—	—	—	—	70
CF-8M ^f	28 X 10 ⁶	80	42	50	163	—	—	—	—	75
CF-20 ^g	28 X 10 ⁶	77	36	50	163	—	—	—	—	75
CN-7M ^h	24 X 10 ⁶	69	32	48	130	—	—	—	—	70

LAMPIRAN 7

A-14

Appendices

APPENDIX 8 DESIGN PROPERTIES OF CAST IRON

Material designation (ASTM number)	Grade	Tensile strength		Yield strength		Ductility (percent elongation in 2 inches)	Modulus of elasticity	
		(ksi)	(MPa)	(ksi)	(MPa)		(10 ⁶ psi)	(GPa)
Gray iron								
A48-94a	20	20	138			<1	12	83
	25	25	172			<1	13	90
	30	30	207			<1	15	103
	40	40	276			<1	17	117
	50	50	345			<1	19	131
	60	60	414			<1	20	138
Malleable iron								
A47-99	32510	50	345	32	221	10	25	172
	35018	53	365	35	241	18	25	172
A220-99	40010	60	414	40	276	10	26	179
	45006	65	448	45	310	6	26	179
	50005	70	483	50	345	5	26	179
	70003	85	586	70	483	3	26	179
	90001	105	724	90	621	1	26	179
Ductile iron								
A536-84	60-40-18	60	414	40	276	18	22	152
	80-55-06	80	552	55	379	6	22	152
	100-70-03	100	689	70	483	3	22	152
	120-90-02	120	827	90	621	2	22	152
Austempered ductile iron								
ASTM 897-90	1	125	850	80	550	10	22	152
	2	150	1050	100	700	7	22	152
	3	175	1200	125	850	4	22	152
	4	200	1400	155	1100	1	22	152
	5	230	1600	185	1300	<1	22	152

Notes: Strength values are typical. Casting variables and section size affect final values. Modulus of elasticity may also vary. Density of cast irons ranges from 0.25 to 0.27 lb/in³ (6920 to 7480 kg/m³). Compressive strength ranges 3 to 5 times higher than tensile strength.

LAMPIRAN 8

Appendices

A-17

APPENDIX 12 PROPERTIES OF BRONZES

Material	UNS number designation	Tensile strength		Yield strength		Ductility (percent elongation in 2 inches)	Modulus of elasticity	
		(ksi)	(MPa)	(ksi)	(MPa)		(10 ⁶ psi)	(GPa)
Leaded phosphor bronze	C54400	68	469	57	393	20	15	103
Silicon bronze	C65500	58	400	22	152	60	15	103
Manganese bronze	C67500	65	448	30	207	33	15	103
	C86200	95	655	48	331	20	15	103
Bearing bronze	C93200	35	241	18	124	20	14.5	100
Aluminum bronze	C95400	85	586	35	241	18	15.5	107
Copper-nickel alloy	C96200	45	310	25	172	20	18	124
Copper-nickel-zinc alloy (also called nickel silver)	C97300	35	241	17	117	20	16	110

APPENDIX 13 TYPICAL PROPERTIES OF SELECTED PLASTICS

Material	Type	Tensile strength		Tensile modulus		Flexural strength		Flexural modulus		Impact strength (ZOD (ft-lb/in of notch)
		(ksi)	(MPa)	(ksi)	(MPa)	(ksi)	(MPa)	(ksi)	(MPa)	
Nylon	66 Dry	12.0	83	420	2900			410	2830	1.0
	66 50% R.H.	11.2	77					175	1210	2.1
ABS	Medium-impact	6.0	41	360	2480	11.5	79	310	2140	4.0
	High-impact	5.0	34	250	1720	8.0	55	260	1790	7.0
Polycarbonate	General-purpose	9.0	62	340	2340	11.0	76	300	2070	12.0
Acrylic	Standard	10.5	72	430	2960	16.0	110	460	3170	0.4
	High-impact	5.4	37	220	1520	7.0	48	230	1590	1.2
PVC	Rigid	6.0	41	350	2410			300	2070	0.4-20.0 (varies widely)
Polyimide	25% graphite powder filler	5.7	39			12.8	88	900	6210	0.25
	Glass-fiber filler	27.0	186			50.0	345	3250	22 400	17.0
	Laminate	50.0	345			70.0	483	4000	27 580	13.0
Acetal	Copolymer	8.0	55	410	2830	13.0	90	375	2590	1.3
Polyurethane	Elastomer	5.0	34	100	690	0.6	4			No break
Phenolic	General	6.5	45	1100	7580	9.0	62	1100	7580	0.3
Polyester with glass-fiber mat reinforcement (approx. 30% glass by weight)										
	Lay-up, contact mold	9.0	62			16.0	110	800	5520	
	Cold press molded	12.0	83			22.0	152	1300	8960	
	Compression molded	25.0	172			10.0	69	1300	8960	

LAMPIRAN 9

TABEL TEGANGAN IJIN

Table 10-3 Safe Static Stresses for Use in The Lewis Equation

Material	S_u , psi	BFN
Gray cast iron		
ASTM 25	8,000	174
ASTM 35	12,000	212
ASTM 50	15,000	223
Cast steel (low carbon)		
0.20% C not heat treated	20,000	180
0.20% C WQT	25,000	250
Forged carbon steel		
SAE 1020 case hardened and WQT	18,000	156
SAE 1030 not heat treated	20,000	180
SAE 1035 not heat treated	23,000	190
SAE 1040 not heat treated	25,000	202
SAE 1045 not heat treated	30,000	215
SAE 1045 hardened by WQT	32,000	205
SAE 1050 hardened by OQT	35,000	223
Alloy Steels		
SAE 2320 case hardened and WQT	50,000	225
SAE 2345 hardened by OQT	50,000	475
SAE 3115 case hardened and OQT	37,000	212
SAE 3145 hardened by OQT	53,000	475
SAE 3245 hardened by OQT	65,000	475
SAE 4340 hardened by OQT	65,000	475
SAE 4640 hardened by OQT	55,000	475
SAE 6145 hardened by OQT	67,500	475
Copper base materials		
SAE 43 (ASTM B147-52, 8A) (manganese bronze)	20,000	100
SAE 62 (ASTM B143-52, 1A) (gun metal)	10,000	80
SAE 65 (ASTM B144-52, 3C) (phosphor bronze)	12,000	100
SAE 68 (ASTM B148-52, 98) (aluminum bronze, heat treated)	22,000	180
Nonmetals		
Bakelite, Micarta, Celcon	5,000	

LAMPIRAN 10

A-34

Appendices

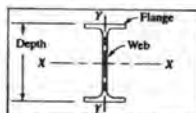


TABLE A16-4 Properties of American Standard steel beams, S-shapes*

Designation	Area (in ²)	Depth (in)	Web thickness (in)	Flange		Axis X-X		Axis Y-Y	
				Width (in)	Average thickness (in)	<i>I</i> (in ⁴)	<i>S</i> (in ³)	<i>I</i> (in ⁴)	<i>S</i> (in ³)
S24 × 90	26.5	24.00	0.625	7.125	0.870	2250	187	44.9	12.6
S20 × 96	28.2	20.30	0.800	7.200	0.920	1670	165	50.2	13.9
S20 × 75	22.0	20.00	0.635	6.385	0.795	1280	128	29.8	9.32
S20 × 66	19.4	20.00	0.505	6.255	0.795	1190	119	27.7	8.85
S18 × 70	20.6	18.00	0.711	6.251	0.691	926	103	24.1	7.72
S15 × 50	14.7	15.00	0.550	5.640	0.622	486	64.8	15.7	5.57
S12 × 50	14.7	12.00	0.687	5.477	0.659	305	50.8	15.7	5.74
S12 × 35	10.3	12.00	0.428	5.078	0.544	229	38.2	9.87	3.89
S10 × 35	10.3	10.00	0.594	4.944	0.491	147	29.4	8.36	3.38
S10 × 25.4	7.46	10.00	0.311	4.661	0.491	124	24.7	6.79	2.91
S8 × 23	6.77	8.00	0.441	4.171	0.426	64.9	16.2	4.31	2.07
S8 × 18.4	5.41	8.00	0.271	4.001	0.426	57.6	14.4	3.73	1.86
S7 × 20	5.88	7.00	0.450	3.860	0.392	42.4	12.1	3.17	1.64
S6 × 12.5	3.67	6.00	0.232	3.332	0.359	22.1	7.37	1.82	1.09
S5 × 10	2.94	5.00	0.214	3.004	0.326	12.3	4.92	1.22	0.809
S4 × 7.7	2.26	4.00	0.193	2.663	0.293	6.08	3.04	0.764	0.574
S3 × 5.7	1.67	3.00	0.170	2.330	0.260	2.52	1.68	0.455	0.390

*Data are taken from a variety of sources. Sizes listed represent a small sample of the sizes available.

Notes: Example designation: S10 × 35

10 = nominal depth (in); 35 = weight per unit length (lb/ft)

I = moment of inertia; *S* = section modulus.

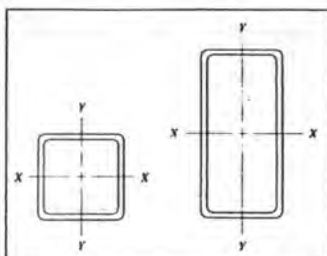


TABLE A16-5 Properties of steel structural tubing, square and rectangular*

Size	Area (in ²)	Weight per foot (lb)	Axis X-X			Axis Y-Y		
			<i>I</i> (in ⁴)	<i>S</i> (in ³)	<i>r</i> (in)	<i>I</i> (in ⁴)	<i>S</i> (in ³)	<i>r</i> (in)
8 × 8 × 1/2	14.4	48.9	131	32.9	3.03	131	32.9	3.03
8 × 8 × 1/4	7.59	25.8	75.1	18.8	3.15	75.1	18.8	3.15
8 × 4 × 1/2	10.4	35.2	75.1	18.8	2.69	24.6	12.3	1.54
8 × 4 × 1/4	5.59	19.0	45.1	11.3	2.84	15.3	7.63	1.65
8 × 2 × 1/4	4.59	15.6	30.1	7.52	2.56	3.08	3.08	0.819
6 × 6 × 1/2	10.4	35.2	50.5	16.8	2.21	50.5	16.8	2.21
6 × 6 × 1/4	5.59	19.0	30.3	10.1	2.33	30.3	10.1	2.33
6 × 4 × 1/4	4.59	15.6	22.1	7.36	2.19	11.7	5.87	1.60
6 × 2 × 1/4	3.59	12.2	13.8	4.60	1.96	2.31	2.31	0.802
4 × 4 × 1/2	6.36	21.6	12.3	6.13	1.39	12.3	6.13	1.39
4 × 4 × 1/4	3.59	12.2	8.22	4.11	1.51	8.22	4.11	1.51
4 × 2 × 1/4	2.59	8.81	4.69	2.35	1.35	1.54	1.54	0.770
3 × 3 × 1/4	2.59	8.81	3.16	2.10	1.10	3.16	2.10	1.10
3 × 2 × 1/4	2.09	7.11	2.21	1.47	1.03	1.15	1.15	0.742
2 × 2 × 1/4	1.59	5.41	0.766	0.766	0.694	0.766	0.766	0.694

*Data are taken from a variety of sources. Sizes listed represent a small sample of the sizes available.

Notes: Example size: 6 × 4 × 1/4

6 = vertical depth (in); 4 = width (in); 1/4 = wall thickness (in).

I = moment of inertia; *S* = section modulus; *r* = radius of gyration.

APPENDIX 16 STEEL STRUCTURAL SHAPES

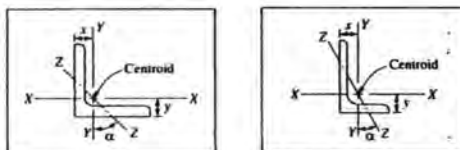


TABLE A16-1 Properties of steel angles, equal legs and unequal legs, L-shapes*

Designation	Area (in ²)	Weight per foot (lb)	Axis X-X			Axis Y-Y			Axis Z-Z	
			<i>I</i> (in ⁴)	<i>S</i> (in ³)	<i>y</i> (in)	<i>I</i> (in ⁴)	<i>S</i> (in ³)	<i>x</i> (in)	<i>r</i> (in)	<i>α</i> (deg)
L8 × 8 × 1	15.0	51.0	89.0	15.8	2.37	89.0	15.8	2.37	1.56	45.0
L8 × 8 × 1/2	7.75	26.4	48.6	8.36	2.19	48.6	8.36	2.19	1.59	45.0
L8 × 4 × 1	11.0	37.4	69.6	14.1	3.05	11.6	3.94	1.05	0.846	13.9
L8 × 4 × 1/2	5.75	19.6	38.5	7.49	2.86	6.74	2.15	0.859	0.865	14.9
L6 × 6 × 3/4	8.44	28.7	28.2	6.66	1.78	28.2	6.66	1.78	1.17	45.0
L6 × 6 × 3/8	4.36	14.9	15.4	3.53	1.64	15.4	3.53	1.64	1.19	45.0
L6 × 4 × 3/4	6.94	23.6	24.5	6.25	2.08	8.68	2.97	1.08	0.860	23.2
L6 × 4 × 3/8	3.61	12.3	13.5	3.32	1.94	4.90	1.60	0.941	0.877	24.0
L4 × 4 × 1/2	3.75	12.8	5.56	1.97	1.18	5.56	1.97	1.18	0.782	45.0
L4 × 4 × 1/4	1.94	6.6	3.04	1.05	1.09	3.04	1.05	1.09	0.795	45.0
L4 × 3 × 1/2	3.25	11.1	5.05	1.89	1.33	2.42	1.12	0.827	0.639	28.5
L4 × 3 × 1/4	1.69	5.8	2.77	1.00	1.24	1.36	0.599	0.896	0.651	29.2
L3 × 3 × 1/2	2.75	9.4	2.22	1.07	0.932	2.22	1.07	0.932	0.584	45.0
L3 × 3 × 1/4	1.44	4.9	1.24	0.577	0.842	1.24	0.577	0.842	0.592	45.0
L2 × 2 × 3/8	1.36	4.7	0.479	0.351	0.636	0.479	0.351	0.636	0.389	45.0
L2 × 2 × 1/4	0.938	3.19	0.348	0.247	0.592	0.348	0.247	0.592	0.391	45.0
L2 × 2 × 1/8	0.484	1.65	0.190	0.131	0.546	0.190	0.131	0.546	0.398	45.0

*Data are taken from a variety of sources. Sizes listed represent a small sample of the sizes available.

Notes: Example designation: L4 × 3 × 1/2

4 = length of longer leg (in); 3 = length of shorter leg (in); 1/2 = thickness of legs (in)

Z-Z is axis of minimum moment of inertia (*I*) and radius of gyration (*r*).

I = moment of inertia; *S* = section modulus; *r* = radius of gyration.

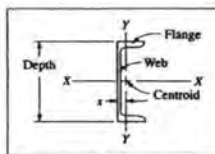


TABLE A16-2 Properties of American Standard steel channels, C-shapes*

Designation	Area (in ²)	Depth (in)	Web thickness (in)	Flange		Axis X-X		Axis Y-Y		
				Width (in)	Average thickness (in)	<i>I</i> (in ⁴)	<i>S</i> (in ³)	<i>I</i> (in ⁴)	<i>S</i> (in ³)	<i>x</i> (in)
C15 × 50	14.7	15.00	0.716	3.716	0.650	404	53.8	11.0	3.78	0.798
C15 × 40	11.8	15.00	0.520	3.520	0.650	349	46.5	9.23	3.37	0.777
C12 × 30	8.82	12.00	0.510	3.170	0.501	162	27.0	5.14	2.06	0.674
C12 × 25	7.35	12.00	0.387	3.047	0.501	144	24.1	4.47	1.88	0.674
C10 × 30	8.82	10.00	0.673	3.033	0.436	103	20.7	3.94	1.65	0.649
C10 × 20	5.88	10.00	0.379	2.739	0.436	78.9	15.8	2.81	1.32	0.606
C9 × 20	5.88	9.00	0.448	2.648	0.413	60.9	13.5	2.42	1.17	0.583
C9 × 15	4.41	9.00	0.285	2.485	0.413	51.0	11.3	1.93	1.01	0.586
C8 × 18.75	5.51	8.00	0.487	2.527	0.390	44.0	11.0	1.98	1.01	0.565
C8 × 11.5	3.38	8.00	0.220	2.260	0.390	32.6	8.14	1.32	0.781	0.571
C6 × 13	3.83	6.00	0.437	2.157	0.343	17.4	5.80	1.05	0.642	0.514
C6 × 8.2	2.40	6.00	0.200	1.920	0.343	13.1	4.38	0.693	0.492	0.511
C5 × 9	2.64	5.00	0.325	1.885	0.320	8.90	3.56	0.632	0.450	0.478
C5 × 6.7	1.97	5.00	0.190	1.750	0.320	7.49	3.00	0.479	0.378	0.484
C4 × 7.25	2.13	4.00	0.321	1.721	0.296	4.59	2.29	0.433	0.343	0.459
C4 × 5.4	1.59	4.00	0.184	1.584	0.296	3.85	1.93	0.319	0.283	0.457
C3 × 6	1.76	3.00	0.356	1.596	0.273	2.07	1.38	0.305	0.268	0.455
C3 × 4.1	1.21	3.00	0.170	1.410	0.273	1.66	1.10	0.197	0.202	0.436

*Data are taken from a variety of sources. Sizes listed represent a small sample of the sizes available.

Notes: Example designation: C15 × 50

15 = depth (in); 50 = weight per unit length (lb/ft)

I = moment of inertia; *S* = section modulus.

LAMPIRAN 11

ANGKA KEAMANAN

1. $N = 1.25 - 1.5$ for exceptionally reliable materials used under controllable conditions and subjected to loads and stresses that can be determined with certainty. Used almost invariably where low weight is a particularly important consideration.
2. $N = 1.5 - 2$ for well-known materials, under reasonably constant environmental conditions, subjected to loads and stresses that can be determined readily.
3. $N = 2 - 2.5$ for average materials operated in ordinary environments and subjected to loads and stresses that can be determined.
4. $N = 2.5 - 3$ for less tried or for brittle materials under average conditions of environment, load, and stress.
5. $N = 3 - 4$ for untried materials used under average conditions of environment, load, and stress.
6. $N = 3 - 4$ should also be used with better known materials that are to be used in uncertain environments or subjected to uncertain stresses.
7. Repeated loads: the factors established in items 1 to 6 are acceptable but must be applied to the endurance limit rather than the yield strength of the material.
8. Impact forces: the factors given in items 3 to 6 are acceptable, but an impact factor should be included.
9. Brittle materials: where the ultimate strength is used as the theoretical maximum, the factors presented in items 1 to 6 should be approximately doubled.
10. Where higher factors might appear desirable, a more thorough analysis of the problem should be undertaken before deciding upon their use.

Faktor Konversi Tegangan

- K_s (Dari Tegangan Tarik ke Tegangan Geser) = 0,6 - 0,7
- K_c (Dari Tegangan Tarik ke Tegangan Tekan) = 1,2 - 1,5
- K_b (Tegangan Bending) = 1

LAMPIRAN 12

BAHAN POROS

Identification Number or Specification	Modulus of Elasticity, psi	Tensile Strength, lb	Yield Strength, lb	Elongation in 2 in., %	Modulus of Rupture, psi	Endurance Limit, lb	Modulus of Elasticity in Compression, psi	Compressive Strength, lb	Shear Strength, lb	Impact Strength, (Charpy), ft-lb
Gray Cast Irons										
ASTM, Class 20	12 x 10 ⁶	20	—	—	160	10	—	95	32	55
ASTM, Class 25	13 x 10 ⁶	25	—	—	165	12.5	—	100	37	55
ASTM, Class 30	15 x 10 ⁶	30	—	—	195	14.5	—	115	44	60
ASTM, Class 40	17 x 10 ⁶	40	—	—	220	19	—	143	57	70
ASTM, Class 50	19 x 10 ⁶	50	—	—	238	22	—	150	65	80
ASTM, Class 60	20 x 10 ⁶	60	—	—	260	24	—	170	72	115
Malleable Cast Irons										
32510 (ASTM A47)	25 x 10 ⁶	50	32.5	10	133	28	25 x 10 ⁶	208	47	16.5
35018 (ASTM A47)	25 x 10 ⁶	53	35	18	133	31	25 x 10 ⁶	220	51	16.5
45010 (ASTM A220)	26 x 10 ⁶	65	45	10	185	32	23.2 x 10 ⁶	242	49	14
50007 (ASTM A220)	26.5 x 10 ⁶	75	50	7	204	37	23.2 x 10 ⁶	242	75	14
60001 (ASTM A220)	27 x 10 ⁶	80	60	3	226	39	23.2 x 10 ⁶	242	80	14
80002 (ASTM A220)	27 x 10 ⁶	100	80	2	255	40	23.2 x 10 ⁶	242	100	14
Nodular or Ductile Cast Irons										
60-40-13 (ASTM or 60-45-12 (A536)	23.5 x 10 ⁶	70	52.5	10-25	178	35	—	140	—	—
80-55-06 (-)	23.5 x 10 ⁶	100	67.5	3-10	217	50	—	200	—	—
100-70-03* (-)	23.5 x 10 ⁶	110	72.5	6-10	257	55	—	220	—	—
120-90-02* (-)	23.5 x 10 ⁶	135	108	2-7	283	63	—	270	—	—
Heat Resistant	18.5 x 10 ⁶	73	40	7-40	170	37	—	146	—	—

SOURCE: Compiled from 1977 Marmon Selection, Reinhold Publishing Co., New York; Tool Engineers' Handbook, 2nd. ed., McGraw-Hill Book Co., New York, and ASM's Handbook of Properties, McGraw-Hill Book Co., New York.

* Observed by heat treatment involving annealing or quenching and tempering.

† Same as total of previous.

‡ Normalized and tempered.

§ Quenched and tempered.

¶ Annealed.

‡ Micro-alloyed.

§ Wear resistant.

¶ Corrosion resistant.

‡ Heat and corrosion resistant.

§ 3000F, 7-year guaranteed.

LAMPIRAN 13

Faktor X dan Y untuk Bantalan Bola dan Roll

Factor X and Y for ball and roller bearings									
Contact angle α , deg	$\frac{F_{a1}}{F_{r1}}$ $\frac{F_{a2}}{F_{r2}}$	Single Row Bearings ¹		Double Row Bearings ²				ϵ	$F_{r1,rad}^3$
		$\frac{F_{a1}}{F_{r1}} > e$		$\frac{F_{a1}}{F_{r1}} < e$		$\frac{F_{a2}}{F_{r2}} > e$			
		X	Y	X	Y	X	Y		
Radial-contact groove ball bearings ³									
f	0.014	0.30	2.30	1.0	0	0.50	2.30	0.14	25
	0.028		1.90				0.22	50	
	0.056		1.71				0.28	100	
	0.094		1.55				0.28	150	
	0.11		1.45				0.30	200	
	0.17		1.31				0.31	300	
	0.28		1.15				0.38	500	
0.42	1.04	0.42	750						
0.56	1.00	1.00	1000						
Angular-contact groove ball bearings ⁴									
s	0.014	0.50	Use X, Y, and e values applicable to single-row radial-contact bearings	2.78	1.0	0.78	3.74	0.23	25
	0.028			2.40			0.26	50	
	0.056			2.07			0.30	100	
	0.085			1.87			0.34	150	
	0.11			1.75			0.36	200	
	0.17			1.58			0.40	300	
	0.28			1.38			0.45	500	
0.42	1.26	0.49	750						
0.56	1.21	1.03	1000						
1U	0.014	0.46	1.0	2.16	0.75	3.04	0.29	25	
	0.029			1.98		0.32	50		
	0.057			1.82		0.36	100		
	0.086			1.63		0.39	150		
	0.11			1.54		0.40	200		
	0.17			1.23		0.44	300		
	0.29			1.10		0.49	500		
0.43	1.01	1.04	750						
0.57	1.00	1.03	1000						
1B	0.015	0.44	1.0	1.63	0.72	2.39	0.38	25	
	0.029			1.49		0.40	50		
	0.058			1.30		0.43	100		
	0.087			1.23		0.46	150		
	0.12			1.19		0.47	200		
	0.17			1.12		0.50	300		
	0.29			1.02		0.55	500		
0.44	1.00	1.03	750						
0.58	1.00	1.03	1000						
20	0.43	1.00	1.0	1.09	0.70	1.63	0.57		
25	0.41	0.87	1.0	0.92	0.67	1.41	0.68		
30	0.39	0.76	1.0	0.79	0.63	1.24	0.69		
35	0.37	0.66	1.0	0.69	0.60	1.07	0.75		
40	0.35	0.57	1.0	0.65	0.57	0.93	1.14		
Self-aligning ball bearings									
	0.40	$0.4 \cos \alpha$	1.0	$0.42 \cos \alpha$	0.65	$0.65 \cos \alpha$	$1.3 \tan \alpha$		
Roller-bearings, self-aligning, tapered ⁵									
$\alpha = 90$	0.4	$0.4 \cos \alpha$	1.0	$0.45 \cos \alpha$	0.67	$0.67 \cos \alpha$	$1.3 \tan \alpha$		

SOURCE: Frank W. Whinnery (ed.), *Ball Bearings Handbook*, 2nd ed., McGraw-Hill Book Co., New York, 1958.
 NOTE: Values of X, Y, and e for a ball or roller contact angle other than shown are obtained by linear interpolation.
¹ ϵ is the ratio inner load rating to the number of rows of balls (and the outer contact bearings).
² For single-row bearings, when $F_{a1}/F_{r1} < e$, and $e = 1$ and $F = 0$.
³ When calculating the equivalent load for a combination of two single-row angular-contact ball bearings on a shaft, assuming "line-to-line" or "back-to-back" the pair is considered as one double-row angular-contact ball bearing.
⁴ When calculating the equivalent load for a set consisting of two or more single-row radial or angular-contact ball bearings mounted "in tandem," the bearings are considered collectively as one single-row ball bearing.
⁵ Double-row bearings are treated as two equivalent rollers.
⁶ The maximum equivalent value of F_{a1}/F_{r1} depends on the bearing design.
⁷ For $\alpha = 0$, $F_{a1}/F_{r1} = 0$ and $e = 1$.

BEBAN DINAMIS (C) BEARING

Bearing selection data for single-row, deep-groove, Conrad-type ball bearings

A. Series 6200

Bearing number	Nominal bearing dimensions							Preferred shoulder diameter		Bearing weight	Basic static load rating, C_0	Basic dynamic load rating, C
	d		D		B		r^s	Shaft	Housing			
	mm	in	mm	in	mm	in		in	in			
6200	10	0.3937	30	1.1811	9	0.3543	0.024	0.500	0.984	0.07	520	885
6201	12	0.4724	32	1.2598	10	0.3937	0.024	0.573	1.063	0.08	675	1180
6202	15	0.5906	35	1.3780	11	0.4331	0.024	0.703	1.181	0.10	790	1320
6203	17	0.6693	40	1.5748	12	0.4724	0.024	0.787	1.380	0.14	1010	1660
6204	20	0.7874	47	1.8504	14	0.5512	0.039	0.969	1.614	0.23	1400	2210
6205	25	0.9843	52	2.0472	15	0.5906	0.039	1.172	1.811	0.29	1610	2430
6206	30	1.1811	62	2.4409	16	0.6299	0.039	1.406	2.305	0.44	2320	3350
6207	35	1.3780	72	2.8346	17	0.6693	0.039	1.614	2.539	0.64	3150	4450
6208	40	1.5748	80	3.1496	18	0.7087	0.039	1.811	2.874	0.82	3650	5050
6209	45	1.7717	85	3.3465	19	0.7480	0.039	2.008	3.071	0.89	4150	5650
6210	50	1.9685	90	3.5433	20	0.7874	0.039	2.205	3.268	1.02	4650	6650
6211	55	2.1654	100	3.9370	21	0.8268	0.059	2.441	3.602	1.36	5850	7900
6212	60	2.3622	110	4.3307	22	0.8661	0.059	2.717	3.996	1.73	7250	9650
6213	65	2.5591	120	4.7244	23	0.9055	0.059	2.913	4.390	2.18	8000	9900
6214	70	2.7559	125	4.9213	24	0.9449	0.059	3.110	4.587	2.31	8800	10800
6215	75	2.9528	130	5.1181	25	0.9843	0.059	3.307	4.783	2.64	9700	11400
6216	80	3.1496	140	5.5118	26	1.0236	0.079	3.504	5.118	3.09	10500	12600
6217	85	3.3465	150	5.9055	28	1.1024	0.079	3.740	5.512	3.97	12300	14600
6218	90	3.5433	160	6.2992	30	1.1811	0.079	3.937	5.906	4.74	14200	16600
6219	95	3.7402	170	6.6929	32	1.2598	0.079	4.213	6.220	5.73	16300	18800
6220	100	3.9370	180	7.0866	34	1.3386	0.079	4.409	6.614	6.94	18600	21100
6221	105	4.1339	190	7.4803	36	1.4173	0.079	4.606	7.008	8.15	20900	23000
6222	110	4.3307	200	7.8740	38	1.4961	0.079	4.803	7.402	9.59	23400	24900
6224	120	4.7244	215	8.4646	40	1.5748	0.079	5.197	7.992	11.4	26200	26900



TABEL BALL BEARING SERVICE FACTOR (Fs)

Type of Service	Multiple Calculated Load by Following Factor	
	Ball Bearings	Roller Bearings
Uniform and steady load _____	1.0	1.0
Light shock load _____	1.5	1.0
Moderate shock load _____	2.0	1.5
Heavy shock load _____	3.0	1.5
Extreme and indeterminate shock load _____	3.0	2.0

Tabel ball bearing service factor (Fs)

Table 7-7 Dimensions of square and flat taper stock keys (dimensions in inches. [see Figure 7-7d])

Shaft Diameter (inclusive)	Square Type		Flat Type		Tolerance		Stock Length, <i>L</i>		
	Maximum Width, <i>W</i>	Height at Large End, <i>H</i> ^a	Maximum Width, <i>W</i>	Height at Large End, <i>H</i> ^a	On Width	On Height	Minimum	Maximum	Advancing by Increments of
1/2 - 9/16	1/8	1/8	1/8	3/32	-0.0020	+0.0020	1/2	2	1/4
5/8 - 7/8	3/16	3/16	3/16	1/8	-0.0020	+0.0020	3/4	3	3/8
15/16 - 1 1/4	1/4	1/4	1/4	3/16	-0.0020	+0.0020	1	4	1/2
1 5/16 - 1 3/8	5/16	5/16	5/16	1/4	-0.0020	+0.0020	1 1/4	5 1/4	5/8
1 7/16 - 1 3/4	3/8	3/8	3/8	1/4	-0.0020	+0.0020	1 1/2	6	3/4
1 13/16 - 2 1/4	1/2	1/2	1/2	3/8	-0.0025	+0.0025	2	8	1
2 5/16 - 2 3/4	5/8	5/8	5/8	7/16	-0.0025	+0.0025	2 1/2	10	1 1/4
2 7/8 - 3 1/4	3/4	3/4	3/4	1/2	-0.0025	+0.0025	3	12	1 1/2
3 3/8 - 3 3/4	7/8	7/8	7/8	5/8	-0.0030	+0.0030	3 1/2	14	1 3/4
3 7/8 - 4 1/2	1	1	1	3/4	-0.0030	+0.0030	4	16	2
4 3/4 - 5 1/2	1 1/2	1 1/4	1 1/4	7/8	-0.0030	+0.0030	5	20	2 1/2
5 3/4 - 6	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1	-0.0030	+0.0030	6	24	3

SOURCE: ASME ANSI Standard B77.1-1967.

^aThis height of the key is measured at the distance *W*, equal to the width of the key, from the large end.^b4 1/2 in. length exceed 4 1/8 in.

PEMILIHAN TIPE PASAK DAN MENCARI SYP

Properties Mekanik dari Plain Carbon dan Alloy Steel

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

AISI Type	Condition	Tensile Strength, ksi	Yield Strength, ksi	Elongat. & 2 in., %	Reduction in Area, %	Hardness, Brin	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
1030	N	64	50	36	68	131	75
	HR & turned	72	44	31	63	140	—
	CD	84	76	16	57	177	65
1040	A	67	50	31	58	126	—
	N	76	51	32	61	149	—
	HR	91	58	27	50	201	63
1045	CD	100	88	17	42	207	65
	A	78	51	30	57	149	—
	N	85	50	28	55	170	60
1050	HR	98	59	24	45	212	56
	CD	103	90	14	40	217	60
	A	90	55	27	54	174	66
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	—
1118	A	95	38	13	21	192	—
	N	147	73	10	14	293	—
	HR	75	50	35	55	140	—
2330	CD	85	75	25	55	170	80
	A	65	41	35	67	131	80
	N	69	46	34	66	143	80
3140	CD	105	90	20	50	212	50
	A	86	61	28	58	179	50
	N	100	68	26	56	207	—
4130	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

SOURCE: *ASM Handbook: Material Properties*, McGraw-Hill Book Co., 1954; *Rayson Data Book*, Joseph E. Rayson and Sons, Inc., 1945.
 NOTE: HR = hot rolled, HRA = hot rolled annealed, CD = cold drawn, CDA = cold drawn annealed, HRN = hot rolled normalized, A = annealed, N = normalized.

LAMPIRAN 15

PROSES PENGARAMAN

Pembenihan

Proses ini merupakan awal dari pembuatan air laut menjadi garam. Yang dilakukan adalah mengalirkan air laut ke petak – petak tanah yang sudah disediakan. Pengaliran air laut dilakukan sampai kadarnya siap untuk dialirkan ke meja garam. Setelah kadar air laut mencapai tingkat yang diinginkan atau siap untuk dialirkan ke meja garam, maka air benih garam dialirkan ke meja garam.

Pemadatan Meja Garam

Proses ini dilakukan dengan tujuan memadatkan dan meratakan tanah yang dialiri benih garam, supaya pertumbuhan garam bisa rata. Proses ini berulang – ulang sampai tiga kali dengan alat guluk – guluk. Tujuan dari pemadatan tanah ini adalah supaya pertumbuhan garam juga merata.

Pengaliran Benih ke Meja Garam

Setelah proses pemadatan selesai langkah selanjutnya adalah mengalirkan benih garam ke meja garam. Proses ini dilakukan apabila air benih sudah mencapai kadar yang diinginkan / sudah tua. Sehingga pertumbuhan garam bisa cepat. Pertumbuhan garam rata – rata $0,8 \text{ mm/hari}$.

Aflak (meratakan permukaan garam)

Proses ini dilakukan setelah garam berumur 20 hari. Dengan tujuan untuk memangkas ujung - ujung garam yang runcing sampai permukaannya rata. Pengaflakan dilakukan dengan cara menggeser alat seperti cangkul searah dengan arah pertumbuhan garam, supaya garam tidak terangkat sampai ke akarnya. Pertumbuhan garam mengikuti arah angin.

Pemanenan

Pemanenan pertama dilakukan setelah garam berumur 30 hari. Pemanenan kedua dan seterusnya setelah 10 hari atau setiap 10 hari setelah panen pertama sampai musim penghujan datang. Setelah menginjak musim penghujan dilakukan panen puncak / panen terakhir. Panen terakhir dilakukan pengaisan sampai ke dasar meja garam.



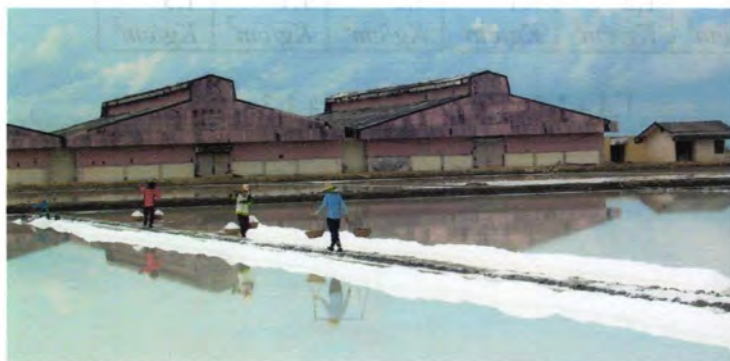
Mesin guluk - guluk



Alat kais



Proses pengkaisan



Pengangkutan garam ke penampungan sementara

LAMPIRAN 16

Pengukuran Kekuatan Meja Garam

Bahan :

- 2 buah galon air @ 19 L

Metode :

Pengukuran dilakukan dengan menggunakan luasan terkecil dari galon dengan luasan penampang $19,63 \text{ cm}^2$.

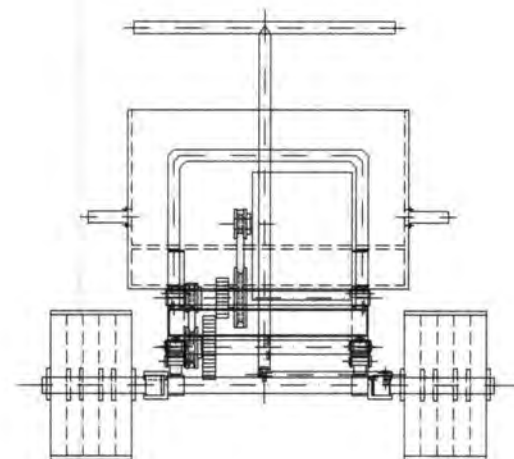
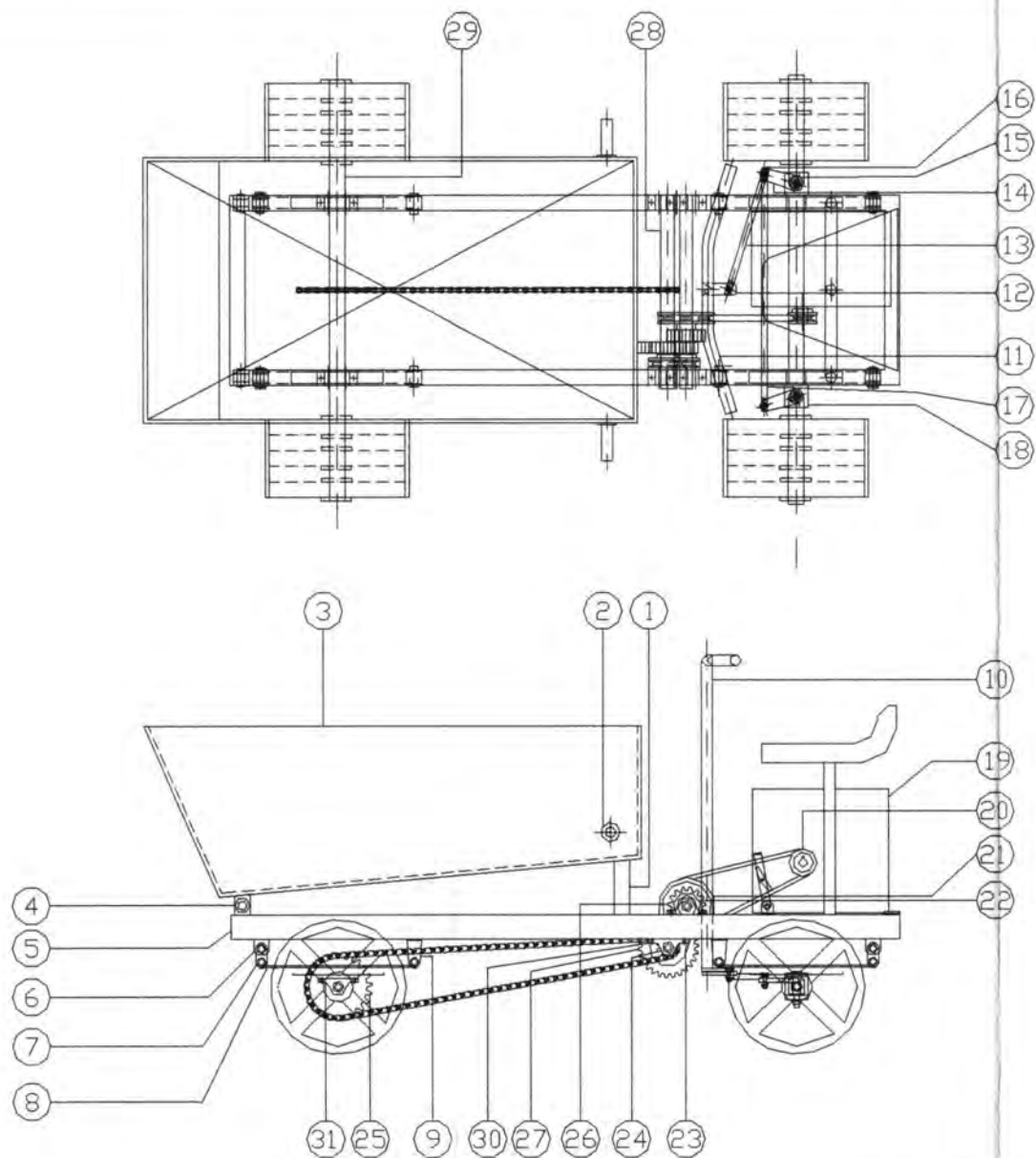
Pengukuran dilakukan pada 6 titik.

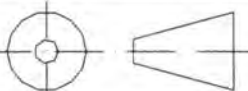
Hasil Pengukuran :

I	II	III	IV	V	VI
1,4 Kg/cm^2	1,2 Kg/cm^2	1,1 Kg/cm^2	1,2 Kg/cm^2	1,1 Kg/cm^2	1,3 Kg/cm^2

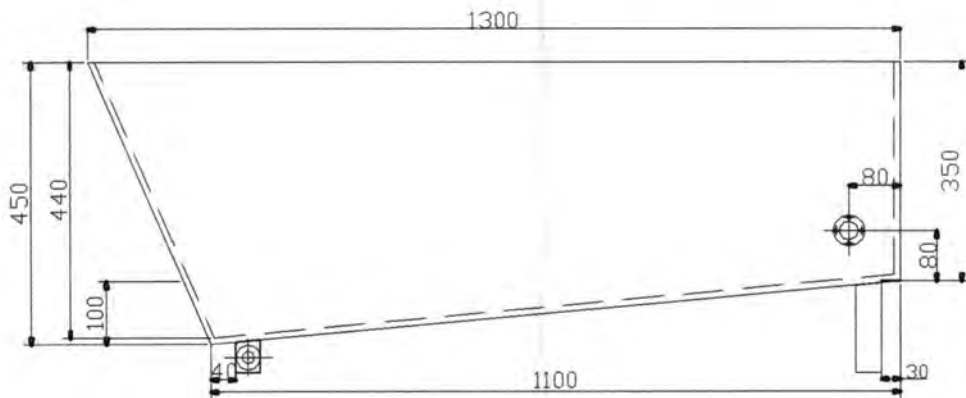
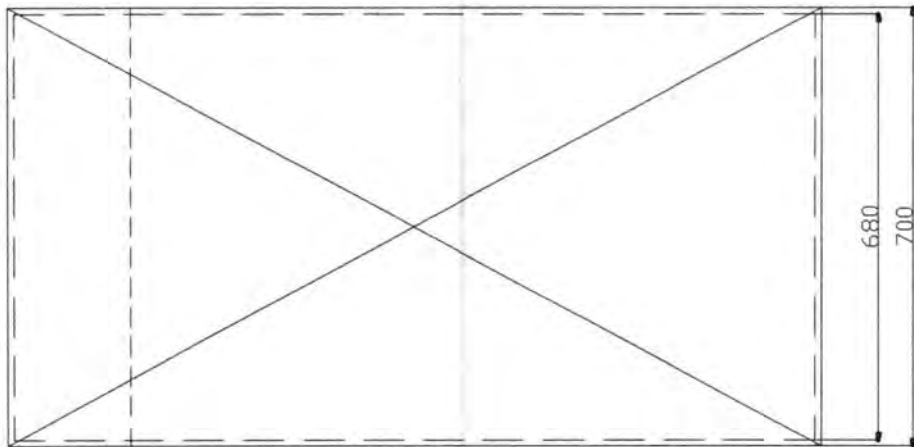
$$\text{Rata-rata} = \frac{1,4 + 1,2 + 1,1 + 1,2 + 1,1 + 1,3}{6} = \frac{7,3}{6} = 1,2 \text{ Kg/cm}^2$$

Jadi kekuatan meja garam adalah : $1,2 \text{ Kg/cm}^2$



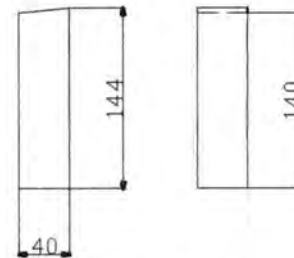
	Skala :	Digambar : Dadang Sutrisno	Peringatan :
	Satuan : mm	NRP : 2105 030 017	
	Tanggal : 20-07-2009	Di lihat : Ir. Nur Husodo, MSc.	
LAB. GAMBAR D3 T. MESIN	ALAT PENGANGKUT GARAM		A4

3



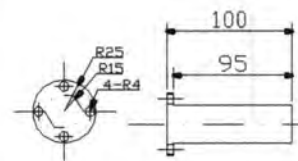
No.	Nama bagian	Bahan	Jml.	Catatan
1	Penumpu bak bag. belakang	stainlessstel	2	
2	Pegangan/pengangkat bak	stainlessstel	2	
3	Bak	Kayu	1	
4	Penumpu bak bag. depan	stainlessstel	2	

1



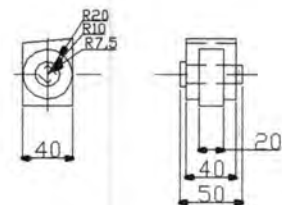
skala 2 : 1

2




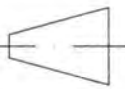
skala 2 : 1

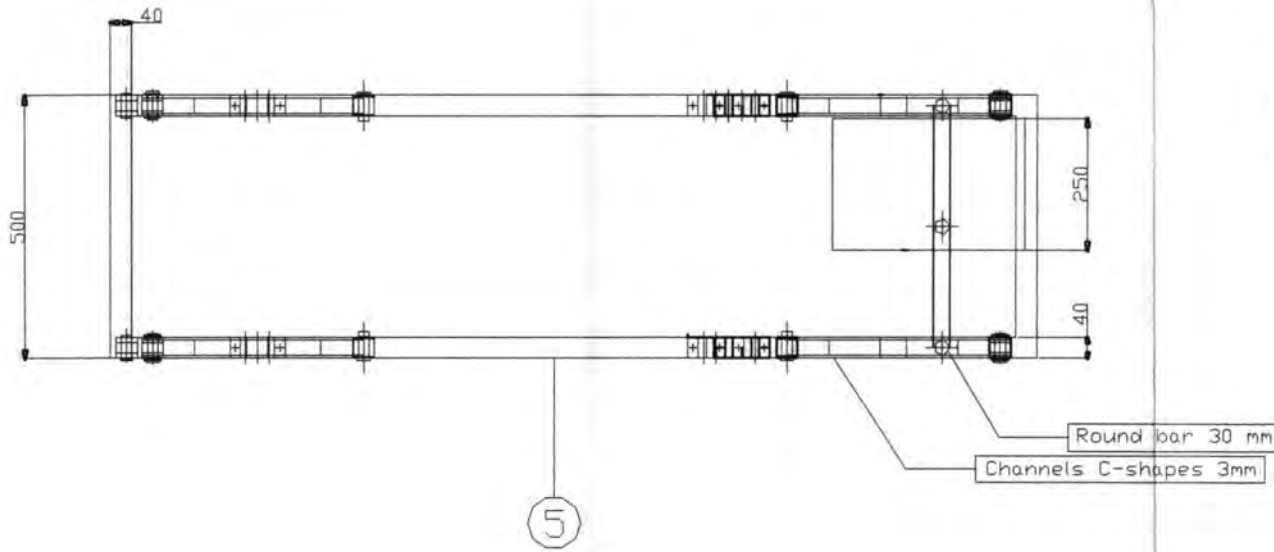
4



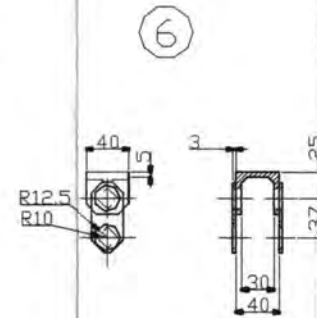
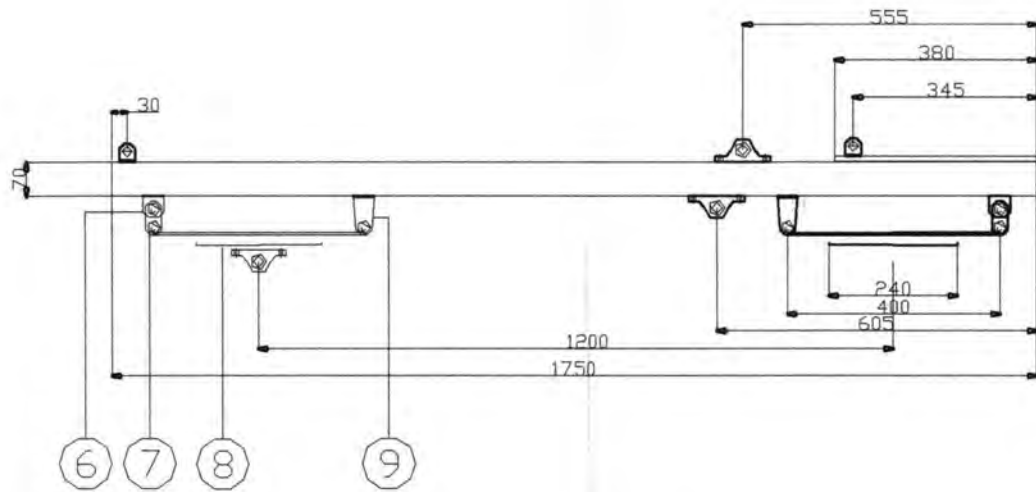
skala 2 : 1



 	Skala :	Digambar :	Peringatan :
	Satuan : mm	NRP :	
	Tanggal : 20-07-2009	Dilihat :	
LAB. GAMBAR D3 T. MESIN	BAGIAN ALAT PENGANGKUT GARAM		A4



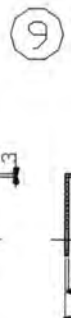
No.	Nama bagian	Bahan	Jml.	Catatan
5	Kerangka	ASTM 36	1	Panjang 440 cm
6	Tumpuan pegas	stainless Steel	2	
7	Pin pegas	stainless Steel	16	
8	Pegas daun		4	
9	Tumpuan pegas	stainless Steel	2	



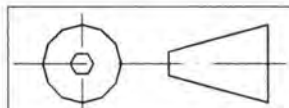
Skala 2:1



Skala 2:1



Skala 2:1



LAB. GAMBAR
D3 T. MESIN

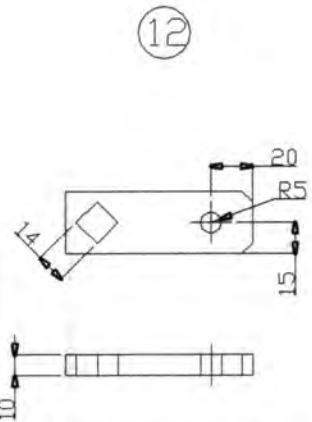
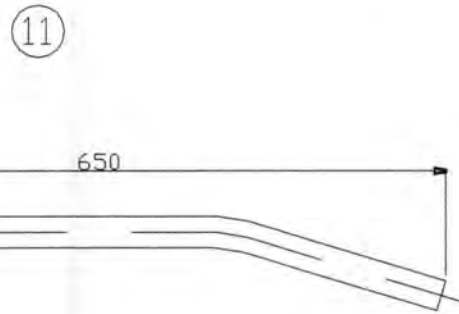
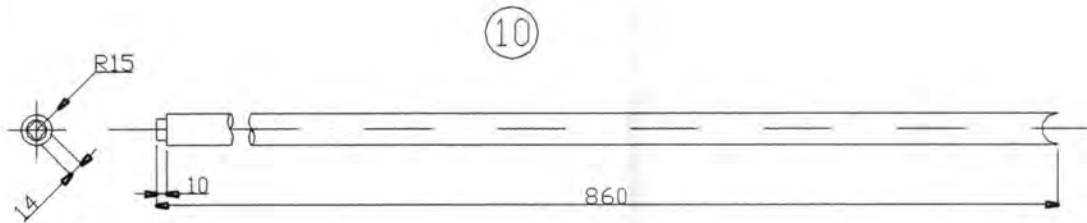
Skala :
Satuan : mm
Tanggal : 20-07-2009

Digambar : Dadang Sutrisno
NRP : 2105 030 017
Dilihat : Ir.Nur Husodo, MSc.

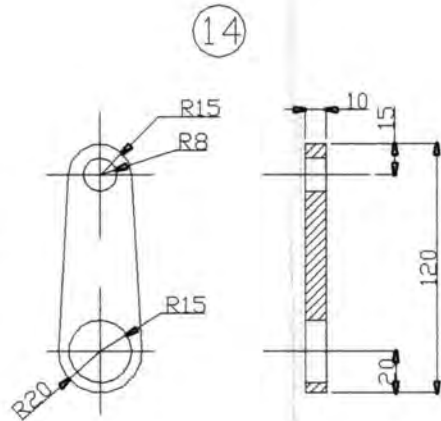
Peringatan :

BAGIAN ALAT PENGANGKUT GARAM

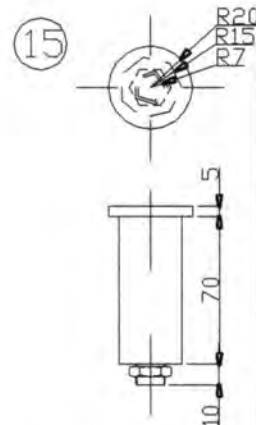
A4



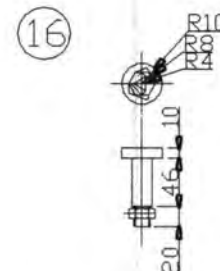
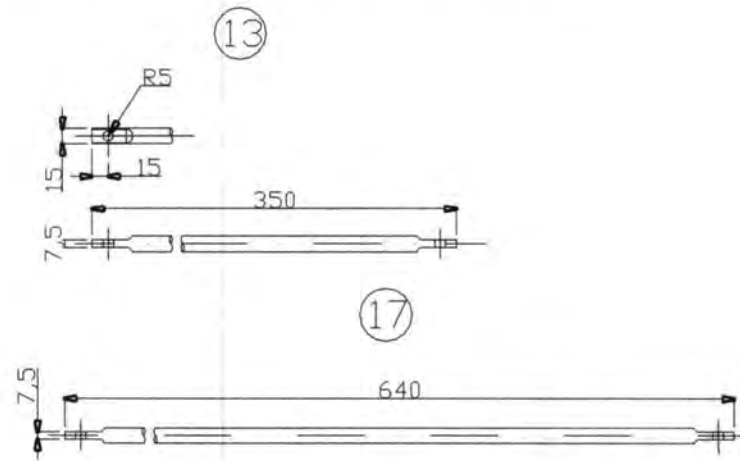
skala 2 : 1



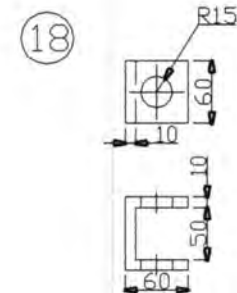
skala 2 : 1



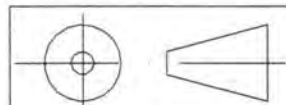
skala 2 : 1



skala 2 : 1



No.	Nama bagian	Bahan	Jml.	Catatan
10	Poros pengemudi	StainlesSteel	1	
11	Pipa stang pengemudi	StainlesSteel	1	
12	Plat penghubung	StainlesSteel	1	
13	Link shaft	StainlesSteel	1	
14	Plat penghubung	StainlesSteel	2	
15	Pin pengikat/pengencang	StainlesSteel	2	
16	Pin pengikat/pengencang	StainlesSteel	3	
17	Link shaft	StainlesSteel	1	
18	Tumpuan poros roda blkg.	StainlesSteel	2	



LAB. GAMBAR
D3 T. MESIN

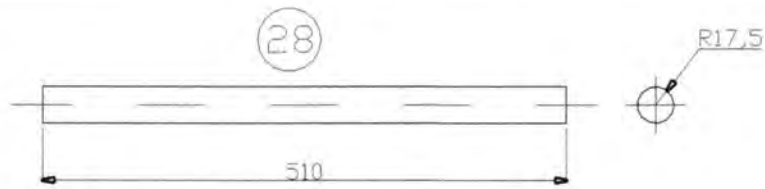
Skala :
Satuan : mm
Tanggal : 20-07-2009

BAGIAN ALAT PENGANGKUT GARAM

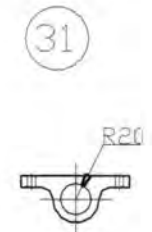
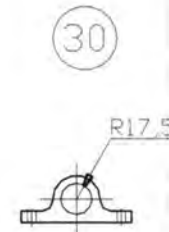
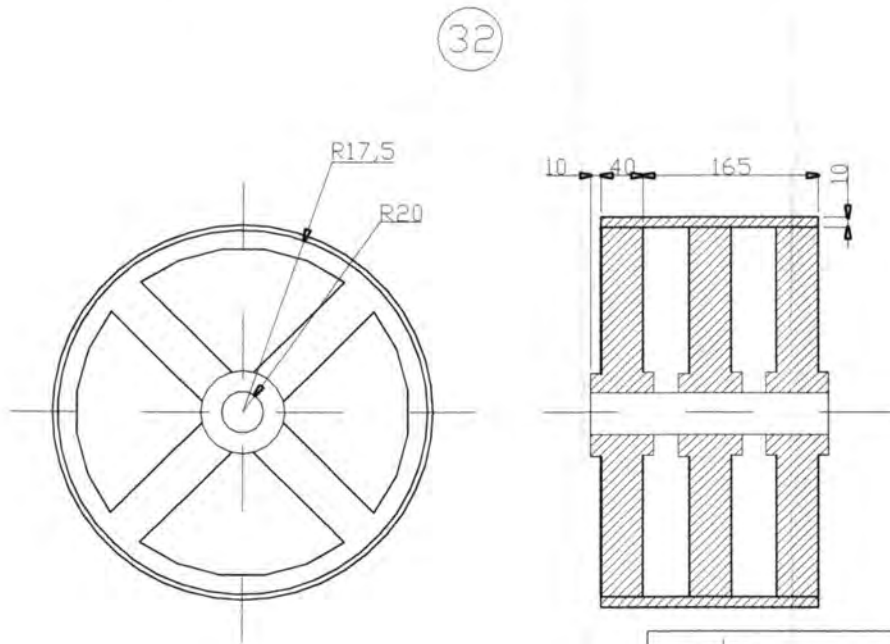
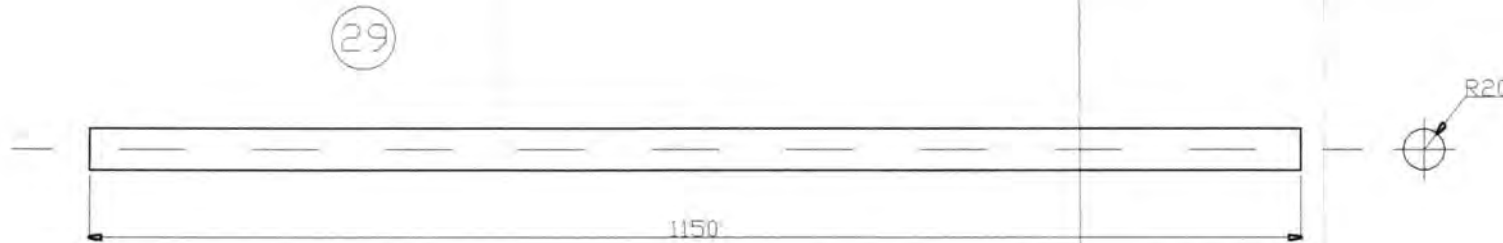
Digambar : Dadang Sutrisno
NRP : 2105 030 017
Dilihat : Ir. Nur Husodo, MSc.

Peringatan :

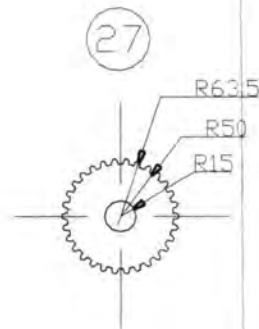
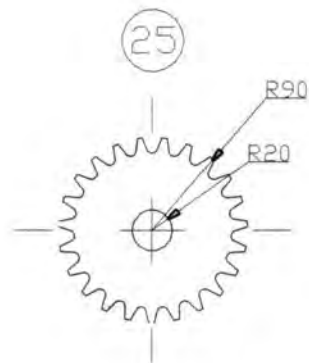
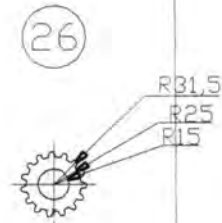
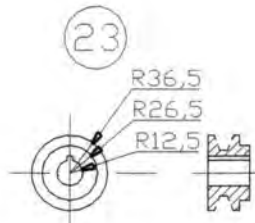
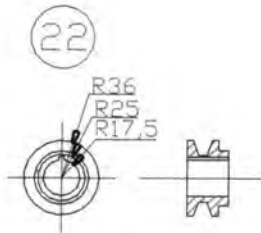
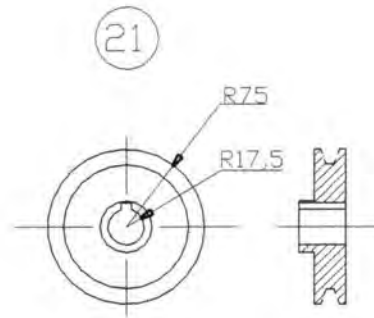
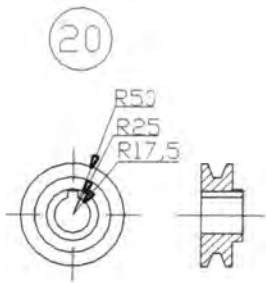
A4



No.	Nama bagian	Bahan	Jml.	Catatan
28	Poros transmisi	Stainless steel	2	
29	Poros roda	Stainless steel	2	
30	Bantalan gelinding		4	
31	Bantalan gelinding		2	
32	Velg	Polimer	12	
32	Belt konveyor	Kompon	1	2 play, panjang 3 m

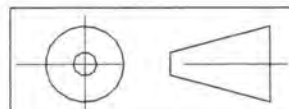


	Skala :	Digambar :	Peringatan :	
	Satuan : mm	NRP :		
	Tanggal : 20-07-2009	Dilihat :		
LAB. GAMBAR D3 T. MESIN	BAGIAN ALAT PENGANGKUT GARAM		A4	



No.	Nama bagian	Bahan	Jml.	Catatan
20	Pulley 1	Alumunium	1	
21	Pulley 2	Alumunium	1	
22	Pulley 3	Alumunium	1	
23	Pulley 4	Alumunium	1	
24	Sproket 1	Cast Iron	1	
25	Sproket 2	Cast iron	1	
26	Gear 1	Steel BHN 200	1	
27	Gear 2	Steel BHN 250	1	

Tabel Data pinion		Tabel Data gear	
Jumlah gigi	10	Jumlah gigi	30
Diameter	63mm	Diameter	127mm
Tebal gigi	50mm	Tebal gigi	50mm



Skala :
 Satuan : mm
 Tanggal : 20-07-2009

Digambar : Dadang Sutrisno.
 NRP : 2105 030 017
 Dilihat : Ir. Nur Husoda, MSc.

Peringatan !

LAB. GAMBAR
 D3 T. MESIN

BAGIAN ALAT PENGANGKUT GARAM

A4

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

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Magetan pada tanggal 24 April 1985 dengan nama Dadang Sutrisno. Penulis merupakan anak pertama dari lima bersaudara.

Pendidikan formal yang telah ditempuhnya yaitu di SDN Sukowidi I Takeran Magetan, SLTPN II Kawedanan Magetan, SMK Penerbangan Angkasa Lanud Iswahjudi, Maospati Magetan, 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 dan di luar kampus. Pada saat kuliah ia diberi kepercayaan menjabat sebagai Staf Divisi Bengkel dalam Himpunan Mahasiswa D3 Teknik Mesin FTI – ITS pada periode 2007 – 2008, selain itu banyak pula pelatihan dan kegiatan – kegiatan yang diikutinya selama menjadi mahasiswa baik Internal maupun Eksternal Kampus.