

# TUGAS AKHIR

PERENCANAAN TRANSMISI LIFTER UNTUK  
MAINTENANCE DENGAN KAPASITAS ANGKAT 250 KG  
DAN KETINGGIAN TIGA METER



*Disusun Oleh :*  
DITA ANDI CHANDRA  
NIM. 01.51.031



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

5002

TEKNIK TEKNOLOGI MASYARAKAT MASYARAKAT  
SARUNG TEKNOLOGI INDUSTRI  
LABORUM TEKNIK MESIN D-III

JUDUL UJIAN:

DESAIN MESIN

NO. UJIAN:

TEKNIK TEKNOLOGI MASYARAKAT MASYARAKAT  
SARUNG TEKNOLOGI INDUSTRI  
LABORUM TEKNIK MESIN D-III

LOKUS VITRIS

**TUGAS AKHIR**  
**PERENCANAAN TRANSMISI LIFTER UNTUK**  
**MAINTENANCE DENGAN KAPASITAS ANGKAT 250 KG**  
**DAN KETINGGIAN TIGA METER**

**Diajukan sebagai syarat memperoleh gelar ahli mahdya teknik pada jurusan**  
**teknik mesin D-111 Fakultas Teknologi Industri di Institut Teknologi**

**Nasional Malang**



*Disusun Oleh :*

**DITA ANDI CHANDRA**

**01.51.031**

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

**2005**

**LEMBAR PERSETUJUAN**  
**TUGAS AKHIR**  
**PERENCANAAN TRANSMISI LIFTER UNTUK**  
**MAINTENANCE DENGAN KAPASITAS ANGKAT 250 KG**  
**DAN KETINGGIAN TIGA METER**



*Disusun Oleh :*

**DITA ANDI CHANDRA**

**01.51.031**

Mengetahui

Ka Jur Teknik Mesin D-III



Ir. Teguh Rahardjo, MT  
NIP. 131.991.184

Diperiksa Dan Disetujui

Dosen Pembimbing



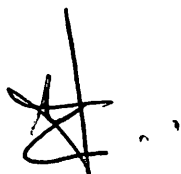
Ir. Drs. Moch Trisno, MT  
NIP. 130.936.652

**Lembar Bimbingan Tugas Akhir  
Jurusan Teknik Mesin D-III  
Institut Teknologi Nasional Malang.**

1. Nama Mahasiswa : DITA ANDI CHANDRA
2. Nim : 01.51.031
3. Jurusan : Teknik Mesin
4. Program Studi : Diploma III
5. Judul Tugas Akhir : Perencanaan Transmisi Lifter Untuk  
Maintenance Dengan Kapasitas Angkat 250  
kg dan Tinggi 3 Meter.
6. Tanggal Mengajukan TA : 12 Oktober 2004.
7. Tanggal Menyelesaikan TA : 21 Februari 2005.
8. Dosen Pembimbing : Ir. Drs. Moch Trisno, MT.
9. Telah Dievaluasi Dengan Nilai : 88 [delapan puluh delapan] *tl*

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin D-III



Ir. Teguh Rahardjo, MT.

Diperiksa Dan Disetujui










Dosen Pembimbing



Ir. Drs. Moch Trisno, MT.

**LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR**

Nama : DITA ANDI CHANDRA  
NIM : 01.51.031  
Masa Bimbingan : 16 Oktober 2004 s/d 16 Maret 2005  
Judul Tugas Akhir : PERENCANAAN TRANSMISI LIFTER UNTUK  
MAINTENANCE DENGAN KAPASITAS  
ANGKAT 250 KG DAN KETINGGIAN 3 METER

No	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1	28-10-2004	ACC Proposal	
2	01-12-2004	Konsultasi BAB I Dan II	
3	11-01-2005	ACC BAB I Dan II Konsultasi BAB III	
4	26-01-2005	Refisi Gambar BAB III	
5	02-02-2005	ACC BAB III dan Konsultasi BAB IV	
6	05-02-2005	ACC BAB IV	
7	11-02-2005	Konsultasi Gambar	
8	18-02-2005	Perbaiki Gambar	
9	22-02-2005	ACC Gambar	

Malang, 22-02-2005  
Dosen Pembimbing



Ir. Drs. Moch Trisno, MT.



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

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

T. BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

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

**KARTU BIMBINGAN TUGAS AKHIR**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

1. Nama Mahasiswa : DITA ANDI CHANDRA
2. NIM : 01. 51. 031
3. Jurusan : Teknik Mesin D-III
4. Program Studi : Teknik Mesin
5. Judul Tugas Akhir : Perencanaan Transmisi Lifter Untuk  
Maintenance Dengan Kapasitas Angkat 250  
Kg Dan Tinggi 3 Meter
6. Pengajuan Tugas Akhir : 12 Oktober 2004
7. Selesai Menulis TA : 21 Pebruari 2005
8. Dosen Pembimbing : Ir. Drs. Moch Trisno, MT
9. Ket Nilai Bimbingan : 88 (Delapan Puluh Delapan )

Mengetahui,

Dekan FTI



**Ir. Mochtar Asroni, MSME**

NIP.Y 1018100036

Malang, Maret 2005

Dosen Pembimbing

**Ir. Drs. Moch Trisno, MT**

NIP. 130 936 652



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

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

T. BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

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

**BERITA ACARA UJIAN TUGAS AKHIR**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

**NAMA MAHASISWA : DITA ANDI CHANDRA**  
**NIM : 01. 51. 031**  
**Jurusan/Program Studi : Teknik Mesin Diploma Tiga ( D-III )**  
**Judul Tugas Akhir : Perencanaan Transmisi Lifter Untuk Maintenance**  
**Dengan Kapasitas Angkat 250 Kg Dan Tinggi 3**  
**Meter**

**Dipertahankan dihadapan team penguji Ujian Tugas Akhir Jenjang Program**  
**Diploma Tiga ( D-III ) pada :**

**Hari / Tanggal : Kamis 03-03-2005**  
**Dengan Nilai / Hasil Ujian :70 ( Tujuh Puluh )**

**PANITIA UJIAN TUGAS AKHIR**



**Ketua**

**Ir. Mochtar Asroni, MSME**

**NIP.Y 1018100036**

**Sekretaris**

**Ir. Teguh Rahardjo ,MT**

**NIP.131 991 184**

**ANGGOTA**

**Ir. Lalu Mustiadi, MT**

**NIP. 1018500103**

**Ir. Suryanto,MT**

**NIP.1028500104**



## ***KATA PERSEMBAHAN***

Syukur alhamdulillah saya panjatkan hanya kepada Allah SWT atas rahmat dan hidayahnya hingga karya kecil ini dapat terselesaikan dengan baik.

Tak lupa saya panjatkan terima kasih kepada :

1. Almarhum ayahanda dan ibuku tercinta yang selalu merestui ananda, untuk merangkai sebuah makna hidup banyak sekali dukungan yang kau curahkan untuk keberhasilan ananda, tiada kata yang dapat membalas semuanya hanya do'a, rasa terima kasih dan kasih sayang yang dapat ananda lanturkan.
2. terima kasih kepada kakak-kakakku dank asran, wa yanut, dau sim, enga mak yanti, ci' minar, ci' yani, donga asar dan bunsu lili yang telah memberikan dukungan semangat dan keceriaan
3. untuk sayang (Betti), terindah dengan semua kesan, dan untuk semua kesetiaanmu, perhatian dan kasih sayangmu mendorong aku untuk ada dan bertahan dalam dunia yang penuh warna satu bintangku nantikan untuk kehadiran hati yang tulus, membawa damai dengan senyum ceria menatap indahnya masa depan kita  
..... AMIIIIIN
4. dan makasih banyak dengan jemaat Bengkulu Selatan yang ngak mungkin disebutkan satu persatu yang mana telah membantu baik moril maupun spiritual, khususnya kepada Salman, Ari, Frano, Eday dan kos-kostan SS 3 NO 229 B.

## KATA PENGANTAR

*Bismillah Hirrohman Nirrohim*

Dengan rahmat Allah SWT, dan mengucapkan syukur kehadiran-Nya atas karunia yang dilimpahkan kepada saya sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “ *Perencanaan Transmisi lifter Untuk Maintenance Dengan Kapasitas Angkat 250 Kg Dan Ketinggian Tiga Meter* ” Tugas Akhir ini bertujuan untuk memenuhi kurikulum akademik yang harus ditempuh oleh setiap mahasiswa ITN Malang dalam menempuh sekaligus mengakhiri pendidikan pada jenjang Diploma III pada jurusan Teknik Mesin Institut Teknologi Nasional Malang.

Saya menyadari bahwa Tugas Akhir ini jauh dari kesempurnaan, karena itu saran dan kritik membangun sangat saya harapkan.

Atas segala bimbingan, pengarahan dan bantuan yang diberikan, sehingga tersusunnya Tugas Akhir ini, maka penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak DR.Ir.Abraham Lomi, MSEE, selaku Rektor ITN Malang.
2. Bapak Ir. Teguh Raharjo, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin D - III.
3. Bapak Ir. Mochtar Asroni, MT; selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, ITN Malang.
4. Bapak Ir. Drs. Moch Trisno, MT, selaku dosen pembimbing tugas akhir.
5. Ibu dan Alm Bapak tercinta serta kakak dan sanak keluarga.
6. Rekan-rekan Teknik Mesin D-III serta rekan-rekan kost SS III/229B.

Akhirnya saya mengharapkan Tugas Akhir ini berguna dan bermanfaat bagi masyarakat dan rekan-rekan mahasiswa khususnya pada jurusan Teknik Mesin D-III.

Malang, Januari 2005

Penyusun

## DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL

LEMBAR PERSETUJUAN

LEMBAR ASISTENSI

KATA PENGANTAR

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR TABEL

<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan.....	3
1.5. Metode Penulisan.....	3
1.6. Sistematika Penulisan.....	4
<b>BAB II LANDASAN TEORI....</b>	<b>5</b>
2.1. Pengertian Lifter.....	5
2.1.1 Menurut Jenis Penggerak.....	5
2.1.2 Menurut Beban Yang Dipindahkan.....	6
2.2. Lifter maintenance.....	7
2.2.1 Cara Kerja Lifter Maintenance.....	8
2.3. Komponen- Komponen Utama Lifter Maintenance .....	9
2.3.1. Keranjang Pengangkut.....	9
2.3.2. Landasan Dan Batang Penyangga.....	9
2.4. Motor Penggerak .....	11
2.4.1. Motor Listrik.....	12
2.4.2 Daya Motor .....	12

2.5. Gear Box .....	13
2.5.1 Rumusan Perencanaan Gear Box .....	13
2.6. Transmisi Rantai.....	16
2.6.1 Rantai Sproket .....	17
2.6.2.Rantai Roller.....	19
2.6.3 Rumusan Perencanaan Rantai.....	20
2.6.4. Rumusan Perencanaan Sproket.....	23
2.6.5. Perhitungan Garis Tengah Lingkaran Tusuk.....	24
2.7. Drum .....	25
2.7.1 Pengikat Tali Pada Drum. ....	27
2.7.2. Drum Gesek Untuk Tali.....	28
2.7.3. Pemilihan Bahan Untuk Drum.....	29
2.8. Puli.....	30
2.8.1. Mekanisme Kerja Dari Lifter Maintenance Kapasitas Angkat 250 kg.....	31
2.8.2. Perencanaan Roda Puli .....	32
2.9. Tali Baja.....	32
2.9.1. Kontruksi Tali Baja.....	33
2.9.2. Pemilihan Tali Baja .....	35
2.9.3. Daya Tahan Tali Kawat Baja.....	39
2.9.4. Rumus Perhitungan Tali Baja... ..	40
2.10. Poros.....	41
2.10.1. Rumus Perencanaan Poros.....	44
2.11. Pasak.....	46
2.11.1. Rumus Perhitungan Pasak.....	49
2.12. Bantalan.....	50
2.12.1. Bantalan Gelinding.....	50
2.12.2. Rumus Perhitungan Bantalan.....	54

<b>BAB III PERHITUNGAN.....</b>	<b>55</b>
3.1. Perencanaan Lifter Maintenance.....	55
3.1.1. Daya Motor.....	56
3.2. Perencanaan Gear Box.....	57
3.3 Perencanaan Rantai.....	60
3.3.1. Rantai.....	61
3.4 Perencanaan Sproket.....	64
3.4.1. Sproket 1.....	64
3.4.2. Sproket 11.....	66
3.5 Perencanaan Drum.....	68
3.6 Perencanaan Puli.....	69
3.7 Perencanaan Tali Baja .....	71
3.8 Perencanaan Poros .....	73
3.8.1 Poros 1.....	73
3.8.2 Poros 11.....	76
3.9. Perencanaan Pasak.....	78
3.9.1. Perencanaan Pasak Pada Poros 1.....	78
3.9.2. Perencanaan Pasak Pada Poros 11.....	80
3.10. Perencanaan Bantalan.....	82
3.10.1. Perencanaan Bantalan Pada Poros 1.....	82
3.10.2. Perencanaan Bantalan Pada Poros 11.....	83
 <b>BAB IV KESIMPULAN.....</b>	 <b>85</b>
4.1 Kesimpulan.....	85
4.2 Saran .....	87

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Lifter Maintenance.....	7
Gambar 2.2 Cara Kerja Lifter Maintenance.....	8
Gambar 2.3 Spisifikasi Roda Gigi Pada Gear Box.....	14
Gambar 2.4 Variasi Kecepatan Rantai Roller .....	17
Gambar 2.5 Rantai Roller .....	19
Gambar 2.6 Profil Gigi Dari Sproket Rantai Roller.....	20
Gambar 2.7 Menghitung Garis Lingkaran Tusuk.....	25
Gambar 2.8 Drum Gesek.....	28
Gambar 2.9 Puli.....	30
Gambar 2.10 Puli Roda P[enggerak.....	31
Gambar 2.11 Kontruksi Tali Baja.....	34
Gambar 2.12 Tali Yang Terdiri Dari Serat Berwarna Cerah.....	35
Gambar 2.13 Faktor Utama Yang Mempengaruhi Mutu Tali Kawat Baj.....	40
Gambar 2.14 Poros Transmisi.....	44
Gambar 2.15 Pasak Benam Rata.....	46
Gambar 2.16 Pasak Belah Kopling .....	47
Gambar 2.17 Pasak Bintang Jamak.....	47
Gambar 2.18 Psak Tirus.....	48
Gambar 2.19 Pasak Tangensial .....	48
Gambar 2.20 Macam-macam Bantalan Gelinding .....	51
Gambar 2.21 Bantalan Aksial .....	53
Gambar 2.22 Bantalan Radial Ujung DanRadial Tengah .....	53

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Rantai Penggerak.....	18
Tabel 2.2. Dimensi Alur Drum (mm).....	26
Tabel 2.3. Tali Untuk Crane Dan Pengangkat.....	35
Tabel 2.4. Perbandingan Jumlah Lengkung.....	37
Tabel 2.5. Harga Minimum Faktor Dan $e_1$ Yang Diiijinkan.....	38

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Untuk memudahkan mengecat, memasang lampu dan membawa barang yang sangat berat atau perbaikan-perbaikan apa saja terutama pada ketinggian yang sering kita mengalami kesulitan dengan pekerjaan tersebut ,sedangkan tenaga kita untuk dapat melakukan pekerjaan sangat dibutuhkan. Manusia berupaya agar dapat menciptakan sebuah alat pengangkat sederhana yang biasa disebut dengan alat angkat untuk mengangkat barang/benda pada posisi vertikal. Pengertian dari alat angkat ini adalah suatu alat yang dapat mempermudah manusia dalam melakukan pekerjaan terutama pada ketinggian, dalam kapasitas luas.Sala satu alat Bantu manusia untuk mengerjakan obyek tertentu diatas jangkauan ketinggian manusia yang disebut lifter maintenance. Lifter maintenance fungsinya adalah alat Bantu untuk mengerjakan pekerjaan pada ketinggian diatas jangkauan manusia ,misalnya ,pengecatan atap atau plapon, pemasangan lampu dan kelengkapannya , membersihkan kotoran-kotoran diatas atap dan lain-lain. Alat tersebut banyak dijumpai dan banyak ragamnya, namun alat angkat tersebut penggeraknya bermacam-macam, ada yang menggunakan phenumatik, hidrolis dan mekanis. Jika phenumatik sestim kerjanya menggunakan aliran udara sedangkan hidrolis sistem kerjanya menggunakan aliran fluida atau minyak, sangat berbeda dengan mekanis yaitu menggunakan motor listrik, roda gigi dan dihubungkan dengan tali baja.Macam-macam penggerak tersebut tujuan penggunaannya yaitu untuk memperbesar daya atau kemampuan alat untuk



mengangkat beban sehingga kerja manusia menjadi ringan. Khususnya untuk alat angkat yang digerakan dengan mekanis , alat angkat ini terdiri dari beberapa komponen yaitu komponen mekanis, motor listrik, sprocket, drum penggulung, tali baja dan kelengkapannya, agar alat bisa bekerja dengan baik maka komponen mekanis perlu dirancang untuk memperoleh dimensi dan pemakaian bahan yangimbang.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Dari latar belakang tersebut, permasalahan yang akan dibahas yaitu Bagaimana merancang komponen mekanis lifter maintenance agar bisa bekerja dengan baik.

## **1.3 Batasan Masalah**

Agar pembahasan tidak terlalu meluas maka dalam menghitung dimensi komponen mekanis dibatasi pada :

1. Menghitung motor listrik .
2. Menghitung dimensi sprocket.
3. Menghitung dimensi drum penggulung.
4. Menghitung dimensi tali baja.

#### **1.4 Tujuan**

Adapun tujuan dari penulisa tugas akhir ini adalah :

1. Menentukan motor listrik.
2. Menghitung demensi sprocket, drum penggulung, tali baja, poros dan kelengkapannya
3. Alat ini dibuat diharapkan untuk membantu pekerjaan manusia yang dilakukan diatas ketinggian jangkauan manusia.

#### **1.5 Metode Penulisan**

Untuk mencapai tujuan tersebut maka metode penulisan yang digunakan untuk menyusun tugas akhir ini adalah :

##### **1. Studi Pustaka**

Metode penulisan untuk memperoleh dasar dari referensi dalam membuat perencanaan tugas akhir ini. Studi pustaka dan sumber literature dapat dilakukan di perpustakaan.

##### **2. Metode observasi**

Metode ini dilakukan dengan cara mengamati langsung dilapangan

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Sistem penulisan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini berisi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, metode penulisan, systematika penulisan

### **BAB II LANDASAN TEORI**

Bab ini berisi tentang teori-teori yang berhubungan dengan bahan atau peralatan yang akan digunakan.

### **BAB III PERHITUNGAN**

Bab ini berisi tentang perhitungan-perhitungan bahan kerja yang menyangkut system transmisi yang digunakan.

### **BAB IV PENUTUP**

Berisi kesimpulan dan saran.

### **DAFTAR FUSTAKA**

### **LAMPIRAN**

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1. Pengertian Lifter

Lifter adalah suatu alat bantu untuk memudahkan manusia dalam memindahkan suatu barang secara vertical, dimana alat ini bekerja di suatu rel penuntun dari tempat yang rendah ke tempat yang lebih tinggi. *Lifter* dibagi atas beberapa jenis :

##### 2.1.1 Menurut jenis penggerakannya

###### 1. *Hydraulic Lifter*

Adalah jenis *lifter* dimana system kerjanya menggunakan aliran *fluida* yang masuk dan keluar silinder untuk menaikkan ataupun menurunkan Beban *Lifter* jenis ini mempunyai kelebihan yaitu bentuk konstruksi yang relatif sederhana dan biaya perawatan yang relative murah, sedangkan kekurangannya adalah terbatasnya ketinggian yang dapat dicapai tergantung pada panjang silinder.

###### 2. *Electric Lifter*

Adalah jenis *lifter* dimana sitem kerjanya sama perbedaan terbesar yang tampak hanyalah pada penggunaan motor listrik yang menghasilkan putaran, kemudian putaran tersebut diteruskan ke transmisi kemudian digunakan untuk menggulung *wire roof* yang berada pada drum penggulung atau sebaliknya. sehingga dapat menarik beban keatas ataupun menurunkan beban.

### 3. *Hand operated lifter*

*Lifter* jenis ini sama dengan jenis *electrical*, perbedaanya hanya terletak pada sumber tenaga yang digunakan untuk memutar tali baja dan menggulung, dimana jenis ini menggunakan tenaga manusia untuk memutar drum penggulung.

#### 2.1.2 Menurut beban yang dipindahkan

Menurut beban yang dipindahkan *lifter* dibagi menjadi dua yaitu :

##### 1. *Freight Lifter*

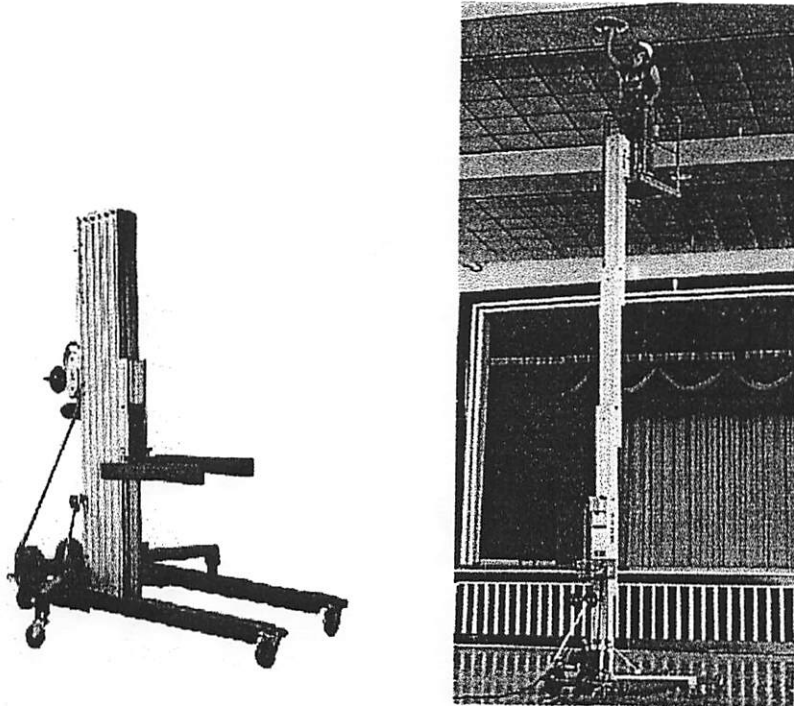
*Freight lifter* adalah jenis *lifter* yang berfungsi untuk memindahkan barang sebagai beban utama Biasanya digunakan pada industri dan pertokoan.

##### 2. *Passenger lifter*

*Passenger Lifter* berfungsi untuk mengangkut barang ataupun penumpang, sehingga diperlukan konstruksi yang kuat demi keamanan penumpang

## 2.2 Lifter Maintenance

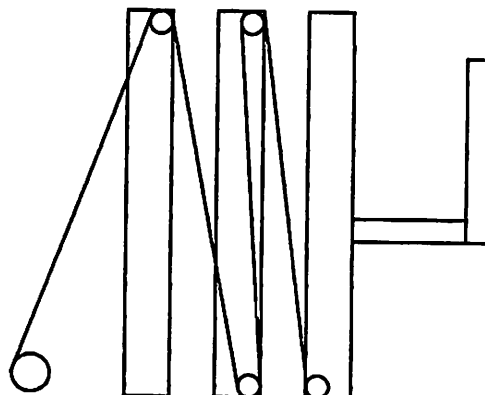
Lifter Maintenance adalah lifter yang digunakan untuk mengangkat barang dan manusia, dimana lifter ini terdiri dari beberapa batang penyangga sebagai pengangkat keranjang dan beban, ketinggian dari lifter ini terbatas sebab tergantung panjang dan serta jumlah dari batang penyangga. Selain itu *Lifter Maintenance* dibuat hanya untuk dinaiki oleh satu orang saja, karena alat ini hanya digunakan untuk membantu manusia dalam pemasangan atau perawatan hiasan, atau lampu yang dipasang pada langit-langit yang sifatnya pekerjaan ringan, sehingga alat ini dilengkapi dengan tempat untuk alat-alat yang akan digunakan.



Gambar 2.1  
Lifter Maintenance

### 2.2.1 Cara kerja Lifter Maintenance

Lifter Maintenance yang kami rencanakan terdiri dari 3 batang penyangga dimana batang tersebut mempunyai fungsi sebagai rell bergerak. Dimana batang pengangkat selanjutnya. Pada tiap batang dipasang pulley pada ujung dan pangkal batang, dikaitkan dengan *wire roof*, sedangkan ujung *wire roof* disimpulkan pada keranjang pembawa dan ujung yang lain dikaitkan pada drum penggulung yang diputar oleh motor listrik. Sehingga jika kita menekan tombol naik, motor listrik memutar drum penggulung A berlawanan jarum jam sehingga akan menggulung *wire roof* dan keranjang seperti ditarik keatas, sehingga batang I dan keranjang akan naik, ketika pangkal batang I sudah mengena *stoper* pada batang II maka secara otomatis batang II akan bergerak keatas dimana batang ke III dijadikan rell, begitu juga ketika kita menekan tombol turun motor listrik akan memutar drum penggulung searah jarum jam sehingga *wire roof* yang tadinya menahan batang II menjadi kendur dan karena adanya beban maka batang II dan I akan bergerak turun.



Gambar 2.2  
Cara Kerja Lifter Maintenance

## **23 Komponen-komponen utama Lifter Maintenance**

### **2.3.1 Keranjang Pengangkut.**

Ini adalah bagian dari *passenger lift* yang di berikan beban secara langsung, yaitu manusia dan juga alat-alat yang dibawanya. Bagian ini berbentuk keranjang dimana dimensinya dibuat sekecil mungkin untuk mencegah terjadinya pergeseran titik pusat beban yang akan menyebabkan alat terguling akan tetapi tidak mengurangi kenyamanan penumpang untuk bekerja selain itu keranjang pengangkut juga dilengkapi kantong yang digunakan untuk meletakkan alat-alat.

### **2.3.2 Landasan dan Batang Penyangga**

Landasan merupakan komponen yang berbentuk seperti gelagar. Dan salah satu bagian penting dari alat ini, karena elemen ini adalah kaki-kaki dari Lifter Maintenance, dimana landasan ini harus dapat menahan semua gaya yang bekerja pada lifter, baik itu gaya dari keranjang maupun dari luar, serta menjaganya agar tetap seimbang. Karena bagian ini menyangkut dengan keselamatan maka perlu ketelitian dalam perancangan, baik dalam pemilihan bahan untuk landasan, serta dimensi dan bentuknya, yang meliputi panjang profil, maupun arah dan jumlah landasan.

Sama seperti landasan, batang penyangga merupakan bagian penting dari Lifter Maintenance dimana batang penyangga pada Maintenance Lift ini mempunyai dua fungsi yaitu untuk menyangga beban dan sebagai rel atau lintasan untuk pergerakan batang selanjutnya, sehingga



diperlukan suatu material yang baik. Adapun sifat-sifat dari material yang dibutuhkan antara lain

1. Kuat ,ini dikarenakan ia harus dapat menyangga beban yang bekerja padanya, maka otomatis diperlukan suatu material yang mempunyai sifat kuat sesuai dengan beban maksimal yang direncanakan. Karena berhubungan dengan keselamatan maka kita harus teliti dalam memilih bahan untuk batang penyangga.
2. Mempunyai nilai *defleksi* yang kecil batang penyangga harus mempunyai nilai *defleksi* yang kecil karena ia juga berfungsi sebagai rel untuk pergerakan batang selanjutnya, sehingga proses naik maupun turun batang selanjutnya menjadi lancar dan ini akan berakibat pada kenyamanan penumpang/ pekerja selain itu jika nilai defleksinya besar berakibat pada bergesernya titik pembebanan. Jadi semakin kecil nilai *defleksi* maka akan semakin tinggi nilai prestasi dari mesin tersebut.

## **Bagian utama alat pembuat Lifter Maintenance**

### **2.4 Motor penggerak**

Motor listrik adalah alat yang mengubah energi listrik menjadi mekanik dalam hal ini rotasi, dan didalam Lifter Maintenance, motor listrik sebenarnya memiliki peranan penting dalam mengangkat beban karena motor listrik yang bekerja mengulung *wire roof* atau tali baja dengan memutar drum penggulung dimana putaran dari motor listrik ke batang penggulung memakai roda gigi cacing sebagai transmisi sehingga selain pemindah tenaga transmisi Lifter Maintenance

Pada Lifter Maintenance motor penggerak menggunakan dua jenis motor listrik arus AC dan arus DC.

Motor listrik dapat dibagi dalam dua jenis yaitu:

1. Motor listrik arus bolak-balik (AC)

Motor listrik arus bolak-balik adalah motor listrik yang terdiri dari kumparan starter yang menghasilkan gaya gerak listrik (ggl) yang dapat menggerakkan / memutar kumparan rotor

2. Motor listrik arus searah (DC)

Pada motor listrik arus searah pada prinsipnya sama dengan motor arus AC, tetapi pada motor arus searah untuk dapat tegangan searah digunakan komutator yang berbentuk belahan setengah cincin, yang masing-masing belahan diberi isolasi dan berbentuk sebuah cincin dengan jalan inilah, maka cincin yang satu menjadi katup negatif (-), sedangkan yang lain menjadi kutub positif (+).

### 2.4.1 Motor listrik

Motor listrik pada mesin merupakan penggerak utama. Pemilihan daya motor yang tepat sangat penting bagi kemampuan kerja mesin dan biaya pembuatannya, apabila dalam penentuan daya tidak sesuai dengan yang direncanakan maka akan mudah terbakar

Rumus perencanaan motor penggerak

1. Daya statis motor yang diperlukan

$$N = \frac{Q \cdot v}{\eta \cdot 75} \text{ (HP)} \quad \text{(N. Rudenko. Hal 292)}$$

2. Momen gaya yang dihasilkan motor

$$M_{\text{rated}} = 71620 \cdot \frac{N_{\text{rated}}}{n} \text{ (Kg.Cm)} \quad \text{(N. Rudenko. Hal 300)}$$

### 2.4.2 Daya motor

Untuk perhitungan daya motor (p) pada Lifter Maintenance dapat menggunakan rumus :

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{P}{n} \quad \text{(sularso hal 7)}$$

$$P = \frac{T \cdot n}{9,47 \times 10^5} \quad \text{(sularso hal 7)}$$

Diaman :

P = daya yang diteruskan motor (kW)

n = putaran poros motor (rpm)

T = torsi

## **2.5 Gear box**

Elemen mesin yang merubah putaran cepat menjadi putaran lambat adalah gear box, digunakan untuk meneruskan putaran dari motor menuju ke beban. Syarat yang harus dipenuhi oleh bahan gear box ini telah ditentukan oleh pabrik dan order, yang dipakai pada gear box ini perbandingan 1:60.

Dalam pembuatan alat Lifter Maintenance ini saya menggunakan gear box yang mana putaran poros dari roda gigi akan diperlambat oleh gear box dengan perbandingan tertentu sehingga putaran dari poros penggerak akan menjadi lambat sesuai dengan yang dicencanakan.

Adapun dalam pemakaian gear box ini tujuannya adalah supaya putaran motor itu biasa dirubah menjadi lebih lambat sesuai dengan apa yang kita inginkan.

### **2.5.1 Rumus perencanaan Gear Box**

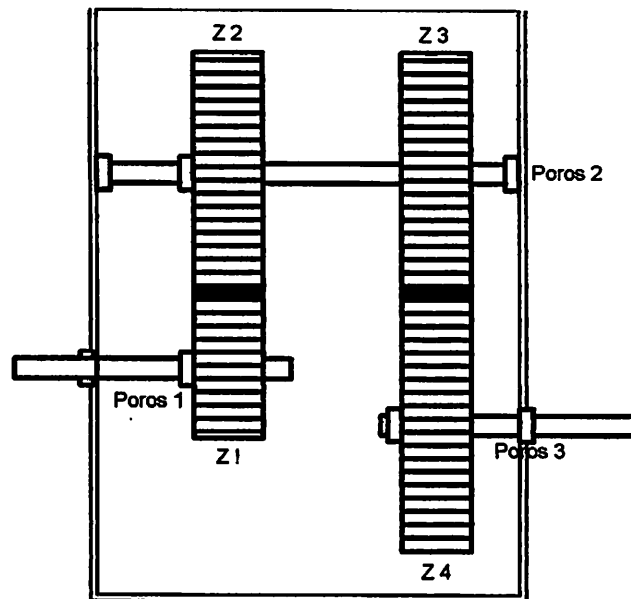
Dalam perencanaan alat Lifter Maintenance direncanakan putaran poros penggerak adalah 1500 rpm, oleh karena itu putaran poros 3 dari gear box (output gear box) akan menggerakkan sprocket kecil yang dikaitkan dengan sprocket besar pada poros penggerak utama atau poros 4 harus menghasilkan putaran 1500 rpm. Reduksi (perbandingan transmisi) pada perencanaan penggerak alat ini diketahui :

$$n = 1500 \text{ rpm}$$

$$n_{\text{gear box}} = 200 \text{ rpm}$$

Bahwa putaran moyor 1500 rpm . putaran yang keluar dari gear box direduksi kembali oleh sprocket sehingga menghasilkan putaran poros 10 rpm (yang menggunakan penggerak pengrol).

1. Spesifikasi roda gigi pada gear box



Gambar 2.3  
Spesifikasi roda gigi pada gear box

Adapun perencanaan dari gear box ini spesifikasi roda gigi yang dipakai adalah :

$$Z_1 = 10$$

$$Z_2 = 75$$

$$Z_3 = 10$$

$$Z_4 = 83$$

2. Faktor reduksi

$$i_1 = \frac{z_2}{z_1}$$

$$i_2 = \frac{z_4}{z_3}$$

.(sularso hal 216)

Dimana :

$i_1$  = perbandingan roda gigi 1 dan 2

$i_2$  = perbandingan roda gigi 3 dan 4

Maka :

$$i_1 = \frac{z_2}{z_1}$$

3. putaran poros yang dihasilkan

a. Putaran poros 1

$$n_1 = \text{putaran motor (1500 rpm)}$$

b. Putaran poros 11

$$n_2 = \frac{n_1}{i_1}$$

c. Putaran poros 111 ( putaran out gear box )

$$n_3 = \frac{n_2}{i_2}$$

Dimana :

$n_1$  = putaran poros 1 atau putaran poros motor (rpm)

$n_{21}$  = putaran poros 2

$n_3$  = putaran poros 3

$i_1$  = perbandingan roda gigi 1 dan 2

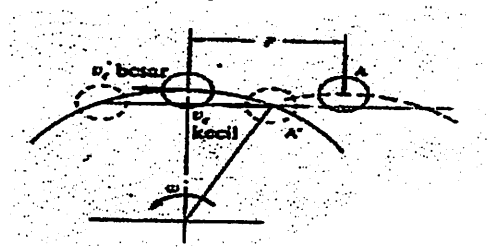
$i_2$  = perbandingan roda gigi 3 dan 4

## 2.6 Transmisi Rantai

Transmisi Rantai daya biasanya digunakan dimana jarak poros lebih besar dari pada transmisi roda gigi tetapi lebih pendek dari pada transmisi sabuk. Rantai mengait pada gigi sprocket dan meneruskan daya tanpa slip, jadi menjamin putaran yang tepat.

Rantai sebagai transmisi mempunyai keuntungan-keuntungan sebagai berikut : Mampu meneruskan Daya besar karena kekuatannya yang besar, tidak memerlukan tegangan awal, keausan kecil pada bantalan, dan mudah memasangnya. Karena keuntungan tersebut maka rantai mempunyai pemakaian yang luas seperti roda gigi dan sabuk.

Disisi lain transmisi rantai mempunyai beberapa kekurangan : variasi kecepatan yang tak dapat dihindari karena lintasan busur pada sprocket yang mengait mata rantai, suara dan getaran karena tumbukan antara rantai dan dasar kaki gigi sprocket, dan perpanjangan rantai karena keausan pena dan bus yang diakibatkan gesekan sprocket.



Gambar . 2.4

Variasi kecepatan rantai Roller

(Sumber : Sularso, Dasar perencanaan & pemilihan Elemen mesin, Hal. 191.

### 2.6.1. Rantai sprocket

Rantai penggerak merupakan salah satu elemen terpenting dimana Rantai berfungsi meneruskan putaran (Daya)

Rantai dapat dibagi menjadi dua jenis yaitu Rantai Roller dan Rantai gigi. Rantai Roller terdiri dari Pena, Bus, dan Plat mata rantai. Sedangkan rantai gigi terdiri dari plat-plat yang berprofil pada gigi dan pena yang berbentuk bulan sabit yang disebut sambungan kunci.

Rantai-rantai digunakan dalam banyak jenis, yang membedakan satu sama lain adalah

- a. Poros pergerakan rantai untuk menggerakkan mesin .
- b. Rantai-rantai beban untuk memikul dan memindahkan beban-
- c. Rantai-rantai transport untuk gerakan transportasi (memindahkan, menggantung dan meluncur).

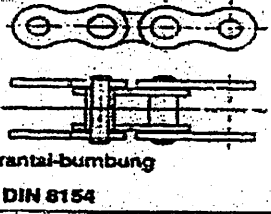
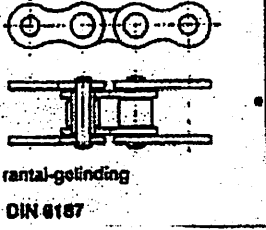
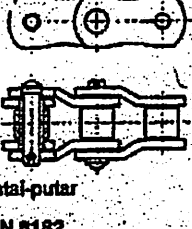
Ada tiga jenis rantai penggerak dibuat, masing-masing adalah :

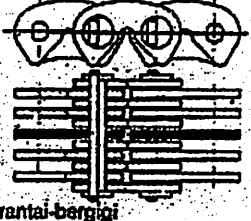
- a. Rantai Tunggal
- b. Rantai Dupleks



c. Rantai Tripleks

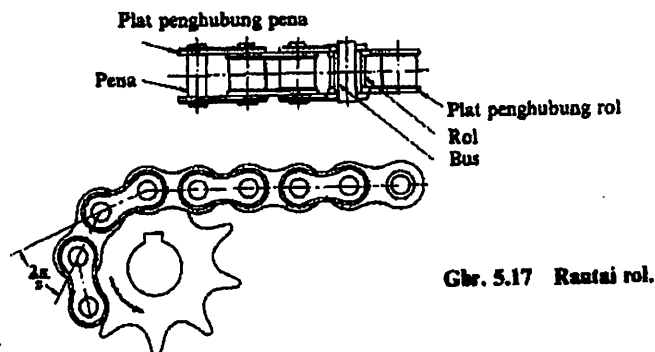
Tabel.2.1  
Rantai-rantai Penggerak

Jenis Rantai	Uraian	Daerah Penggunaan
 <p>Rantai Bambung : DIN 8154</p>	<p>Tabung dan pena tidak dijamin terhadap putaran. Tabung dari ban baja yang ditekuk . Bobot ringan dan pelumasan baik.</p>	<p>Untuk menjamin kerja dalam penggunaannya, dengan pelumasan yang dapat baik (banyak digunakan pada Truk-truk).</p>
 <p>Rantai- Gelinding : DIN 8187</p>	<p>Tabung dikempa dengan bagian dalam : baja dikeraskan. Tabung dikempa dengan bagian dalam: rol baja dikeraskan berputar pada tabung. Pena dan tabung tidak dijamin.</p>	<p>Rantai banyak digunakan umumnya sebagai penggerak (sepeda, sepeda motor, dan mobil).</p>
 <p>Rantai-Putar : DIN 8182</p>	<p>Bagian-bagian dipasang dengan sebuah sudut , pena dan tabung dijamin terhadap putaran. Besar elastisnya.</p>	<p>Penggerak berat dengan beban yang mengejut ( mesin-keruk dan mesin bor minyak bumi).</p>

 <p>Rantai - bergigi</p>	<p>Pada pembagi pena terdapat beberapa bagian yang membentuk bersama sebuah gigi. Berbagai bentuk susunan dari engsel</p>	<p>Memungkinkan tenaga besar ( Truk, mesin- peralatan dan pekerjaan rantai untuk pengangkutan).</p>
---	---	---

### 2.6.2. Rantai Roller.

Rantai Roller dipakai bila diperlukan transmisi positif (tampa slip) dengan kecepatan sampai 600 (m / min), tanpa pembatasan bunyi, dan murah harganya. Untuk bahan pena, bus, dan roller digunakan baja karbon atau baja khrom dengan pengerasan kulit.



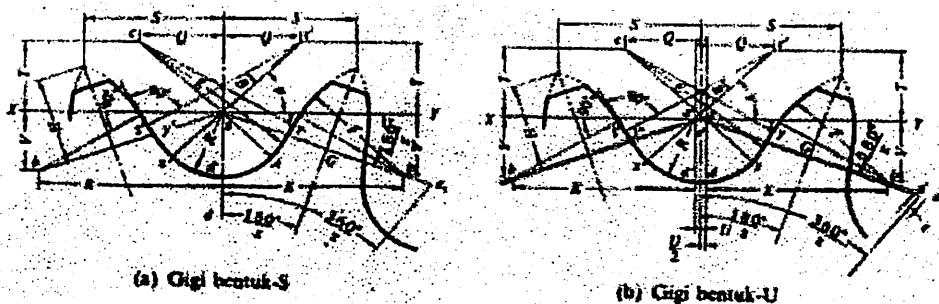
Gbr. 5.17 Rantai rol.

Gambar .. 2.5  
Rantai Roller

(Sumber : Sumber, Sularso, dasar perencanaan & pemilihan Elemen mesin Hal. 190)

Tata cara pemilihan rantai daya yang akan ditransmisikan (Kw), putaran poros penggerak dan yang digerakan (rpm), dan jarak sumbu poros kira-kira (mm), diberikan lebih dahulu. Daya yang ditransmisikan perlu dikoreksi menurut mesin yang akan digerakkan dan penggerak

mulanya. Momen lentur akan selalu terjadi pada poros. Karena itu periksalah kekuatan lentur poros bila diameternya telah diberikan. Dengan menggunakan putaran (rpm), dari poros yang berputaran tinggi dan daya yang telah dikoreksi (Kw), carilah nomor rantai dan jumlah gigi sprocket kecil yang sesuai, jumlah gigi ini sebaiknya merupakan bilangan ganjil dan lebih dari 15. jumlah gigi minimum yang diijinkan adalah 13. jumlah gigi untuk sprocket besar juga dibatasi, maximum 114 buah. Perbandingan putaran dapat diijinkan sampai 10/1. sudut kontak antara rantai dan sprocket kecil harus lebih besar dari  $120^{\circ}$ . transmisi rantai akan lebih halus dan kurang bunyinya.



Gambar 2.6  
Profil gigi dari sprocket rantai roller  
(Sumber : Sularso : Dasar perencanaan Elmen mesin, Hal. 194)

### 2.6.3. Rumus perencanaan Rantai

#### 1. Daya Rencana (Pd)

$$Pd = fc \cdot p$$

(Sularso, Hal. 7)

Dimana :

Fc = factor koreksi

P = Daya motor

Daya yang akan ditransmisikan	Factor koreksi (fc)
<i>Daya rata-rata yang diperlukan</i>	1,2 – 2,0
<i>Daya maximum yang diperlukan</i>	0,8 – 1,2
<i>Daya normol</i>	1,0 – 1,5

(Sumber : Sularso, Dasar perencanaan & pemilihan Elemen Mesin, Hal.7)

## 2. Momen Rencana (T)

$$T = 9,74 \times 10^5 \left( \frac{Pd}{n_1} \right) \quad (\text{Sularso, Hal. 7})$$

## 3. kecepatan rantai (v)

$$V = \frac{P \cdot Z_1 \cdot n_1}{1000 \times 60} \quad (\text{Sularso, Hal. 198})$$

Dimana :

P = Jarak bagi rantai (mm)

Z<sub>1</sub> = Jumlah gigi sprocket kecil, dalam hal reduksi putaran.

n<sub>1</sub> = Putaran sprocket kecil, dalam hal reduksi putaran.

## 4. beban yang bekerja pada satu rantai F (kg) atau Beban rencana

$$F = \frac{102 \cdot Pd}{v} \text{ (kg)} \quad (\text{Sularso, Hal. 198})$$

Disini harga F tidak boleh lebih besar dari beban maximum yang diijinkan (Fu).

### 5. Panjang rantai ( $L_p$ )

Untuk jarak sumbu poros pada dasarnya dapat dibuat sependek mungkin sampai kedua gigi sprocket hampir bersentuhan. Tetapi yang ideal antara 30 -50 kali jarak bagi rantai ( $cp$ ) . disini  $cp$  diambil 40, maka panjang rantai dapat dihitung dengan :

$$L_p = \frac{Z_1 + Z_2}{2} + Cp + \frac{\left(\frac{Z_2 - Z_1}{6,28}\right)^2}{Cp} \quad (\text{Sularso, Hal. 197})$$

Dimana :

$L_p$  = Panjang rantai, dinyatakan dalam jumlah mata rantai

$Z_1$  = Jumlah gigi sprocket kecil

$Z_2$  = Jumlah gigi sprocket besar

$Cp$  = Jarak sumbu poros dinyatakan dalam jumlah mata rantai

### 6. Jarak antara sumbu poros ( $C_p$ )

$$C_p = \frac{1}{4} \left\{ \left( L - \frac{Z_1 + Z_2}{2} \right) + \sqrt{\left( L - \frac{Z_1 + Z_2}{2} \right)^2 - \frac{2}{9,86} (Z_2 - Z_1)^2} \right\}$$

Dimana :

$L$  = panjang rantai

$C = C_p \times P$

(Sularso, Hal. 198)

#### 2.6.4. Rumus perencanaan sprocket

1. Diameter jarak bagi sprocket kecil ( $d_p$ )

$$d_p = \frac{P}{\sin\left(\frac{180^\circ}{Z_1}\right)}$$

Dimana :

P = jarak bagi rantai.

2. Diameter Jarak bagi sprocket besar ( $D_p$ )

$$D_p = \frac{P}{\sin\left(\frac{180^\circ}{Z_2}\right)}$$

3. Diameter Naf maximum sprocket

Karena jumlah gigi sprocket dan jarak bagi rantai diketahui maka diameter Naf dapat dihitung

$$d_{b \max} = p \cdot \left\{ \operatorname{ctg}\left(\frac{180^\circ}{Z_1}\right) - 1 \right\} - 0,76$$

$$D_{b \max} = p \cdot \left\{ \operatorname{ctg}\left(\frac{180^\circ}{Z_2}\right) - 1 \right\} - 0,76 \quad (\text{Sumber : Sularso, Hal. 197})$$

Dimana :

$d_{b \max}$  = Diameter Naf max sprocket kecil.

$D_{b \max}$  = Diameter Naf max sprocket besar

4. Diameter luar sprocket

$$d_p = \left\{ 0,6 + \operatorname{ctg}\left(\frac{180^\circ}{Z_1}\right) \right\} \cdot X_p$$

$$Dp = \left( 0,6 + \operatorname{ctg} \left( \frac{180^\circ}{Z_2} \right) \right) \cdot Xp$$

(Sumber: Sularso, Hal. 198)

Dimana :

$dk$  = Diameter luar sprocket kecil

$Dk$  = Diameter luar sprocket besar

### 2.6.5. Perhitungan Garis Tengah Lingkaran Tusuk

Berat rantai jenis tertentu tergantung jarak pusat dua pena, yang disebut tusuk "p" yang biasanya dinyatakan dalam inchi. Sebuah rantai  $\frac{1}{2}$  inchi, tusuknya adalah 12,7 mm. yang penting adalah jumlah gigi roda rantai dalam hubungan dengan ukuran-ukurannya dan perbandingan pemindahan. Panjang rantai dapat dihitung dari panjang peredaran dan harus dibulatkan menjadi kelipatan dari tusuk. Maka garis lingkaran tusuk dapat dihitung :

$$\beta = \frac{360^\circ}{Z}$$

Dimana :

$Z$  = jumlah gigi pada roda rantai, sehingga :

$$a = \frac{1}{2} \cdot \beta \quad \text{Dan}$$

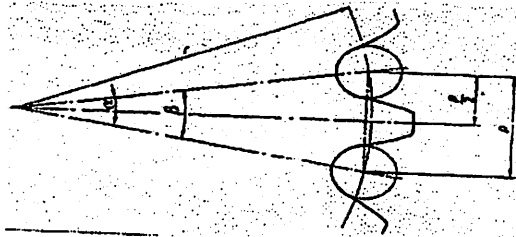
$$\alpha = \frac{180^\circ}{Z} \quad \text{Selanjutnya :}$$

$$\sin \alpha = \frac{\frac{1}{2} \cdot p}{r} \quad r = \frac{\frac{1}{2} \cdot p}{\sin \alpha}$$

Karena  $d = 2r$ , Maka :

$$d = 2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{P}{\sin \alpha} \quad \text{Garis tengah lingkaran tusuk dapat dihitung dari :}$$

$$d = \frac{P}{\sin\left(\frac{180^\circ}{Z}\right)}$$



Gambar .2.7  
Menghitung garis lingkaran tusuk  
(Sumber : J.J.M. Hagendoorn, konstruksi mesin, Hal. 65)

## 2.7 Drum Penggulung

Biasanya drum untuk tali Lifter Maintenance termasuk jenis polos dengan flens yang tinggi yang memungkinkan tali tergulung atas beberapa lapis, hal ini memungkinkan panjang drum dapat diperpendek drum untuk tali kawat baja terbuat dari besi cor, kadang-kadang dari besi tuang atau konstruksi lasan dengan memperhitungkan gesekan pada bantalan efisiensinya  $\eta = 0,95$ . Diameter drum tergantung pada diameter tali. Untuk drum penggerak daya, drum selalu dilengkapi dengan alur heliks sehingga tali akan tergulung secara seragam dan keausannya berkurang. jari alur heliks harus dipilih tidak menyebabkan kemacetan tali. Drum dengan satu tali tergulung hanya mempunyai satu arah heliks



kekanaan ,drum yang didesain untuk dua tali arah heleks diberi dua heliks kekanaan dan kekiri jumlah lilitan pada drum untuk satu kali adalah :  $D \geq e_1 \cdot e_2 \cdot d$

Dimana :

$e_1$  = adalah factor yang tergantung pada alat pengangkat dan kondisi operasinya dimana alat pengangkat daalah motor listrik dan digerakan oleh daya dengan kondisi ringan.

$e_2$  = adalah factor yang tergantung ada kontruksi tali

$d$  = diameter tali

Tabel 2.2

Dia- meter tali $d$	$r_1$	Standar		Dalam			Dia- meter tali $d$	$r_1$	Standar		Dalam		
		$s_1$	$c_1$	$s_2$	$c_2$	$r_2$			$s_1$	$c_1$	$s_2$	$c_2$	$r_2$
4.8	3,5	7	2	9	4,5	1,0	19,5	11,5	22	5	27	13,5	2,0
6,2	4,0	8	2	11	5,5	1,5	24,0	13,5	27	6	31	16,0	2,5
8,7	5,0	11	3	13	6,5	1,5	28,0	15,5	31	8	36	18,0	2,5
11,0	7,0	13	3	17	8,5	1,5	34,5	19,0	38	10	41	22,0	3,0
13,0	8,0	15	4	19	9,5	1,5	39,0	21,0	42	12	50	24,5	3,5
15,0	9,0	17	5	22	11,0	2,0							

Dimensi alur drum (mm)

Sumber : N Rudenko. Mesin Pengangkat hal 74

### **2.7.1 Pengikat tali pada drum**

Pengikat dengan menggunakan sekrup pengencang dapat dilihat dalam gambar, suatu lubang disediakan pada drum coran unuk tempat jug dari tali. Pada lubang bukaan dimasukan plat , dengan sebuah semat beralur berbentuk setengah lingkaran pada sisi dalam yang berbent sedemikian rupa sehingga sesuai dengan bentuk penampang tali

Cara pengikatan ini dapat disetel, sehingga tali dapat diganti dengan cepat bila dua utas tali sekaligus digulung pada drum , proses pengikatan dilakukan dua kali untuk menjaga keamanan.

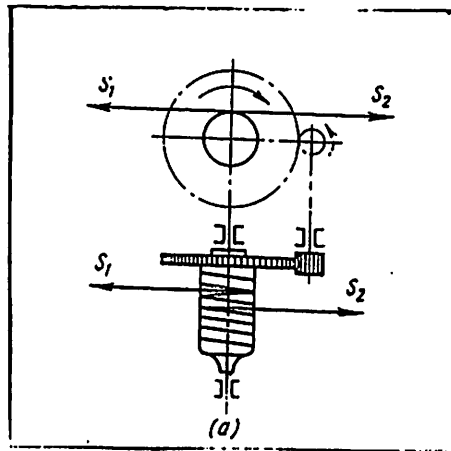
Pengecangan dengan pasak dapat dilihat , pada tali (a) dilingkarkan pada pasak dan dimasukan kedalam lubang bukaan pada drum, lubang ini harus diteruskan dari dua sisi kebagian tengah, sehingga baja tersebut dapat diselipkan dari kedua arah.

Pengikatan dengan plat pengikat dilakukan standart soviet.

Metode pengikatan ini paling banyak digunakan dan sangat muda serta dapat diandalkan . plat baja disediakan pada sisi dalam dan mempunyai dua alur untuk tempat ujung tali setengahnya terdapat dilubang untuk baut atau pasak benam .

### 2.7.2 Drum Gesek Untuk Tali

Drum gesek adalah drum penggerak tali yang digerakannya dipindahkan ketali dan drum. Drum gesek mempunyai keunggulan dapat menaikkan muatan sampai kenaikan yang cukup cepat.



Gambar 2.8  
Drum Gesek

Sumber : N. Rudenko. Mesin Pengangkat hal 77

$$D \geq e_1 \cdot e_2 \cdot d$$

Dimana :

$e_1$  = adalah factor yang tergantung pada alat pengangkat dan kondisi operasinya dimana alat pengangkat adalah motor listrik dan digerakan oleh daya dengan kondisi ringan  $\approx 16$

$e_2$  = adalah factor yang tergantung ada konstruksi tali 0,9

$d$  = diameter tali  $\approx 50$  mm

maka :

$$D \geq 16 \cdot 0,9 \cdot 50$$

$$D \geq 720 \text{ mm maka diambil } D \approx 8,7$$

Maka  $r_1 = 5,0$  (Berdasarkan tabel N Rudenko. Mesin Pengangkat hal  
74)

$$S_1 = 11$$

$$r_2 = 1,5$$

$$S_2 = 13$$

$$C_1 = 3$$

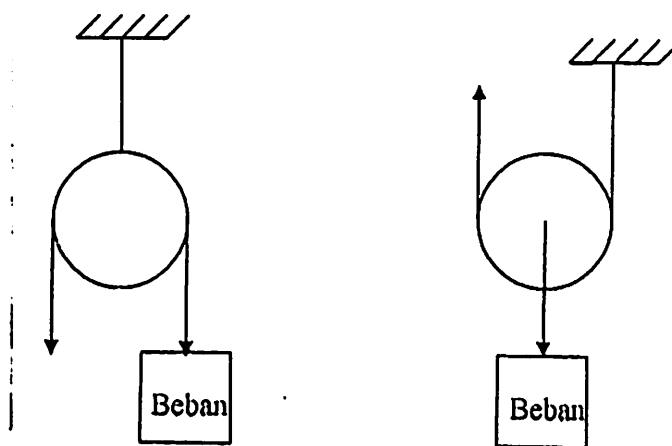
$$C_2 = 6,5$$

### **2.7.3 Pemilihan Bahan Untuk Drum**

Bahan drum direncanakan dibuat menurut standart Jepang dari baja tempa kel crom molibden standart JIS 3222 SFNCM 110 D dengan kekuatan tarik (ltimate breaking strength) antare 110 – 125 kg/mm<sup>2</sup>

## 2.8 Puli

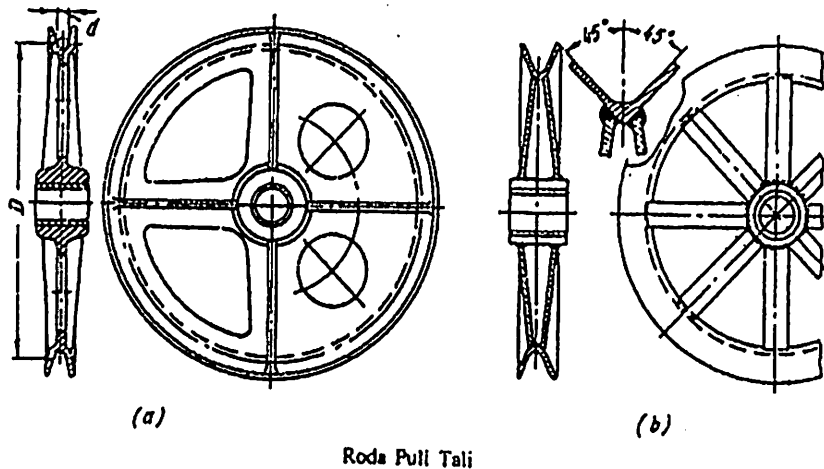
Puli adalah merupakan sebuah sarana pendukung dalam mesin pengangkat, dimana fungsi dari puli adalah sebagai media geser tali baja dengan tujuan untuk mengurangi atau bahkan menghilangkan gesekan. Dalam mesin pengangkat puli yang di gunakan ada dua macam yaitu: puli tetap dan puli lepas berpindah, sedangkan puli lepas adalah puli yang pada waktu beroperasi puli ini berpindah tempat sesuai dengan arah gerakannya. Puli yang baik adalah puli yang terbuat dari besi coran kelabu dan mempunyai ketahanan aus yang tinggi karena puli merupakan media geser antara tali baja dengan puli itu sendiri.



Gambar 2.9  
Puli

Sumber : moch sutrisno, Diktat alat angkat dan alat berat hal 312

Pada lifter biasanya menggunakan jenis puli tetap sedangkan puli lepas biasanya di gunakan pada mesin pengangkat jenis crane.



Gambar 2.10  
Puli Roda Penggerak  
(Sumber : N Rudenko. Mesin Pengangkat )

### 2.8.1 Mekanisme kerja dari lifter maintenance kapasitas angkat 250 kg

Pada perencanaan lifter maintenance mempunyai kecepatan angkat sebesar 0,67 m/menit dan mempunyai tinggi angkat setinggi 3 meter serta mempunyai kapasitas angkat 250 kg . perlengkapan dasar dari mekanisme gerak adalah motor penggerak, tali baja , puli, puli drum. untuk perlengkapan mendukung yang lain berupa limit switch yang merupakan alat Bantu untuk memutuskan aliran listrik motor penggerak dan dengan putusnya aliran listrik maka rem akan bekerja secara otomatis menahan putaran balik dari motor

### 2.8.2 Perencanaan Roda Puli

Telah kita ketahui bahwa pada mesin pengangkat jenis lifter menggunakan puli tetap. Selain itu juga puli juga berperan penting dalam mekanisme mesin pengangkat dimana meter puli sangat diperlukan rumus:

1. Gaya tarik (Z) :

$$Z = Q \left( 1 + \frac{2e}{R \cos \alpha} \right) \dots\dots\dots (N. Rudenko. Hal 59)$$

2. Hambatan gesek pada bantalan (w)

$$w = Q \cdot \mu \frac{d^1}{R} \dots\dots\dots (N. Rudenko. Hal 59)$$

### 2.9 Tali Baja

Tali baja digunakan secara luas pada mesin pengangkut sebagai perabot pengangkat, dibandingkan dengan rantai, tali baja mempunyai keunggulan sebagai berikut:

1. lebih ringan
2. lebih tahan terhadap setakan
3. operasi yang tenang walaupun pada kecepatan operasi tinggi ,
4. keandalan operasi yang lebih tinggi ,

kerusakan pada rantai akan terjadi tiba –tiba sedangkan pada tali baja kawat pada bagian luar akan mengalami keausan yang lebih parah dan putus lebih dahulu dibandingkan dengan bagian dalamnya. Sehingga bila bagian luar tali kawat mulai terputus-putus jauh sebelum putus dan menandakan tali baja tersebut

perlu diganti . tali baja lebih murah harganya dibandingkan dengan rantai, tetapi memerlukan diameter drum yang lebih besar sehingga mekanisme pengangkat lebih besar dan berat.

Tali baja terbuat dari kawat dan dalam pembuatan kawat baja diberi perlakuan panas tertentu dan digabung dengan penarikan dingin, sehingga menghasilkan mekanisme kawat baja yang tinggi .

### **2.9.1 Kontruksi Tali Baja**

Tali baja dibuat dengan mesin khusus :pertama-tama kawat dililitkan menjadi untaian dan kemudian dianyam lagi menjadi tali bulat . kedua proses belansung secara bersamaan untaian dililitkan pada inti yang terbuat dari rami,asbes atau kawat yang lunak .inti asbes dan kawat baja digunakan untuk tali yang beroperasi pada suhu yang tinggi (misalnya dekat dapur pengecoran ). Akan tetapi inti kawat akan mengurangi kefleksiblan tali dan biasanya digunakan untuk tali yang mengalami gaya tekan yang tinggi. Misalnya digulung pada lapisan drum.

Lapisan serat tali baja ada tiga bagian yaitu:

1. tali pental silang atau tali biasa.

Tali ini dikonstruksikan sedemikian rupa sehingga anyaman kawat dalam untaian berlawanan dengan arah arah anyaman utaian tali

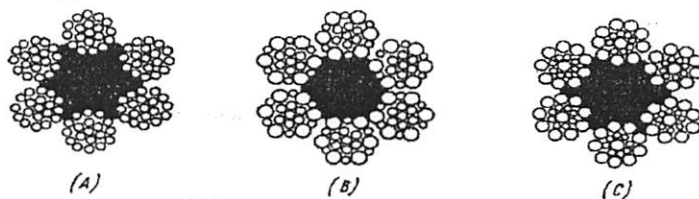
2. tali pintal parallel atau jenis lang



tali parallel arah anyaman kawat dalam untaian same dengan arah anyaman untaian pada tali.tali ini mampu menahan gesekan lebih baik dan lebih fleksibel tetapi cenderung untuk puntir.

3. tali komposit atau pintal balik

Pada tali komposit kedua untaian yang berdekatan dianyaman dengan arah yang berlawanan /berbalik.



Gambar 2.11  
Kontruksi Tali baja

Sumber : N Rudenko. Mesin Pengangkat hal 31

Keterangan :

- a) Tali Biasa
- b) Tali Paralel
- c) TaliKomposit atau pintal balik

Dewasa ini beberapa kontruksi tali di desain dengan satu kawat yang berwarna cerah untuk jumlah kawat yang berwarna gelap,sehingga mempermudah perhitungan jumlah kawat yang putus. Pada tali tersebut sejumlah kawat yang putus mengisratkan pengantian tali dapat dilakukan dengan mudah walaupun bentuk penampang yang berbeda-beda .



Gambar 2.12  
Tali yang terdiri dari serat berwarna cerah  
Sumber : N Rudenko. Mesin Pengangkat hal 35

### 2.9.2 Pemilihan tali baja

Fenomena yang sangat rumit terjadi di dalam pengoprasian tali., karena banyak parameter yang tidak dapat ditentukan dengan cepat, setiap kawat didalam tali yang ditekek mengalami tegangan, tegangan yang rumit, yang merupakan gabungan tegangan tarik, lentur dan puntir serta ditambah dengan saling menekan dan bergesekan diantara kawat dan untaian ,akibatnya tegangan total yang terjadi dapat ditentukan secara analisis hanya pada pendekatan tertentu. Lagi pula bila tali meliwati penggulung kawat bagian luar akan mengalami kikisan yang akan mengurangi kekuatan tali tersebut.

Tabel 2.3  
Tali untuk crane dan pengangkat

Faktor mula-mula dari keamanan tali terhadap tegangan	KONSTRUKSI TALI			
	$6 \times 19 = 114 + 1c^*$		$6 \times 37 = 222 + 1c$	
	Posisi berpotongan	Posisi sejajar	Posisi berpotongan	Posisi sejajar
	Jumlah serat patah sepanjang satu tingkatan setelah tali tertentu dibuang			
kurang 9	14	7	23	12
9-10	16	8	26	13
10-12	18	9	29	14
12-14	20	10	32	16
di atas 16	24	12	38	19

Sumber : N Rudenko. Mesin Pengangkat hal 36

Umur tali sangat dipengaruhi oleh kelehan, diketahui juga setiap tali hanya dapat mengalami lengkungan tertentu yang telah meliwati batas ini akan rusak dengan cepat.

Dengan parameter jumlah lengkungan, umur tali dapat ditentukan dengan menggunakan perbandingan  $\frac{D_{\min}}{d}$  ( $D_{\min}$  adalah diameter minimum Dan  $d$

diameter tali) dan  $\frac{D_{\min}}{\delta}$  ( $\delta$  diameter kawat pada tali). Penyelidikan

menunjukkan bahwa dengan perbandingan  $\frac{D_{\min}}{d}$  yang sama ,umur tali kira-kira berbanding berbalik dengan jumlah lengkungan.

Satu lengkungan diasumsikan sebagai perubahan tali dari kedudukan lurus menjadi kedudukan lengkung atau dari kedudukan melengkung menjadi kedudukan lurus , jumlah lengkungan yang ditentukan oleh jumlah titik tempat tali lewat, lengkungan dalam satu arah pada titik tersebut setara dengan lengkungan tunggal dan lengkungan variable setara dengan lengkungan ganda.

Untuk mendapatkan umur tali yang seragam, pengaruh jumlah lengkungan harus dikompensasikan dengan suatu perubahan pada perbandingan  $\frac{D_{\min}}{d}$

Tabel 2.4  
Perbandingan Jumlah Lengkung

Jumlah lengkungan	$\frac{D_{\min}}{d}$	Jumlah lengkungan	$\frac{D_{\min}}{d}$	Jumlah lengkungan	$\frac{D_{\min}}{d}$	Jumlah lengkungan	$\frac{D_{\min}}{d}$
1	16	5	26,5	9	32	13	36
2	20	6	28	10	33	14	37
3	23	7	30	11	34	15	37,5
4	25	8	31	12	35	16	38

Sumber : N Rudenko. Mesin Pengangkat hal 38

Tegangan pada tali yang di bebani pada bagian yang melengkung karena tarikan dan lenturan adalah:

$$\sigma_{\Sigma} = \frac{\sigma_b}{K} = \frac{S}{F} + \frac{\sigma_{\Sigma}}{D_{\min}} \quad (\text{Sumber : N Rudenko. Mesin Pengangkat hal 38})$$

Dimana :

$\sigma_b$  = kekuatan putus bahankawat tali  $Kg/cm^2$

K = Faktor keamanan

S = Tarikan pada tali (kg)

F = Penampang berguna tali ( $cm^2$ )

$E' = \frac{3}{8} E$  = modulus elastisitas yang dikoreksi

$E' = \frac{3}{8} \cdot 2.100.000 \approx 800.000 Kg/cm^2$

Rumus untuk memilih tali menurut kekuatan putusnya  $P$  yang dipacu pada penampang total tali dengan 222 dan 6 buah kawat sebagai berikut

$$P_{(222)} = \frac{S \cdot \sigma_b}{\frac{\sigma_b}{K} - \frac{d}{D_{\min}} - 36000} \quad (\text{Sumber : N Rudenko. Mesin Pengangkat hal 39})$$

Tali hanya boleh diperiksa sekali terhadap pegesekan tegangan tarik sesuai dengan rumus :

$$S \frac{P}{K}$$

Dimana :

S = tarikan maximum yang diinginkan pada tali (kg)

P = kekuatan putus tali sebenarnya (kg)

K = factor keamanan, yang sesuai dengan jenis mekanisme dan kondisi operasinya

Tabel 2.5  
Harga minimum factor dan  $e_1$  yang diijinkan

TIPE ALAT PENGANGKAT	Digerakkan oleh:	Kondisi pengoprasian	Faktor k	Faktor $e_1$
1. lokomotif, caterpillar-mounted, traktor dan truk yang mempunyai crane pillar (termasuk excavator) yang dioperasikan sebagai crane dan pengangkat mekanik pada daerah konstruksi dan pekerjaan berkala	Tangan	Ringan	4	16
	Daya	Ringan	5	16
	Daya	Medium	5,5	18
	Daya	Berat dan sangat berat	6	20
2. Semua tipe lain dari crane dan pengangkat mekanis	Tangan	Ringan	4,5	18
	Daya	Ringan	5	20
3. erak yang diprasikan dengan tangan dengan kapasitas beban terangkat di atas 1 ton yang digantung pada	Daya	Medium	5,5	25
		Berat dan sangat berat	6	30
			4	12

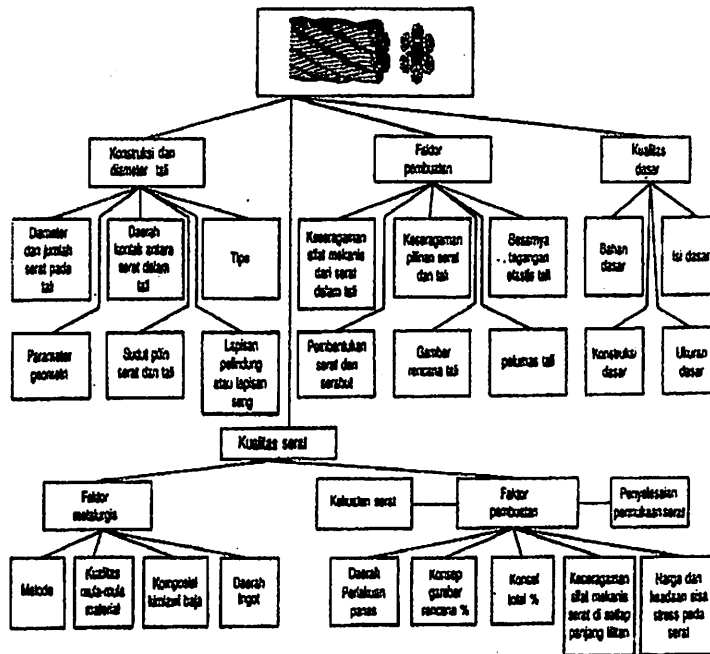
berbagai peralatan otomotif (trik dan mobil)			5,5	20
4. pengangkat dengan troli			5	20
5. penjeit mekanis untuk mengangkat mekanis pada no 1			5	30
6. idem ntuk mengangkat mekanik pada no 2				

(Sumber : N Rudenko. Mesin Pengangkat hal 42)

### **2.9.3 Daya Tahan Tali Kawat Baja**

Kerusakan tali diakibatkan oleh kelelahan bahan dan setiap tali hanya dapat mengalami lengkungan dalam jurnal tertentu, metode perhitungan daya tahan tali kawat harus di lakukan secara ilmiah dan sesempurna mungkin. prinsipnya harus benar dan berguna dalam mendesain peralatan pengakatan, pendesainan harus selalu dalam mendesain peralatan pendesainan, pendesianan harus selalu memperhatikan ketergantungan umur pakai tali pada ukuran puli atau drum, beban, kontruksi tali dan lainnya.

Metode perhitungan daya tahan tali kawat yang dijelaskan berikut dihasilkan oleh penelitian bertahun-tahun yang dilakukan di hammer dan sickle work. berbagai kontruksitali yang berdiameter dari 3 sampai 28 untuk menentukan metalurgi, produksi, desain dan operasi yang mempengaruhi kekuatan tali.



Gambar 2.13  
 Faktor utama yang mempengaruhi mutu tali kawat baja  
 (Sumber : N Rudenko. Mesin Pengangkat hal 49)

### 2.9.4 Rumus perhitungan Tali Baja

Tali yang digunakan pada maintenance lift dengan sebuah drum  $n = 1$  untuk mengangkat batang dan keranjang dengan berat maksimal ( $Q$ ) = 250 kg adalah :

- Diameter kawat = 0,5
- Jumlah kawat =  $6 \times 7 = 42$
- Kekuatan tarik  $\sigma_b = 1300 \text{ kg/mm}^2 = 1300000 \text{ kg/cm}^2$
- $n = 1, ; \text{ maka didapat } \frac{D_{\min}}{d} = 16$

a. Diameter tali :

$$d = 1,5\delta\sqrt{i}$$

b. Tarikan pada satu bagian tali:

$$p = \frac{Q}{6\eta}$$

c. Beban putus tali :

$$S = P.K$$

Dimana :

$$K = (\text{factor keamanan}) = 6$$

d. Penampangan tali (F) dengan jumlah kawat  $I = 42$

e. Tegangan tarik ( $\sigma_t$ ) yang terjadi pada tali :

$$\sigma_t = \frac{p}{F}$$

Jadi tali yang digunakan aman, karena tegangan tarik bahan lebih besar dari tegangan tarik yang di tarik tali saat pengoprasian  $\sigma_b \geq \sigma_t$

## **2.10 Poros**

Poros merupakan salah satu bagian yang terpenting dalam sebuah mesin, hampir semua mesin meneruskan tenaga bersama-sama dengan putaran. Peranan utama dalam transmisi itu dipegang oleh poros. Poros diklasifikasikan menurut pembebanannya yaitu :



a. Poros Transmisi

Poros semacam ini mendapat beban puntir murni dan lentur, sedangkan dayanya ditransmisikan melalui , roda gigi, puli sabuk atau sproket rantai.

b. Spindel

Relative pendek, seperti poros utama mesin perkakas dimana beban utamanya berupa punturan.

c. Gandar

Dipaang pada roda-rota kereta barang,tiadak mendapat beban puntir bahkan kadang-kadang tidak boleh berputar.

1. Kekuatan Poros

Suatu poros transmisi dapat mengalami beban puntir atau lentur, atau gabungan antara puntir dan lentur, juga harus diperhatikan kelelahan, tumbukan atau pengaruh konsentrasi tegangan bila diameter poro diperkecil atau bila poros mempunyai alur pasak. Sebuah poros yang direncanakan harus cukup kuat menahan beban-beban diatas.

2. Kekuatan Panas

Meskipun sebuah poros mempunyai kekuatan yang cukup tetapi jika lenturan atau defleksi puntirnya terlalu berat akan mengakibatkan ketidak telitian atau getaran dan suara. Karena itu, disamping kekuatan poros, kekakuannya harus diperhatikan dan disesuaikan dengan macam mesin yang akan dilayani poros tersebut.

### 3. Putaran Kritis

Bila putaran suatu mesin dinaikan maka pada suatu harga putaran tertentu dapat terjadi getaran yang luar biasa besarnya. Putaran pinio disebut putaran keritis, hal ini dapat mengakibatkan kerusakan pada elemen mesin lainnya. Maka poros harus direncanakan sedemikian rupa sehingga putaran kerjanya lebih rendah dari putaran kritisnya.

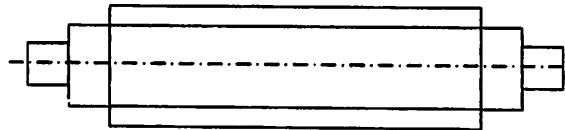
### 4. Korosi

Bahan-bahan yang dipergunakan dalam elemen mesin khususnya poros harus tahan karat atau korosi, karena bila tidak maka mesin tersebut tidak akan berumur panjang.

### 5. Bahan Poros

Poros untuk mesin umum biasanya dibuat dari baja batang yang ditarik dingin atau difinisi, baja karbon konstruksi mesin atau disebut bahan S-C. Sedangkan untuk putaran tinggi dan beban berat umumnya dibuat dari baja paduan dengan pengerasan kulit yang sangat tahan keausan. Meskipun demikian, bahan ini keluesannya agak kurang tepat dan dapat mengalami deformasi karena tegangan yang kurang seimbang misalnya bila diberi alur pasak, karena ada tegangan sisa didalam terasnya. Tetapi penarikan dingin membuat permukaan poros menjadi keras dan kekuatannya bertambah besar. Poros-poros yang dipakai untuk meneruskan putaran tinggi dan beban berat umumnya dibuat dari baja paduan dengan pengerasan kulit yang sangat tahan terhadap keausan. Beberapa diantaranya adalah baja krom nikel, baja krom nikel molibden,

baja krom, baja krom molibden. Sekalipun demikian pemakaian baja paduan khusus tidak selalu diajurkan jika alasannya karena putaran tinggi dan beban berat, dalam hal demikian perlu dipertimbangkan penggunaan baja krom yang diberi perlakuan panas secara tepat untuk memperoleh kekuatan yang diperlukan.



Gambar 2.14  
Poros Transmisi

Sumber : ir.Jac.Stolk, Ir C. Kros Elemen Konstruksi Bangunan Mesin

### 2.10.1. Rumus Perencanaan Poros

1. Momen Torsi (T)

$$T = 9,74 \cdot 10^5 \frac{Pd}{n} \quad (\text{Sularso hal 7})$$

2. Gaya Radial pada poros

$$Fr = Ft \cdot \tan \alpha \quad (\text{Sularso hal 5})$$

Dimana :  $\alpha$  = sudut tekan = 20

$Ft$  = gaya tangensial pada roda gigi

3. Menentukan perkiraan berat roda gigi (G)

Bila berat jenis logam ( $\gamma$ ) =  $7,8 \cdot 10^{-6} \text{ kg/mm}^3$ , berat gigi dianggap tinggal 60% karena adanya lubang untuk poros.

$$G = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \cdot b \cdot \gamma \cdot 60\%$$

4. Tegangan Geser yang diijinkan ( $\tau_a$ )

$$\tau_a = \frac{\tau_b}{s_{f1} \times s_{f2}} \quad .(Sularso \text{ hal } 8)$$

dimana :  $\tau_b$  = kekuatan tarik bahan

5. Diameter Poros ( $d_s$ )

$$d_s = \left[ \frac{5,1}{\tau_a} K_t C_b T \right]^{1/3} \quad (Sularso \text{ hal } 8)$$

T = Momen rencana

Harga  $K_t$  dipilih sebesar 1,0 jika beban dikenakan secara halus, 1,0-1,5 jika terjadi sedikit tumbukan atau kejutan, dan 1,5-3,0 jika beban dikenakan dengan kejutan atau tumbukan besar. Sedangkan untuk  $C_b$  1,2-2,3 jika terjadi pemakaian dengan beban lentur dan 1,0 jika tidak akan terjadi beban lentur.

6. Momen Lentur (M)

$$M = \left( \frac{d_s}{102} / \tau_a \right)^{1/3} \quad (Sularso \text{ hal } 12)$$

7. Tegangan geser maksimum ( $\tau_{max}$ )

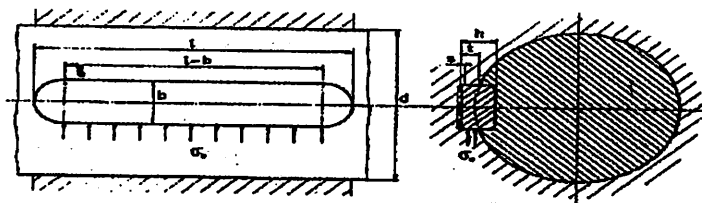
$$\tau_{max} = \left( \frac{51}{\tau_a} \right) \times \sqrt{(K_m \cdot M)^2 + (K_t \cdot T)^2} \quad (Sularso \text{ hal } 18)$$

## 2.11. Pasak

Pasak digunakan untuk membuat sambungan yang dapat dilepaskan. Dari kebanyakan pasak yang dibebani adalah penampang memanjang, beban pada penampang melintang tidak banyak terdapat pada pasak. Pasak memanjang terutama digunakan untuk naf dan poros. Pada elemen mesin, pasak dipakai untuk menetapkan bagian-bagian mesin seperti: roda gigi, pully kopling dan lain-lain dan momen dari poros ke naf atau dari naf ke poros. Adapun macam-macam pasak diklasifikasikan sebagai berikut:

### a) Pasak Benam Rata.

Merupakan pasak memanjang yang paling banyak digunakan. Pasak ini baik diterapkan pada konstruksi dimana roda harus dapat digeserkan baik pada poros maupun pada konstruksi yang mana roda harus disambung supaya tak bergerak terhadap poros.



Gambar V.01. Pasak-benam.

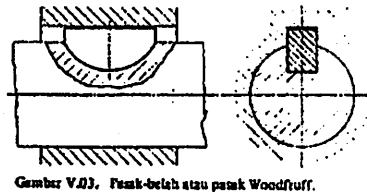
Gambar 2.20  
Pasak Benam Rata

Sumber .... Ir Jac. Stolk, Ir C. Kros Elemen Konstruksi Bangunan Mesin Hal 136

### b) Pasak Belah

Atau disebut juga pasak woodraff, pasak ini lebih murah bila ditinjau dari sudut pembuatannya, tetapi membuat poros jauh lebih lemah.

Pasak ini masih digunakan juga untuk momen puntir kecil. Momen puntir yang akan dipindahkan dapat dihitung dengan tekanan bidang yang sama



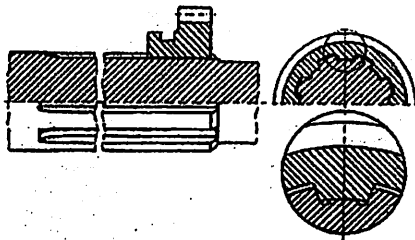
Gambar 2.16. Pasak-belah atau pasak Woodruff.

**Gambar 2.16**  
**Pasak Belah**

*Sumber ....Ir Jac.Stolk,Ir C. Kros Elemen Konstruksi Bangunan Mesin Hal 136*

**c) Poros Bintang Jamak**

Poros bintang jamak sangat cocok untuk memindahkan momen puntir besar dengan tumbukan dan juga untuk naf yang dapat digeser-geserkan. Bahan poros kebanyakan baja yang dipadu dengan nikel.

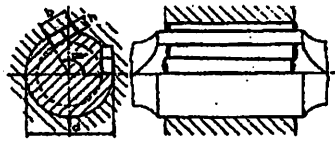


**Gambar 2.17**  
**Pasak bintang jamak**

*Sumber ....Ir Jac.Stolk,Ir C. Kros Elemen Konstruksi Bangunan Mesin Hal 136*

d) Pasak Tirus

Pasak naf dan poros diperoses satu sama lain dengan demikian suatu momen puntir dapat dipindahkan melalui suatu gesekan. Gesekan sekaligus mencegah tergesernya naf pada poros, sehingga suatu penahan terhadap pergeseran aksial kebanyakan dianggap tidak perlu lagi.



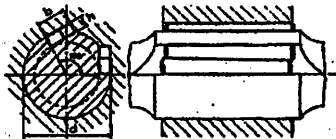
Gambar V.86. Pasak-tangensial.

Gambar 2.18  
Pasak Tirus

Sumber ....Ir Jac.Stolk,Ir C. Kros Elemen Konstruksi Bangunan Mesin Hal 137

e) Pasak Tangensial

Pasak ini memberi sambungan mati yang luar biasa. Sambungan ini adalah satu sambungan dimana naf dan poros dalam arah keliling diperategang, sehingga momen puntir-tumbuk dapat dipindahkan kedua arah dibawa prategang tanpa ruang bebas.



Gambar V.86. Pasak-tangensial.

Gambar 2.19  
Pasak Tangensial

Sumber ....Ir Jac.Stolk,Ir C. Kros Elemen Konstruksi Bangunan Mesin Hal 137

### 2.11.1 Rumus Perhitungan Pasak

1. Daya Tangensial (f)

$$f = \frac{T}{(ds/2)} \quad (\text{Sularso hal 25})$$

dimana : T = Momen rencana

ds = Diameter poros

2. Tegangan geser yang terjadi ( $\tau_k$ )

$$\tau_k = \frac{f}{bl} \quad (\text{Sularso hal 25})$$

dimana : b = lebar pasak

l = panjang pasak

3. Tegangan geser yang diijinkan ( $\tau_{ka}$ )

$$\tau_{ka} = \frac{\tau_b}{sf_1 \times sf_2} \quad (\text{Sularso hal 8})$$

dimana :  $\tau_b$  = Kekuatan tarik, disini bahan yang dipakai harus

mempunyai kekuatan tarik diatas  $60 \text{ kg/mm}^2$

4. Tekanan Permukaan (P)

$$P = \frac{f}{l \times (t_1 \text{ atau } t_2)} \quad (\text{Sularso hal 27})$$



## **2.12 Bantalan**

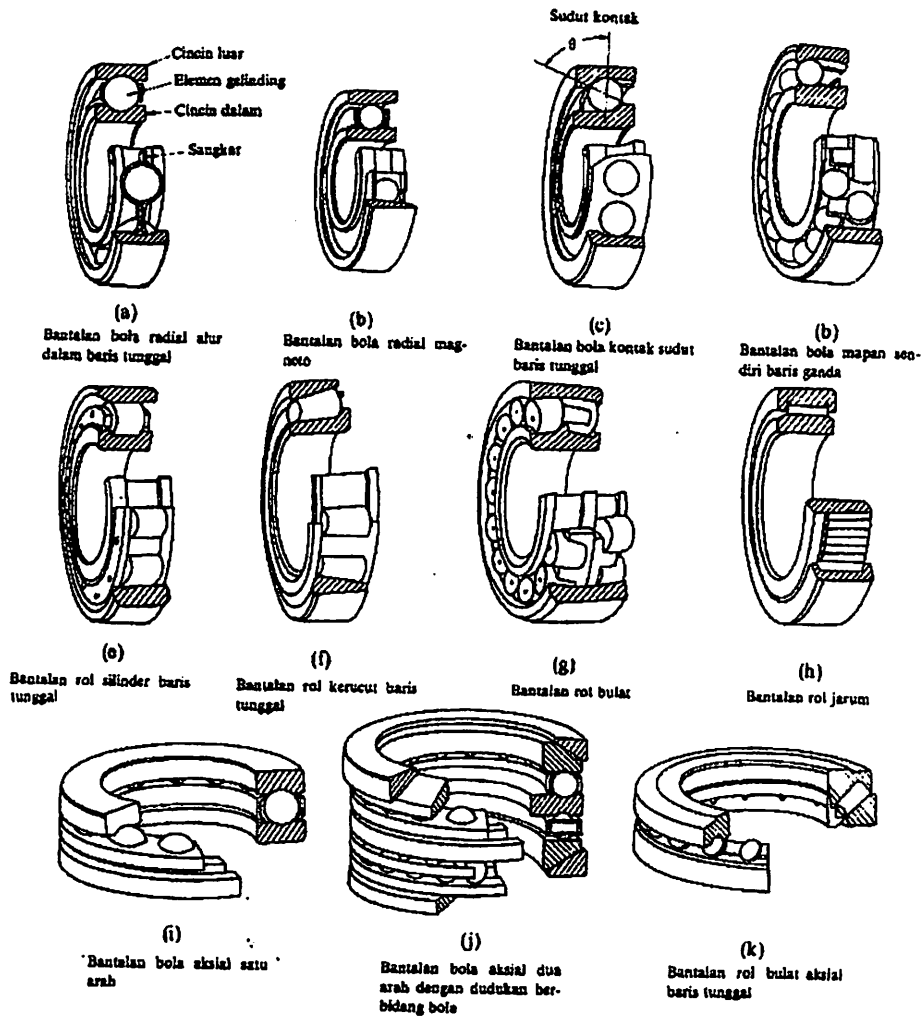
Bantalan adalah elemen mesin yang menumpu poros berbeban, sehingga, putaran atau gerakan bolak-baliknya dapat berlangsung secara halus, aman, dan panjang umurnya. Bantalan harus cukup kokoh untuk memungkinkan poros serta element mesin lainnya bekerja dengan baik. Jika bantalan tidak dapat berfungsi dengan baik maka prestasi seluruhnya system akan menurun atau tak dapat bekerja secara mestinya. Jadi, bantalan dalam permesinan dapat disamakan peranannya sebagai pondasi pada gedung.

### **2.12.1 Bantalan Gelinding**

Pada bantalai ini terjadi gesekan gelinding antara bagian yang berputar dengan yang diam melalui elemen gelinding seperti bola ( peluru ), roll jarum, dan roll bulat. Bantalan ini mempunyai keuntungan gesekan gelinding yang sangat kecil dibandingkan dengan bantalan kerucut.

Bahan bantalan gelinding umumnya terbuat dari baja chrom karbon tinggi. Baja ini dapat memberikan efek stabil pada perlakuan panas dan umumnya panjang dengan keausan sangat kecil.

Bantalan gelinding dapat diklasifikasikan atas bantalan radial, yang terutama membawa beban radial dan sedikit beban aksial, dan bantalan aksial yang membawa beban yang sejajar sumbu poros. Menurut bentuk element gelindingnya dapat pula dibagi atas bantalan bola dan bantalan roll.



Gambar 2.20  
Macam-macam bantalan gelinding

Sumber : Sularso, *Dasr Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin* hal 129

Bantalan gelinding pada umumnya lebih cocok untuk beban kecil dari pada bantalan luncur, tegangan pada bentuk elemen gelinding tersebut . keunggulan bantalan ini adalah gesekannya sangat rendah. Pelumasnya pun sangat sederhana, cukup dengan gemuk, bahkan bantalan yang

memakai sil sendiri tak perlu pelumasan lagi. Karena adanya gerakan elemen gelinding yang sangkar, pada putaran tinggi bantalan ini agak gaduh dibandingkan dengan bantalan luncur.

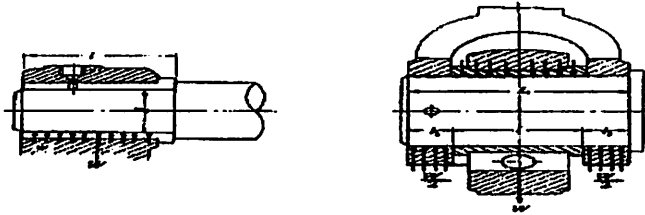
Bahan bantalan gelinding pada umumnya dibuat dari baja chrom karbon tinggi. Baja bantalan dapat memberikan efek stabil pada perlakuan panas. Baja ini dapat memberikan umur panjang dengan keausan yang sangat kecil.

Untuk bantalan yang memberikan kekuatan khusus terdapat kejutan, dipakai baja paduan karbon rendah yang kemudian diberi perlakuan panas yang sementasi. Baja semen yang kedalaman sementasinya dari inti dan permukaannya adalah sedang, dapat menahan tumbukan yang besarnya beberapa kali kemampuan baja bantalan.

Untuk bantalan yang tahan panas dan tahan karat terdapat baja kecepatan tinggi atau deretan martensit dari baja tahan karat. Bahan untuk sangkar yang akan mengalami kontak gesekan dengan elemen gelinding, harus taha haus dan tidak mudah patah. Sangkar untuk bantalan kecil dibuat dengan mengefrais fita baja yang difinisi dari baja karbon rendah atau baja flat yang difinisi.

a. Bantalan Aksial.

Arah beban yang ditumpu bantalan ini adalah tegak lurus sumbu poros

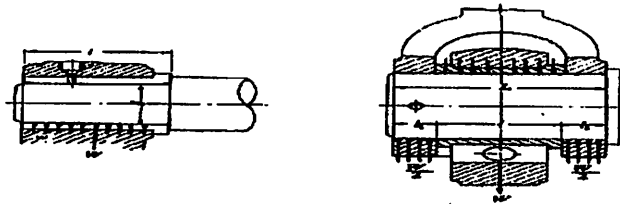


Gambar 2.21  
Bantalan Aksial

Sumber : Sularso, *Dasr Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin* hal 124

b. Bantalan Radial

Arah beban bantalan ini sejajar dengan sumbu poros



Gambar 2.22  
Bantalan Radial Ujung Dan Radial Tengah

Sumber : Sularso, *Dasr Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin* hal 108

c. Bantalan gelinding khusus

Bantalan ini yang arahnya sejajar dan tegak lurus sumbu poros. Dalam penggunaannya bantalan akan mengalami keausan dan kelelahan, keadaan ini disebut umur bantalan ( service live ), umur bantalan adalah jumlah priode putaran atau lamanya putaran dari bantalan yang masih dalam keadaan baik dan dapat dipakai tanpa adanya penurunan kondisi.

### 2.12.2 Rumus Perhitungan Bantalan

1. Faktor Kecepatan (fn)

$$Fn = \left(\frac{33,3}{n}\right)^{1/3} \quad (\text{Sularso hal 136})$$

Dimana : n = putaran

2. Faktor Umur (fh)

$$Fh = fn \frac{C}{p} \quad (\text{Sularso hal 136})$$

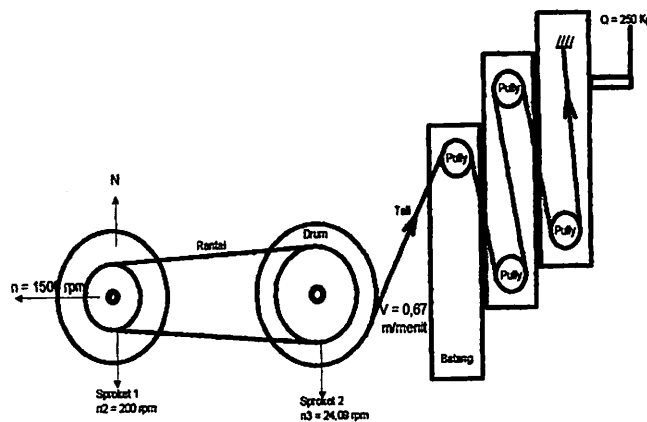
3. Umur Nominal Bantalan (Lh)

$$Lh = 500 fh^3 \quad (\text{Sularso hal 136})$$

**BAB III**  
**PERHITUNGAN**

**3.1 Perencanaan lifter Maintenance**

- Putaran (n) : 1500 rpm  
Daya motor (N) : 3 hp  
Tinggi angkat (h) : 3 meter  
Beban angkat (Q) : 250 Kg  
Kecepatan angkat (v) : 0,67 m/menit



1. Daya statis motor yang diperlukan

Harga efisiensi di asumsikan sebesar 0,8 .....(N. Rudenko hal : 299)

$$N = \frac{Q \cdot v}{\eta \cdot 75} \text{ (HP)}$$

$$N = \frac{250 \cdot 0,67}{0,8 \cdot 75}$$

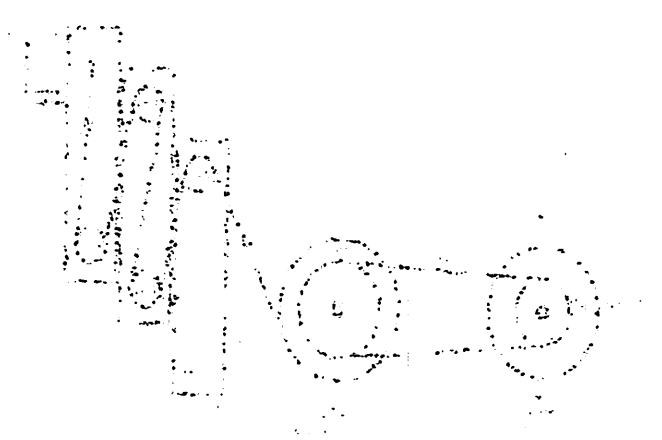
$$N = 2,79 \text{ HP}$$

SECRET

SECRET

SECRET

SECRET	SECRET	SECRET
SECRET	SECRET	SECRET
SECRET	SECRET	SECRET
SECRET	SECRET	SECRET
SECRET	SECRET	SECRET



SECRET

SECRET

SECRET

SECRET

SECRET

SECRET

2. Momen gaya yang dihasilkan motor

$$M_{rated} = 71,620 \cdot \frac{N_{rated}}{n} \text{ (Kg.Cm)}$$

$$M_{rated} = 71,620 \cdot \frac{2,208}{1500} \text{ (Kg.Cm)}$$

$$M_{rated} = 105,4 \text{ KgCm}$$

Dimana:

$N_{rated}$  = Daya motor ternilai

$M_{rated}$  = Momen gaya ternilai motor

**3.1.1 Daya motor**

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{P}{n}$$

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{2,208}{1500}$$

$$T = 143372 \text{ Kg.mm}$$

Dimana:

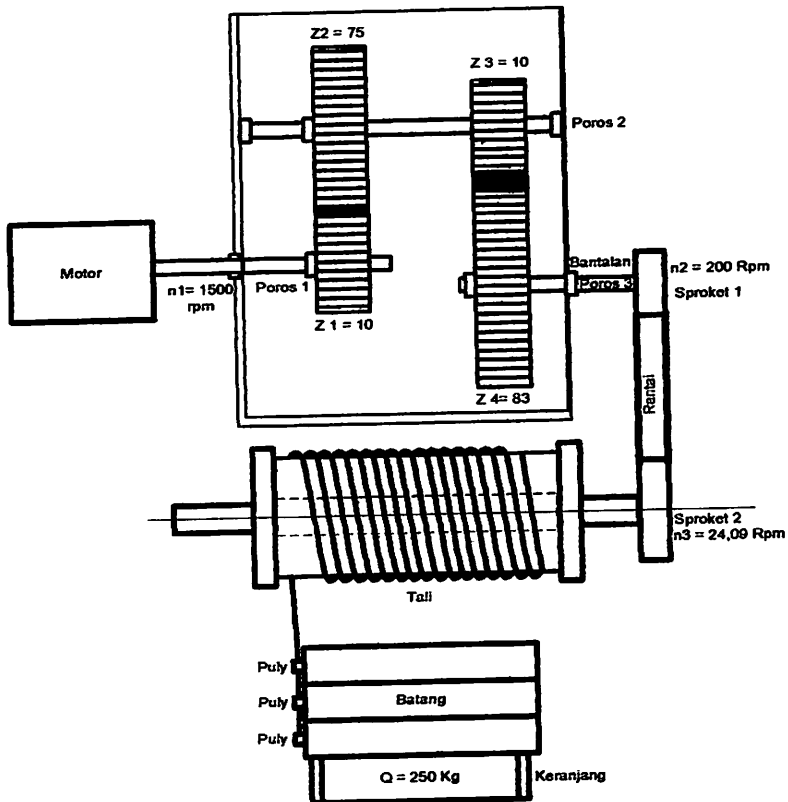
$P$  = daya yang diteruskan motor (kw)

$n$  = putaran poros motor (rpm)

$T$  = torsi



### 3.2 Perencanaan Gear Box



Adapun perencanaan dari gear box ini spesifikasi roda gigi yang dipakai

adalah :

$$Z_1 = 10$$

$$Z_2 = 75$$

$$Z_3 = 10$$

$$Z_4 = 83$$

1. Faktor reduksi

$$i_1 = \frac{z_2}{z_1}$$

$$i_2 = \frac{z_4}{z_3}$$

Dimana :

$i_1$  = perbandingan roda gigi 1 dan 2

$i_2$  = perbandingan roda gigi 3 dan 4

Maka :

$$i_1 = \frac{z_2}{z_1}$$

$$i_1 = \frac{75}{10} = 7,5$$

$$i_2 = \frac{83}{10} = 8,3$$

2. putaran poros yang dihasilkan

a. Putaran poros 1

$n_1$  = putaran motor (1500 rpm )

b. Putaran poros 11

$$n_2 = \frac{n_1}{i_1}$$

$$n_2 = \frac{1500}{7,5}$$

$$n_2 = 200 \text{ rpm}$$

c. Putaran poros 111 ( putaran out gear box )

$$n_3 = \frac{n_2}{i_2}$$

$$n_3 = \frac{200}{8,3}$$

$$n_3 = 24,09 \text{ rpm}$$

Dimana :

$n_1$  = putaran poros 1 atau putaran poros motor (*rpm*)

$n_2$  = putaran poros 2

$n_3$  = putaran poros 3

$i_1$  = perbandingan roda gigi 1 dan 2

$i_2$  = perbandingan roda gigi 3 dan 4

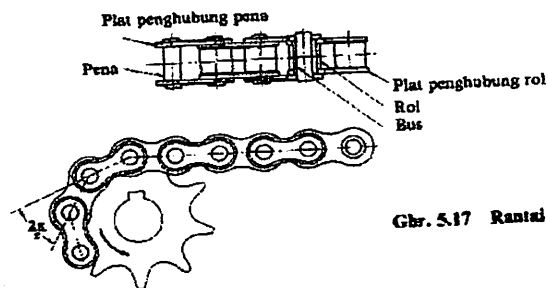
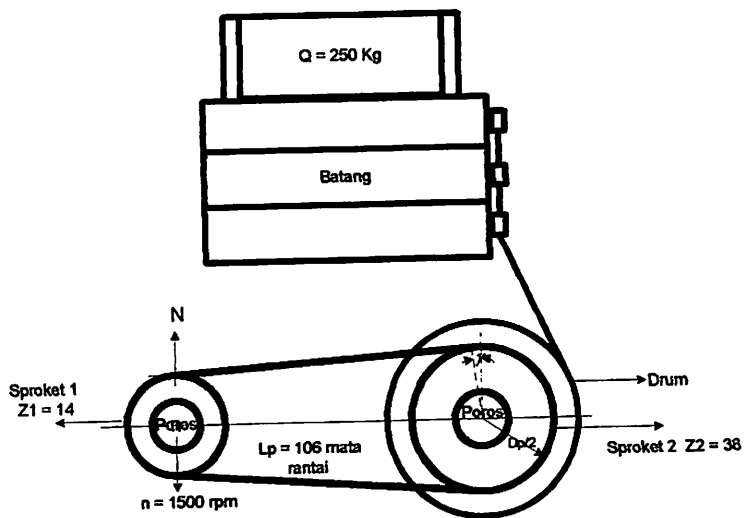
### 3.3 Perencanaan Rantai

Daya motor (N) : 2,208 Kw

Putaran maksimum (n) : 1500 rpm

Jumlah gigi sproket I ( $Z_1$ ) : 14 buah gigi

Jumlah gigi sproket II ( $Z_2$ ) : 38 buah gigi



Gbr. 5.17 Rantai rol.

$$\begin{aligned}n_2 &= n_1 \left( \frac{Z_1}{Z_2} \right) \\ &= 1500 \cdot \left( \frac{14}{38} \right) \\ &= 552 \text{ putaran}\end{aligned}$$

### 3.3.1. Rantai

#### a. Daya Rencana ( Pd )

$$\begin{aligned}P_d &= f_c \cdot N \\ &= 1,2 \cdot 2,208 \\ &= 2,64 \text{ Kw}\end{aligned}$$

Dimana:

$$f_c = \text{Daya rata-rata}$$

#### b. Momen Torsi Rencana ( T )

$$\begin{aligned}T_l &= 9,74 \times 10^5 \left( \frac{P_d}{n_1} \right) \\ &= 9,74 \times 10^5 \left( \frac{2,64}{1500} \right) \\ &= 172008 \text{ kg.mm}\end{aligned}$$

c. Kecepatan Rantai (  $V$  )

Sesuai dengan diagram pemilihan rantai rol untuk rangkaian tunggal maka di dapatkan rantai dengan nomor rantai 40.

Jarak bagi (  $P$  ) : 12,70 mm

Diameter rol (  $R$  ) : 7,94 mm

Lebar rol (  $W$  ) : 7,95 mm

Diameter pena (  $D$  ) : 3,97 mm

Plat Mata Rantai :

Tebal (  $T$  ) : 1,5 mm

Lebar (  $H$  ) : 12,0 mm

Lebar (  $h$  ) : 10,4 mm

Batas kekuatan tarik rata – rata (  $F_b$  ) : 1950 kg

Beban maksimum yang diijinkan (  $F_u$  ) : 300 kg

Berat kasar rantai : 0,64 kg

$$\begin{aligned} V &= \frac{P \times Z_1 \times n_1}{1000 \times 60} \\ &= \frac{12,70 \times 14 \times 1500}{1000 \times 60} \\ &= 4,445 \text{ m/det} \end{aligned}$$

d. Beban Rencana (  $F$  )

$$\begin{aligned} F &= \frac{102 \times p_d}{v} \text{ (kg)} \\ &= \frac{102 \times 0,88}{4,445} = 20,19 \text{ kg} \end{aligned}$$

Beban rencana ( F ) lebih kecil dari pada beban maksimum (  $F_u$  ), maka rantai yang digunakan sudah sesuai yaitu rantai nomor seri 40 rangkaian tunggal Untuk jarak sumbu poros dapat dibuat sependek mungkin, sampai gigi kedua sprocket hampir bersentuhan. Tetapi yang ideal adalah antara 30 ÷ 50 kali jarak bagi rantai. Di sini diansumsikan jarak bagi rantai (  $C_p$  ) 40.

e. Panjang Rantai (  $L_p$  )

$$\begin{aligned} L_p &= \frac{Z_1 + Z_2}{2} + 2 \cdot C_p + \frac{\left(\frac{Z_2 - Z_1}{6,28}\right)^{-2}}{C_p} \\ &= \frac{14 + 38}{2} + 2 \cdot 40 + \frac{\left(\frac{38 - 14}{6,28}\right)^{-2}}{40} \\ &= 106 \text{ mata rantai} \end{aligned}$$

f. Jarak antara Sumbu Poros

$$\begin{aligned} C_p &= \frac{1}{4} \left\{ \left( L - \frac{Z_1 - Z_2}{2} \right) + \sqrt{\left( L - \frac{Z_1 - Z_2}{2} \right)^{-2} - \frac{2}{9,86} (Z_1 - Z_2)^2} \right\} \\ &= \frac{1}{4} \left\{ \left( 106 - \frac{14 + 38}{2} \right) + \sqrt{\left( 106 - \frac{14 + 38}{2} \right)^{-2} - \frac{2}{9,86} (38 - 14)^2} \right\} \\ &= 37,73 \text{ mata rantai} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C &= C_P \times p \\ &= 37,73 \times 12,70 \\ &= 479,26 = 48 \text{ cm} \end{aligned}$$

### 3.4 Perencanaan Sproket

#### 3.4.1 Sproket I

a. Diameter Jarak Bagi Sproket ( $d_p$ )

$$\begin{aligned} d_p &= \frac{P}{\sin\left(\frac{180^\circ}{Z_1}\right)} \\ &= \frac{P}{\sin\left(\frac{180^\circ}{14}\right)} = 57,2 = 57 \text{ mm} \end{aligned}$$

b. Diameter Luar Sproket ( $d_k$ )

$$\begin{aligned} d_k &= \left\{ 0,6 + \text{cgt}\left(\frac{180^\circ}{Z_1}\right) \right\} \times p \\ &= \left\{ 0,6 + \text{cgt}\left(\frac{180^\circ}{14}\right) \right\} 12,70 = 59,14 = 59 \text{ mm} \end{aligned}$$

c. Diameter Naf maksimum sproket ( $d_b \text{ max}$ )

$$\begin{aligned} d_{b_{\text{max}}} &= p \times \left\{ \text{cgt}\left(\frac{180^\circ}{Z_1}\right) - 1 \right\} - 0,76 \\ &= 12,70 \times \left\{ \text{cgt}\left(\frac{180^\circ}{14}\right) - 1 \right\} - 0,76 = 38,06 = 38 \text{ mm} \end{aligned}$$



d. Berat Sproket I ( $W_{sp1}$ )

$$\begin{aligned}W_{sp1} &= \frac{\pi}{4} \cdot d_k^2 \cdot t \cdot \gamma \\&= \frac{\pi}{4} \cdot (38)^2 \cdot 6,95 \cdot 7,86 \cdot 10^{-6} \\&= 0,149 \text{ kg}\end{aligned}$$

Keterangan :

$$t = \text{Tebal sprocket} = 6,95 \text{ mm}$$

$$= \text{Berat jenis baja karbon} = 7,86 \times 10^{-6}$$

e. Berat bahan yang dibuang

$$\begin{aligned}W_{sp2} &= \frac{\pi}{4} \cdot d_k^2 \cdot t \cdot \gamma + \frac{\pi}{4} \cdot (d_k - d_p)^2 \cdot t \cdot \gamma \\&= \frac{\pi}{4} \cdot (38)^2 \cdot 6,95 \cdot 7,86 \cdot 10^{-6} + \frac{\pi}{4} \cdot (14 - 38)^2 \cdot 6,95 \cdot 7,86 \cdot 10^{-6} \\&= 0,063 \text{ kg}\end{aligned}$$

f. Berat Bersih Sproket

$$\begin{aligned}W_{sp2} &= W_{sp1} - W_{sp2} \\&= 0,149 - 0,063 \\&= 0,086 \text{ kg}\end{aligned}$$

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

### 3.4.2 Sproket II

a. Diameter Jarak Bagi Sproket ( $D_p$ )

$$\begin{aligned} D_p &= \frac{P}{\sin\left(\frac{180^\circ}{Z_2}\right)} \\ &= \frac{P}{\sin\left(\frac{180^\circ}{38}\right)} \\ &= 155 \text{ mm} \end{aligned}$$

b. Diameter Luar Sproket ( $D_k$ )

$$\begin{aligned} D_k &= \left\{ 06 + \text{cgt}\left(\frac{180^\circ}{Z_2}\right) \right\} \times p \\ &= \left\{ 06 + \text{cgt}\left(\frac{180^\circ}{38}\right) \right\} 12,70 \\ &= 238 \text{ mm} \end{aligned}$$

c. Diameter Naf maksimum sproket ( $D_b \text{ max}$ )

$$\begin{aligned} db_{\text{max}} &= p \times \left\{ \text{cgt}\left(\frac{180^\circ}{Z_2}\right) - 1 \right\} - 0,76 \\ &= 12,70 \times \left\{ \text{cgt}\left(\frac{180^\circ}{38}\right) - 1 \right\} - 0,76 \\ &= 217 \text{ mm} \end{aligned}$$

d. Berat Sproket I ( $W'$ )

$$\begin{aligned}W_{sp2} &= \frac{\pi}{4} \cdot d_k^2 \cdot t \cdot \gamma \\ &= \frac{\pi}{4} \cdot (238)^2 \cdot 6,95 \cdot 7,86 \cdot 10^{-6} \\ &= 2,430 \text{ kg}\end{aligned}$$

Keterangan

t = Tebal sprocket = 6,95 mm

$\gamma$  = Berat jenis baja karbon =  $7,86 \times 10^{-6}$

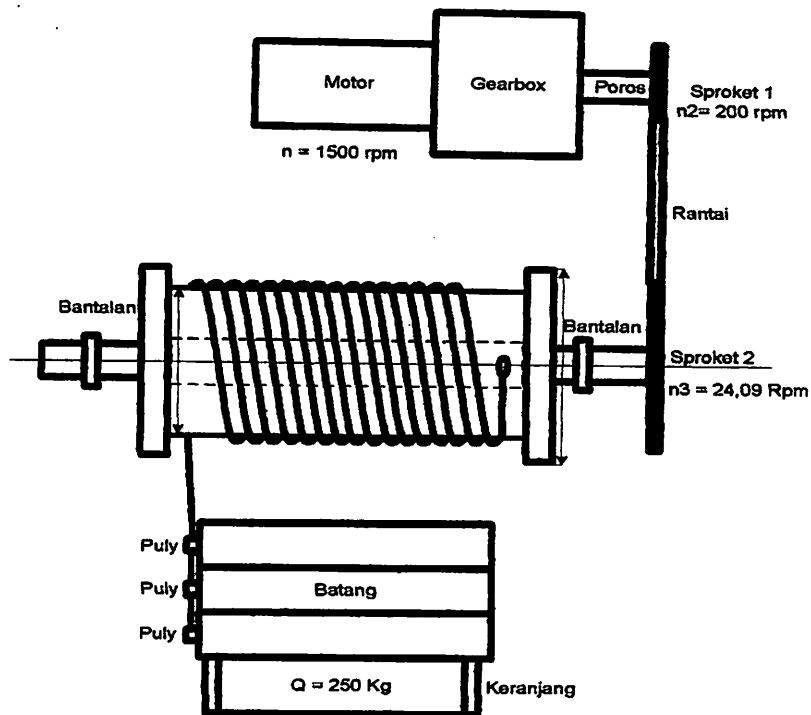
e. Berat bahan yang dibuang

$$\begin{aligned}W_{sp2} &= \frac{\pi}{4} \cdot d_b^2 \cdot t \cdot \gamma + \frac{\pi}{4} \cdot (d_k - d_p)^2 \cdot t \cdot \gamma \\ &= \frac{\pi}{4} \cdot (271)^2 \cdot 6,95 \cdot 7,86 \cdot 10^{-6} + \frac{\pi}{4} \cdot (238 - 231)^2 \cdot 6,95 \cdot 7,86 \cdot 10^{-6} \\ &= 2,022 \text{ kg}\end{aligned}$$

f. Berat Bersih Sproket

$$\begin{aligned}W_{sp2} &= W_{sp1} - W_{sp2} \\ &= 2,430 - 2,022 \\ &= 0,408 \text{ kg}\end{aligned}$$

### 3.5 Perencanaan Drum



$$D \geq e_1 \cdot e_2 \cdot d$$

$$D \geq 11,1 \cdot 5,0 \cdot 95$$

$$D \geq 15,67 \text{ mm maka diambil } D \approx 16$$

Dimana :

$e_1$  = adalah factor yang tergantung pada alat pengangkat dan kondisi operasinya dimana alat pengangkat adalah motor listrik dan digerakan oleh daya dengan kondisi ringan  $\approx 11$

$e_2$  = adalah factor yang tergantung ada konstruksi tali 0,95

$r$  = diameter tali  $\approx 1,5 \text{ mm}$

Maka  $r_1 = 5,0$ ..... ( berdasarkan table N.Rudenko hal 74 )

$$S_1 = 11$$

$$r_2 = 1,5$$

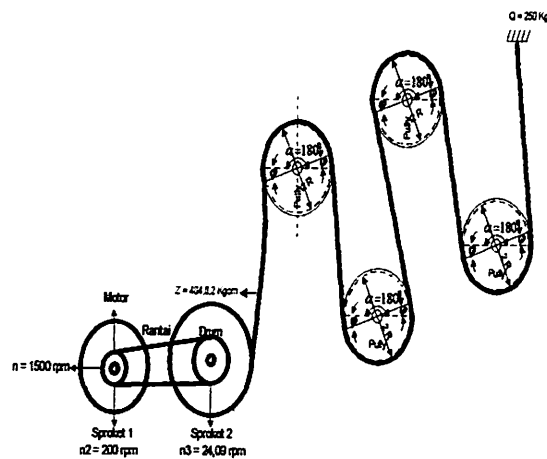
$$S_2 = 13$$

$$C_1 = 3$$

$$C_2 = 6,5$$

bahan drum direncanakan dibuat menurut standart Jepang dari baja tempa kel crom molibden standart JIS 3222 SFNCM 110 D dengan kekuatan tarik (ltimate breaking strength) antara 110 – 125 kg/mm<sup>2</sup>

### 3.6 Perencanaan Puli



#### 1. Gaya tarik (Z)

$$Z = Q \left( 1 + \frac{2e}{R \cos \alpha} \right)$$

$$= 250 \left( 1 + \frac{2.1.02}{3.0,906} \right)$$

$$= 404,02 \text{ kg.cm}$$

2. Hambatan gesek pada bantalan (w)

$$w = Q \cdot \mu \frac{d^1}{R}$$

$$= 250.0,9 \cdot \frac{0,5}{3}$$

$$= 37,35 \text{ kg}$$

Dimana :

Z = Gaya tarik

Q = Jarak legan gaya

W = Hambatan gesek pada bantalan

d = Diameter poros tali

$\mu$  = Koefisien gesek

R = Diameter dalam

1950

1951

1952

1953

1954

1955

1956

1957

1958

1959

1960

1961

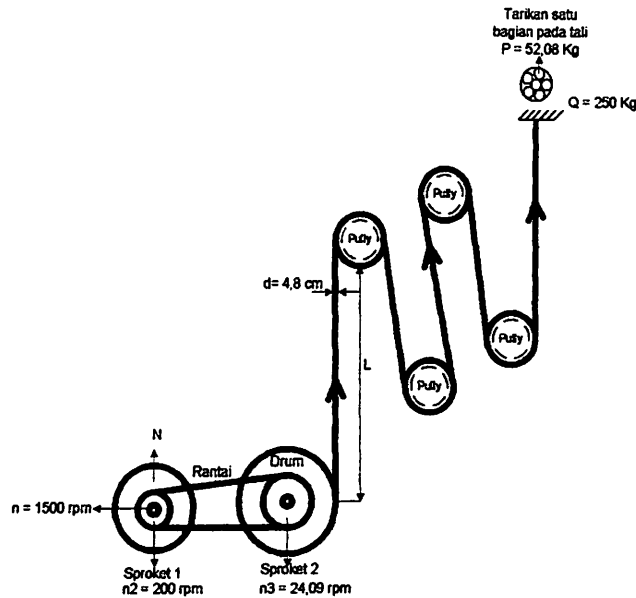
1962

1963

1964



### 3.7 Perencanaan Tali Baja



Tali yang digunakan pada maintenance lift dengan sebuah drum  $n = 1$  untuk mengangkat batang dan keranjang dengan berat maksimal ( $Q$ ) = 250 kg adalah :

- Diameter kawat = 0,5
- Jumlah kawat =  $6 \times 7 = 42$
- Kekuatan tarik =  $13000 \text{ kg/mm}^2$
- $n = 1$  didapat maka  $\frac{D_{\min}}{d} = 16$

a. Diameter tali :

$$d = 1,5\delta\sqrt{i}$$

$$d = 1,5 \times 0,5 \sqrt{42}$$

$$d = 4,8 \text{ mm}$$

b. Tarikan pada satu bagian tali:

$$p = \frac{Q}{6,\eta}$$

$$p = \frac{250}{6,0,8}$$

$$p = 52,08 \text{ kg}$$

c. Beban putus tali :

$$S = P.K$$

$$S = 52,08 \times 6$$

$$S = 312,48 \text{ Kg}$$

Dimana :

$$K = (\text{factor keamanan}) = 6$$

d. Penampang tali (F) dengan jumlah kawat  $I=222$

$$F_{(222)} = \frac{S}{\frac{\sigma_b}{K} - \frac{d}{D_{\min}}} 3600$$

$$F_{(222)} = \frac{312,48}{\frac{13000}{6} - \frac{1}{16}} 3600$$

$$F_{(222)} = 0,160 \text{ cm}^2$$

e. Tegangan tarik ( $\sigma_t$ ) yang terjadi pada tali :

$$\sigma_t = \frac{P}{F}$$

$$\sigma_t = \frac{52,08}{0,160}$$

$$\sigma_t = 325,5 \text{ kg/cm}^2$$

Jadi tali yang digunakan aman, karena tegangan tarik bahan lebih besar dari tegangan tarik yang di tarik tali saat pengoprasian  $\sigma_b \geq \sigma_t$

### **.3.8 Perencanaan Poros**

#### **3.8.1. Poros I**

Data – data yang diketahui :

$$P_d = 15,72 \text{ kg}$$

$$T_l = 1801,3 \text{ kg}$$

$$F = 72,85 \text{ kg}$$

$$W_{spl} = 0,086 \text{ kg}$$

Berat kasar rantai = 0,64 kg

Bahan poros baja karbon S45c dengan kekuatan tarik ( $\sigma_b$ ) = 58

kg/mm<sup>2</sup>

a. Tegangan geser yang di ijjinkan ( $\tau_a$ )

Untuk bahan S-C dengan pengaruh massa, dan baja paduan  $S_{r1} = 6,0$ . karena adanya pengaruh kekasaran permukaan dan pengaruh teggangan harga  $S_{12} = 1,3 \div 3,0$  diambil 2 (sularso hal 8)

$$\begin{aligned}\tau_a &= \frac{\sigma_B}{S_{r1} \cdot S_{12}} \\ &= \frac{58}{6.2} \\ &= 4,83 \text{ kg/mm}^2\end{aligned}$$

b. Diameter poros ( $d_s$ )

$$\begin{aligned}d_s &= \left[ \frac{5,1}{\tau_a} \times K_1 \times C_b \times T_1 \right]^{\frac{1}{3}} \\ &= \left[ \frac{5,1}{4,83} \times 1 \times 2 \times 1801,3 \right]^{\frac{1}{3}} \\ &= 15,61 = 16 \text{ mm}\end{aligned}$$

c. Momen Lentur ( $M$ )

$$\begin{aligned}M &= \left[ \frac{16}{10,2} \right]^{\frac{1}{3}} \\ &= \left[ \frac{16}{10,2} \right]^{\frac{1}{3}} \\ &= 1,96 \text{ kg.mm}\end{aligned}$$

d. Tenggangan Geser Maksimum ( $\tau_{\max}$ )

$$\begin{aligned}\tau_{\max} &= \left(\frac{5,1}{d_s}\right) \cdot \sqrt{(K_m \cdot M)^2 + (K_1 \cdot T)^2} \\ &= \left(\frac{5,1}{d_s}\right) \cdot \sqrt{(1,5 \cdot 1,96)^2 + (1.1801,3)^2} \\ &= 2,24 \text{ kg/mm}^2\end{aligned}$$

e. Gaya – gaya Yang terjadi pada Poros

Gaya reaksi vertical

Berat rantai kasar : 0,64 kg

Barat sprocket I : 0,086 kg

Barat total ( p ) : 0,726 kg

Panjang poros ( L ) : 150 mm

$$\Sigma M_B = 0$$

$$p \cdot 150 + R_A \cdot 100 = 0$$

$$- 0,726 \cdot 150 + R_A \cdot 100 = 0$$

$$R_A = 1,089 \text{ kg}$$

Momen vertical

$$M_V = R_A \times 100$$

$$M_V = 1,089 \times 100$$

$$= 108,9 \text{ kg.mm}$$

Gaya reaksi horizontal

$$\Sigma M_B = 0$$

$$- F \cdot 150 + R_A \cdot 100 = 0$$

$$- 6,85 \cdot 150 + R_A \cdot 100 = 0$$

$$R_A = 101,75 \text{ kg}$$

$$F - R_A - R_B = 0$$

$$68,5 - 102,75 - R_B = 0$$

$$R_B = - 34,25 \text{ kg}$$

Momen horizontal

$$M_H = R_B \times 100$$

$$M_H = 34,25 \times 100$$

$$= 3425 \text{ kg.mm}$$

Momen gabungan

$$M = \sqrt{M_v^2 + M_v^2}$$

$$M = \sqrt{(108,9)^2 + (3425)^2}$$

$$= 3426,7 \text{ kg}$$

### **3.8.2. Poros II**

Data – data yang diketahui

$$P_d = 15,72 \text{ kg}$$

$$T_l = 1801,3 \text{ kg}$$

$$F = 68,5 \text{ kg}$$

$$W_{spl} = 0,086 \text{ kg}$$

Berat kasar rantai = 0,64 kg

Panjang poros = 200

Beban yang di terima poros diasumsikan = 125 kg

Bahan poros baja krom nikel molibden NSCM 25 dengan kekuatan tarik ( $\sigma_B$ ) = 120 kg/mm<sup>2</sup>

Poros II merupakan gandar yang hanya mendapatkan beban lentur.

a. Tegangan Lentur yang di ijinakan ( $\tau_a$ )

Untuk bahan S-C dengan pengaruh massa, dan baja paduan  $S_{r1} = 6,0$  karena adanya pengaruh kekasaran permukaan dan pengaruh tahanan harga  $S_{12} = 1,3 \div 3,0$  diambil 2 ..(sularso hal 8)

$$\begin{aligned}\tau_a &= \frac{\sigma_B}{S_{f1} \cdot S_{f2}} \\ &= \frac{120}{6,2} \\ &= 10 \text{ kg/mm}^2\end{aligned}$$

b. Diameter poros ( $d_s$ )

$$\begin{aligned}d_s &= \left[ \frac{5,1}{\tau_a} \times K_1 \times C_b \times T \right]^{\frac{1}{3}} \\ &= \left[ \frac{5,1}{10} \times 1 \times 2 \times 7900,5 \right]^{\frac{1}{3}} \\ &= 20,04 = 20 \text{ mm}\end{aligned}$$

c. Momen Lentur ( $M$ )

$$\begin{aligned} M &= \left[ \frac{d_s}{\frac{10,2}{\tau_a}} \right] \\ &= \left[ \frac{20}{\frac{10,2}{10}} \right] \\ &= 1,25 \text{ kg.mm} \end{aligned}$$

d. Tenggangan Geser Maksimum ( $\tau_{\max}$ )

$$\begin{aligned} \tau_{\max} &= \left( \frac{5,1}{d_s} \right) \cdot \sqrt{(K_m M)^2 + (K_1 T)^2} \\ &= \left( \frac{5,1}{20} \right) \cdot \sqrt{(1,5 \cdot 125)^2 + (1.7900,5)^2} \\ &= 5,03 \text{ kg/mm}^2 \end{aligned}$$

e. Berat Poros

$$\begin{aligned} W_{p2} &= \frac{\pi}{4} \times 20^2 \times 200 \cdot 7,8 \cdot 10^{-6} \\ &= 0,490 \text{ Kg} \end{aligned}$$



### 3.9. Perencanaan Pasak

#### 3.9.1. Perencanaan Pasak Pada Poros I

Berdasarkan hasil perhitungan poros didapat  $d_s = 16 \text{ mm}$ , maka dimensi pasak dapat dilihat pada lampiran :

- ukuran nominal pasak (bxh) = 5 x5
- ukuran standart (h) = 5
- C = 0,25 – 0,40
- I = 10 -56
- ukuran standart t1 = 3,0
- ukuran standart t2 = 3,0
- pasak prismatic dan pasak luncur = 2,3
- pasak tirus = 1,7

#### a. Gaya Tangensial ( f )

$$\begin{aligned} f &= \frac{T}{d_s/2} \\ &= \frac{1081,3}{(16/2)} \\ &= 225,16 \text{ kg} \end{aligned}$$

#### b. Tenggangan Geser Yang terjadi

menurut sularso panjang pasak yang baik antara 0,75 – 1,5 dari diameter poros ( $d_s$ ), maka panjang pasak yang dipakai  $0,75 \times 16 = 12$

$$\begin{aligned}\tau_k &= \frac{F}{bI} \\ &= \frac{225,16}{5,12} = 3,75 \text{ kg/mm}^2\end{aligned}$$

c. Tenggangan Geser yang diijinkan ( $\tau_a$ )

bahan poros tersebut dari baja-baja karbon S50C dengan

kekuatan tarik ( $\sigma_B$ ) = 62 kg/mm<sup>2</sup>

$$\begin{aligned}w &= \frac{\sigma_B}{S_{f1} S_{f2}} \\ &= 62 / 6,2 \\ &= 5,16 \text{ kg/mm}^2\end{aligned}$$

d. Tekanan Permukaan

$$\begin{aligned}P &= \frac{F}{l \times (t_1 \text{ atau } t_2)} \\ &= \frac{225,6}{12,3} \\ &= 6,25 \text{ kg/mm}^2\end{aligned}$$

### 3.9.2. Perencanaan Pasak Pada Poros II

Berdasarkan hasil perhitungan poros didapat  $d_s = 1 = 20 \text{ mm}$ , maka dimensi pasak dapat dilihat pada lampiran

- Ukuran nominal pasak (b x h) = 6 x 6
- Ukuran standart (h) = 6
- C = 0,25-0,40
- I = 14 – 70
- Ukuran standart t1 = 3,5
- Ukuran standart t2
  - pasak prismatic dan pasak lurus = 2,8
  - pasak tirus = 2,2

a. Gaya Tangensial ( f )

$$F = \frac{T}{(d_s / 2)}$$
$$= 7933,3 / (20/2)$$
$$= 793,33 \text{ kg}$$

b. Tegangan Geser Yang terjadi

Menurut sularso panjang pasak yang baik antara 0,75 – 1,5 dari diameter poros (ds), maka panjang pasak yang dipakai  $0,57 \times 20 = 11,4$  karena 11,4 tidak ada dalam table maka diambil yang terdekat = 16 mm

$$\tau_k = f / lb$$
$$= 793,33 / (6 \cdot 16)$$

1947

1947

1947

1947

1947

1947

1947

1947

1947

1947

1947

1947

1947

1947

1947

1947

1947

1947

1947

1947

1947

1947

1947

$$= 8,26 \text{ kg/mm}^2$$

c. Tenggangan Geser yang diijinkan ( $\tau_a$ )

Bahan pasak terdiri dari baja krom nikel mibibden NSCM

25 dengan kekuatan tarik ( $\tau_a$ ) = 120 kg/mm<sup>2</sup>

$$\tau_a = \frac{\sigma_B}{S_{f1} S_{f2}}$$

$$= 120 / 6.2$$

$$= 10 \text{ kg/mm}^2$$

d. Tekanan Permukaan

$$P = \frac{F}{l \times (t_1 \text{ atau } t_2)}$$

$$= 793,33 / 16 \cdot 3,5$$

$$= 14,16 \text{ kg/mm}^2$$

### 3.10. Perencanaan Bantalan

#### 3.10.1. Perencanaan Bantalan Pada Poros I

Berdasarkan hasil perhitungan poros, didapat  $d_s = 16$  mm, maka bantalan yang dipakai :

Nomor bantalan	= 6002
Jenis bantalan	= bantalan terbuka
Diameter bantalan (d)	= 15
Diameter luar (D)	= 32
Lebar bantalan (B)	= 9
r	= 0,5
kapasitas nominal dimesni spesifik (C)	= 440
kapasitas nominal statis spesifik (C <sub>o</sub> )	= 263

a) Faktor Kecepatan ( $f_n$ )

$$\begin{aligned} f_n &= \left[ \frac{33,3}{n} \right]^{1/3} \\ &= \left[ \frac{33,3}{1500} \right]^{1/3} \\ &= 0,22 \end{aligned}$$

b) Faktor Umur ( $f_h$ )

$$\begin{aligned} f_h &= f_n \frac{C}{P} \\ &= 0,22 \times \frac{440}{68,82} \\ &= 14 \end{aligned}$$

c) Umur Nominal Bantalan ( $L_h$ )

$$\begin{aligned}L_h &= 500 \times f_h^2 \\ &= 500 \times 102^2 \\ &= 530,6 \text{ jam kerja}\end{aligned}$$

### 3.10.2. Perencanaan Bantalan Pada Poros II

Berdasarkan hasil perhitungan poros, didapat  $d_{s2} = 20$  mm, maka bantalan yang dipakai :

Nomor bantalan	= 6204
Jenis bantalan dalam	= jenis terbuka
Diameter dalam (d)	= 20
Diameter luar (D)	= 47
Lebar bantalan (B)	= 14
r	= 1,5
kapasitas nominal dimensi spesifik (C)	= 1000
kapasitas nominal statis spesifik ( $C_0$ )	= 635

a. Faktor Kecepatan ( $f_n$ )

$$\begin{aligned}f_n &= [33.3/n]^{1/3} \\ f_n &= [33,3/1938]^{1/3} \\ f_n &= 0,26\end{aligned}$$

b. Faktor Umur ( $f_h$ )

$$f_h = f_n \cdot C/P$$

$$f_n = 0,26 \cdot \frac{1000}{69,39} = 3,74$$

c. Umur Nominal Bantalan ( $L_h$ )

$$L_h = 500 f_h^3$$

$$L_h = 500 \cdot 3,73^3$$

$$L_h = 26.156,8 \text{ jam kerja}$$



## **BAB IV**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **4.1 Kesimpulan**

Dari bahasan tersebut maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

##### **4.1.1 Pemilihan Motor**

Untuk pemilihan motor parameter yang perlukan adalah: pemilihan daya motor yang tepat, momen gaya yang dihasilkan motor dan putaran motor apabila penentuan parameter tersebut tidak sesuai maka kinerja lifter maintenance tidak akan berjalan dengan normal dan motor akan muda terbakar.

##### **4.1.2 Demensi Sprocket.**

Untuk menghitung demensi sprocket parameter yang diperlukan adalah: jarak bagi sprocket, diameter luar sprocket, dan diameter naf maksimum sprocket dari parameter tersebut semakin tinggi putaran rantai maka semakin kecil beban yang diterima oleh sprocket begitu juga sebaliknya, usia pemakaian semakin tinggi beban yang di kenakan maka akan semakin cepat pula sprocket mengalami keausan dan sebaliknya.

#### **4.1.3 Demensi Drum**

Untuk menghitung demensi drum parameter yang diperlukan adalah: lilitan tali baja yang digunakan untuk mengangkat beban yang digerakan oleh daya putaran dan diameter drum yang diijinkan  $D \geq e_1 \cdot e_2 \cdot d$  (mm) maka diameter yang diambil 16 mm dan juga dilihat dari data tabel, kekuatan tariknya antara 110-125 kg/mm<sup>2</sup>. Diameter drum tergantung pada diameter tali. Untuk drum penggerak daya, drum selalu dilengkapi dengan alur heliks.

#### **4.1.4 Demensi Tali Baja**

Untuk menghitung demensi tali baja parameter yang diperlukan adalah : dari diameter tali akan menghasilkan tarikan pada satu bagian tali, dari beban maksimal tali akan didapatkan penampang tali dengan dan jumlah lilitan kawat, maka akan di dapat tegangan tarik pada tali, jadi tali yang digunakan aman karena tegangan tarik bahan lebih besar dari tegangan tarik yang ditarik tali saat pengoprasian.

#### **4.1.5 Demensi Poros.**

Untuk menghitung demensi poros parameter yang diperlukan adalah: dari daya yang ditransmisikan menghasilkan daya rencana dari daya dan putaran menghasilkan torsi, dari torsi bisa dicari tegangan puntir dan dari tegangan puntir maka bisa dihitung demensi poros

1945-1946

1945-1946

1945-1946

1945-1946

1945-1946

1945-1946

1945-1946

1945-1946

#### **4.1.6 Demensi Pasak**

Untuk menghitung demensi pasak, parameter yang diperlukan adalah: dari data tabel, maka demensi pasak dapat diketahui dari gaya dan demensi pasak menghasilkan kekuatan dan tekanan permukaan pada pasak.

#### **4.1.7 Pemilihan Bantalan**

Untuk pemilihan bantalan, parameter yang diperlukan adalah: dari diameter poros, maka pemilihan bantalan dapat dilihat pada tabel. Untuk menghitung factor kecepatan, factor umur dan umur nominal dapat dilihat data dari tabel.

#### **4.2 Saran**

1. Pada setiap perencanaan mesin terutama pada pemilihan bahan yang digunakan pada demensi komponen mekanis harus sesuai dengan hasil perencanaan (perhitungan demensi komponen).
2. Pada proses perencanaan mesin (perakitan dan pemasangan komponen-komponennya) harus dilakukan dengan teliti dan cermat, karna proses perancangan mesin merupakan faktor penentu atas keberhasilan atau kegagalan pada suatu perencanaan.
3. Biaya prakitan mesin juga perlu dipertimbangkan agar kita bisa menghemat baik tenaga maupun materi yang dikeluarkan.
4. Pada pengoprasian mesin ini diharapkan tidak dipaksakan melebihi kapasitas yang telah ditentukan hal ini akan menyebabkan mesin cepat rusak.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Sularso (1991), *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*, Pradnya Paramita, Jakarta.
2. N. Rudenko (2002) *Mesin Pengangkat* , Penerbit Erlangga.
3. Moch Trisno *Diktat Alat Angkat Dan Alat Berat*.

# LAMPIRAN

## 1. Perencanaan lifter Maintenance

Putaran (n) : 1500 rpm

Daya motor (N) : 3 hp

Tinggi angkat (h) : 3 meter

Beban angkat (Q) : 250 Kg

Kecepatan angkat (v) : 0,67 m/menit

a) Daya statis motor yang diperlukan ( $N$ )

$$= 2,79 \text{ HP}$$

b) Momen gaya yang dihasilkan motor ( $M_{rated}$ )

$$= 105,4 \text{ KgCm}$$

1.1 Daya motor

$$T = 143372 \text{ Kg.mm}$$

## 1.2 Perencanaan Gear Box

1. Faktor reduksi ( $i_2$ )

$$= 8,3$$

2. putaran poros yang dihasilkan

a. Putaran poros 1

$$n_1 = \text{putaran motor (1500 rpm)}$$

b. Putaran poros 11

$$n_2 = 200 \text{ rpm}$$

c. Putaran poros 111 ( putaran out gear box )

$$n_3 = 24,09 \text{ rpm}$$

### 1.3 Perencanaan Rantai

Daya motor	(N)	: 2,208 Kw
Putaran maksimum	(n)	: 1500 rpm
Jumlah gigi sproket I ( $Z_1$ )		: 14 buah gigi
Jumlah gigi sproket II ( $Z_2$ )		: 38 buah gigi

#### 1.3.1. Rantai

a. Daya Rencana ( Pd )

$$= 2,64 \text{ Kw}$$

b. Momen Torsi Rencana ( T )

$$= 172008 \text{ kg.mm}$$

c. Kecepatan Rantai ( V )

$$= 4,445 \text{ m/det}$$

d. Beban Rencana ( F )

$$= 20,19 \text{ kg .}$$

e. Panjang Rantai (  $L_P$  )

$$= 106 \text{ mata rantai}$$

f. Jarak antara Sumbu Poros (  $C_P$  )

$$= 37,73 \text{ mata rantai}$$



## 1.4 Perencanaan Sproket

### 1.4.1 Sproket I

a. Diameter Jarak Bagi Sproket ( $d_p$ )

$$= 57,2 = 57 \text{ mm}$$

b. Diameter Luar Sproket ( $d_k$ )

$$= 59,14 = 59 \text{ mm}$$

c. Diameter Naf maksimum sproket ( $d_b \text{ max}$ )

$$= 38,06 = 38 \text{ mm}$$

d. Berat Sproket I ( $W_{sp1}$ )

$$= 0,149 \text{ kg}$$

e. Berat bahan yang dibuang ( $W_{sp2}$ )

$$= 0,063 \text{ kg}$$

f. Berat Bersih Sproket ( $W_{sp2}$ )

$$= 0,086 \text{ kg}$$

### 1.4.2 Sproket II

a. Diameter Jarak Bagi Sproket ( $D_p$ )

$$= 155 \text{ mm}$$

b. Diameter Luar Sproket ( $D_k$ )

$$= 238 \text{ mm}$$

c. Diameter Naf maksimum sproket ( $D_b \text{ max}$ )

$$= 217 \text{ mm}$$

d. Berat Sproket I ( $W^i$ )

$$= 2,430 \text{ kg}$$

e. Berat bahan yang dibuang ( $W_{sp2}$ )

$$= 2,022 \text{ kg}$$

f. Berat Bersih Sproket ( $W_{sp2} = W_{sp1} - W_{sp2}$ )

$$= 0,408 \text{ kg}$$

### 1.5 Perencanaan Drum

$$D \geq e_1 \cdot e_2 \cdot d$$

$$D \geq 11,1,5,0,95$$

$$D \geq 15,67 \text{ mm maka diambil } D \approx 16$$

### 1.6 Perencanaan Puli

1. Gaya tarik (Z)

$$= 404,02 \text{ kg.cm}$$

2. Hambatan gesek pada bantalan (w)

$$= 37,35 \text{ kg}$$

## 1.7 Perencanaan Tali Baja

- a. Diameter tali ( $d$ )  
 $= 4,8 \text{ mm}$
- b. Tarikan pada satu bagian tali: ( $p$ )  
 $= 52,08 \text{ kg}$
- c. Beban putus tali ( $S$ )  
 $= 312,48 \text{ Kg}$
- d. Penampang tali ( $F$ ) dengan jumlah kawat  $I = 222$   
 $= 0,160 \text{ cm}^2$
- e. Tegangan tarik ( $\sigma_t$ ) yang terjadi pada tali ( $\sigma_t$ )  
 $= 325,5 \text{ kg/cm}^2$

## 1.8 Perencanaan Poros

### 1.8.1. Poros I

Data – data yang diketahui :

$$P_d = 15,72 \text{ kg}$$

$$T_l = 1801,3 \text{ kg}$$

$$F = 72,85 \text{ kg}$$

$$W_{spl} = 0,086 \text{ kg}$$

Berat kasar rantai = 0,64 kg

Bahan poros baja karbon S45c dengan kekuatan tarik ( $\sigma_B$ ) = 58 kg/mm<sup>2</sup>

- a. Tegangan geser yang di ijin ( $\tau_a$ )  
 $= 4,83 \text{ kg/mm}^2$

b. Diameter poros (  $d_s$  )

$$= 15,61 = 16 \text{ mm}$$

c. Momen Lentur (  $M$  )

$$= 1,96 \text{ kg.mm}$$

d. Tegangan Geser Maksimum (  $\tau_{\max}$  )

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

e. Gaya – gaya Yang terjadi pada Poros

Gaya reaksi vertical

Berat rantai kasar : 0,64 kg

Berat sprocket I : 0,086 kg

Berat total ( p ) : 0,726 kg

Panjang poros ( L ) : 150 mm

Momen vertical

$$M_V = 108,9 \text{ kg.mm}$$

Gaya reaksi horizontal

$$R_B = - 34,25 \text{ kg}$$

Momen horizontal

$$M_H = 3425 \text{ kg.mm}$$

Momen gabungan

$$M = 3426,7 \text{ kg}$$

### 1.8.2. Poros II

Data – data yang diketahui

$$P_d = 15,72 \text{ kg}$$

$$T_l = 1801,3 \text{ kg}$$

$$F = 68,5 \text{ kg}$$

$$W_{spl} = 0,086 \text{ kg}$$

Berat kasar rantai = 0,64 kg

Panjang poros = 200

Beban yang di terima poros diasumsikan = 125 kg

Bahan poros baja krom nikel molibden NSCM 25 dengan kekuatan tarik ( $\sigma_b$ ) = 120 kg/mm<sup>2</sup>

Poros II merupakan gandar yang hanya mendapatkan beban lentur.

a. Tegangan Lentur yang di ijinakan ( $\tau_u$ )

$$= 10 \text{ kg/mm}^2$$

b. Diameter poros ( $d_s$ )

$$= 20,04 = 20 \text{ mm}$$

c. Momen Lentur ( $M$ )

$$= 1,25 \text{ kg.mm}$$

d. Tegangan Geser Maksimum ( $\tau_{\max}$ )

$$= 5,03 \text{ kg/mm}^2$$

e. Berat Poros ( $W_{p2}$ )

$$= 0,490 \text{ Kg}$$

## 1.9. Perencanaan Pasak

### 1.9.1. Perencanaan Pasak Pada Poros I

Berdasarkan hasil perhitungan poros didapat  $d_s = 16 \text{ mm}$ , maka dimensi pasak dapat dilihat pada lampiran :

- ukuran nominal pasak (bxh) = 5 x5
- ukuran standart (h) = 5
- C = 0,25 – 0,40
- I = 10 -56
- ukuran standart t1 = 3,0
- ukuran standart t2 = 3,0
- pasak prismatic dan pasak luncur = 2,3
- pasak tirus = 1,7

a. Gaya Tangensial ( f )

$$= 225,16 \text{ kg}$$

b. Tenggangan Geser Yang terjadi (  $\tau_k$  )

$$= 3,75 \text{ kg/mm}^2$$

c. Tenggangan Geser yang diijinkan (  $\tau_a$  )

$$= 5,16 \text{ kg/mm}^2$$

d. Tekanan Permukaan ( P )

$$= 6,25 \text{ kg/mm}^2$$

### 1.9.2. Perencanaan Pasak Pada Poros II

Berdasarkan hasil perhitungan poros didapat  $d_s = 1 = 20 \text{ mm}$ , maka dimensi pasak dapat dilihat pada lampiran

- Ukuran nominal pasak (b x h) = 6 x 6
- Ukuran standart (h) = 6
- C = 0,25-0,40
- I = 14 – 70
- Ukuran standart t1 = 3,5
- Ukuran standart t2
  - pasak prismatic dan pasak lancur = 2,8
  - pasak tirus = 2,2

a. Gaya Tangensial ( f )

$$= 793,33 \text{ kg}$$

b. Tenggangan Geser Yang terjadi ( $\tau_k$ )

$$= 8,26 \text{ kg/mm}^2$$

c. Tenggangan Geser yang diijinkan ( $\tau_a$ )

$$= 10 \text{ kg/mm}^2$$

d. Tekanan Permukaan (P)

$$= 14,16 \text{ kg/mm}^2$$

## 1.10. Perencanaan Bantalan

### 1.10.1. Perencanaan Bantalan Pada Poros I

Berdasarkan hasil perhitungan poros, didapat  $d_s 1 = 16$  mm, maka bantalan yang dipakai :

Nomor bantalan	= 6002
Jenis bantalan	= bantalan terbuka
Diameter bantalan (d)	= 15
Diameter luar (D)	= 32
Lebar bantalan (B)	= 9
r	= 0,5
kapasitas nominal dimesni spesifik (C)	= 440
kapasitas nominal statis spesifik ( $C_o$ )	= 263

a) Faktor Kecepatan ( $f_n$ )

$$= 0,22$$

b) Faktor Umur ( $f_h$ )

$$= 14$$

c) Umur Nominal Bantalan ( $L_h$ )

$$= 530,6 \text{ jam kerja}$$



### 1.10.2. Perencanaan Bantalan Pada Poros II

Berdasarkan hasil perhitungan poros, didapat  $d_{s2} = 20$  mm, maka bantalan yang dipakai :

Nomor bantalan	= 6204
Jenis bantalan dalam	= jenis terbuka
Diameter dalam (d)	= 20
Diameter luar (D)	= 47
Lebar bantalan (B)	= 14
r	= 1,5
kapasitas nominal dimensi spesifik (C)	= 1000
kapasitas nominal statis spesifik ( $C_0$ )	= 635

a. Faktor Kecepatan ( $f_n$ )

$$= 0,26$$

b. Faktor Umur ( $f_h$ )

$$= 3,74$$

c. Umur Nominal Bantalan ( $L_h$ )

$$= 26.156,8 \text{ jam kerja}$$