

**MESIN DRILL RADIAL  
( RADIAL DRILLING MACHINE )**

**TUGAS AKHIR**

Untuk memenuhi sebagian persyaratan  
mencapai derajat sarjana S-1

Program Studi Teknik Mesin  
Jurusan Teknik Mesin



Diajukan oleh

**PIUS ISAK ARTOKY WERMASAUBUN**

**NIM : 995214121**



Kepada

**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SANATA DHARMA  
YOGYAKARTA**

**2005**



**TUGAS AKHIR/SKRIPSI PROGRAM S-1**  
**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIV. SANATA DHARMA YOGYAKARTA**

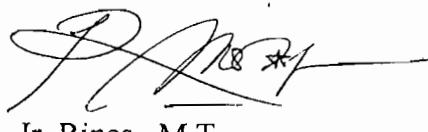
No: 436 /FT .USD/TM/ Agustus/2004

NAMA : Pius Isak Artoky W  
NIM : 995214121  
NIRM :  
Program Studi : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik , Univ. Sanata Dharma Yogyakarta  
Judul TGA :  
Radial drilling machine untuk pengrajan logam-logam dengan kekuatan tarik medium.

Tanggal dimulai : 27 Agustus 2004

Pembimbing II

Yogyakarta , 27 Agustus 2004  
Pembimbing I



Ir. Rines , M.T.



**TUGAS AKHIR / SKIPSI PROGRAM S-1**  
**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIV. SANATA DHARMA YOGYAKARTA**

No: 436 /FT .USD/TM/ Agustus/2003

NAMA : Pius Isak Artoky W  
NIM : 995214121  
NIRM :  
Program Studi : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik , Univ. Sanata Dharma Yogyakarta  
Judul TGA :  
Radial drilling machine untuk penggeraan logam-logam dengan kekuatan tarik medium.

Tanggal dimulai : 27 Agustus 2004  
Pembimbing I : Ir. Rines , M.T.  
Pembimbing II : -

No	Tgl	Uraian	Keterangan	Tanda Tangan
1	5/10 '04.	Pendaftaran	Ada revisi	
2	16/10 '04.	Bab I	"	
3	30/10 '04	Bab II	"	
4	13/11 '04	Bab III	"	
5	24/11 '04.	Bab IV	"	
6	15/12 '04.	Bab V	"	
7	24/01 '05	Bab VI & Gambar	"	
8	2/03 '05	Bab VII & Gambar	Boleh diseminarkan	
9				
0				

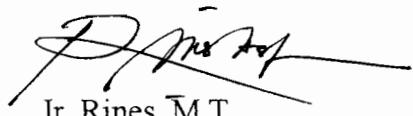
**TUGAS AKHIR**  
**MESIN DRILL RADIAL**  
**( RADIAL DRILLING MACHINE )**

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :  
NAMA : Pius Isak Artoky Wermasaubun  
NIM : 995214121  
NIRM : 990051123109120121

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
pada tanggal 23 Maret 2005

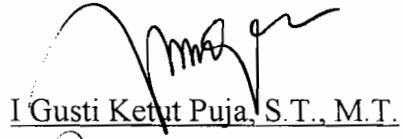
Susunan Dewan Penguji

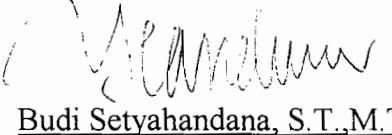
Pembimbing utama



Ir. Rines, M.T.

Anggota Dewan Penguji

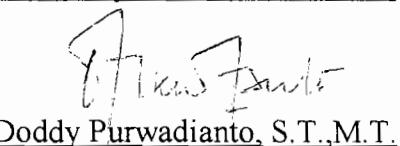


I Gusti Ketut Puja, S.T., M.T.  


Sekretaris Penguji



Budi Sugiharto, S.T., M.T.



Doddy Purwadianto, S.T., M.T.

Tugas Akhir ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

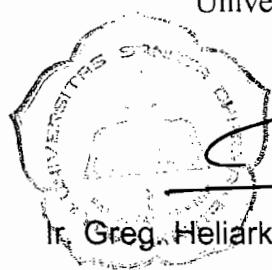
Yogyakarta, 30 Maret 2005

Fakultas Teknik

Universitas Sanata Dharma

Yogyakarta

Dekan

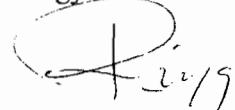


Ir. Greg Heliarko, S.J., SS., B.ST., MA., M.Sc.

## **PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tugas akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan disuatu Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta 23 Maret 2005



Pius Isak Artoky Wermasaubun.

## HALAMAN PERSEMPAHAN

*Terkadang kita tidak mengerti, mengapa segala sesuatu berjalan serba salah.*

*Dalam hati, kita mulai bertanya, apakah benar Tuhan mendengar doa kita?*

*Kekuatiran dan ketakutan mulai menghantui kita.  
Kita bingung dan putus asa.*

*Tidakkah Tuhan tahu apa yang sedang terjadi di dalam hidup kita?*

*Pada suatu hari aku ke tempat kudus Allah untuk merenung.*

*Kusadari bahwa segala sesuatu yang terjadi ini sebenarnya Adalah untuk kebaikanku sendiri.*

*“Betapa bodoh dan dungunya aku dipandangan-Mu, ya Allah”*

*Walaupun demikian Engkau tetap mengasihi dan*

*Engkau memegang tangan kananku,*

*dan Engkau mempunyai rencana yang indah bagiku.*

*Sepanjang hidupku Engkau terus membimbing  
dan dengan nasehat firman-Mu*

*“Engkau membuat semuanya indah pada waktunya, ya Tuhan”*

**“Ia membuat segala sesuatu indah pada waktunya,  
bahkan memberikan kekekalan dalam hati mereka”**

**(Pengkotbah 3 :11)**

Karya ini kupersembahkan kepada:

- ✓ Tuhan Yesus dan Bunda Maria yang selalu setia menyertai dan tak pernah tinggalkanku.
- ✓ Kedua orang tuaku, Bpk. Gabriel Wermasaubun dan Ibu Corry Wermasaubun, serta kak Lay, Kak Ina dan Kak Eni, yang telah membimbing, memotivasi dan selalu setia mendampingiku dalam doa.
- ✓ Almamaterku Universitas Sanata Dharma.
- ✓ Yang terkasih adik Evi yang setia dengan doanya.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yesus atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi dengan judul "**Mesin Drill Radial**".

Adapun tujuan penulisan skripsi ini adalah untuk memenuhi salah satu persyaratan untuk meraih gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik Mesin di Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta.

Dalam proses penulisan skripsi ini penulis menyadari banyak pihak yang telah memberikan bantuan baik moril maupun materil sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Oleh karena itu pada kesempatan ini perkenankan penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Romo Dr. Paul Suparno, S.J, M.Sc. selaku Rektor Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta.
2. Ir Greg Heliarko S.J., S.S., B.ST., M.A,M.Sc. selaku Dekan Fakultas Teknik Mesin Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta
3. Yosef Agung Cahyanta, ST., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.
4. Ir. Rines, M.T selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing dan memberikan saran serta masukan dengan penuh kesabaran selama penulisan skripsi ini.
5. Dosen-dosen Fakultas Teknik Mesin Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta

6. Pimpinan dan Staff Karyawan Perpustakaan Universitas Sanata Dharma,  
Yogyakarta.
7. Teman-teman seperjuangan, Teknik Mesin angkatan 1999
8. Dan semua pihak yang telah membantu, membimbing dan memberi  
pengarahan, Yosep , Kak Gde dan semuanya.

Semoga Tuhan Yesus memberkati dan melimpahkan rahmat-Nya kepada semua pihak yang telah membantu penulisan dan penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, hal ini disebabkan keterbatasan kemampuan, pengetahuan dan pengalaman yang dimiliki oleh penulis. Oleh karena itu saran dan kritik yang bersifat membangun akan penulis terima dengan senang hati demi kesempurnaan skripsi ini.

Akhir kata penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang memerlukannya.

Yogyakarta, 23 Maret 2005

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN SOAL TUGAS AKHIR.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
INTISARI.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Perancangan.....	15
1.3 Manfaat Perancangan.....	15
1.4 Pembatasan Masalah.....	16
1.5 Langkah Perancangan Mesin Drill Radial.....	16
BAB II. MESIN DRILL RADIAL.....	18
2.1 Mesin Drill Radial.....	18
2.2 Perhitungan Mesin Drill Radial.....	21
BAB III. PERHITUNGAN DAYA.....	24
BAB IV. SISTEM TRANSMISI.....	35
4.1 Transmisi pada Mesin Drill Radial .....	35
4.2 Prinsip Kerja Transmisi.....	36
4.3 Perhitungan Roda Gigi Lurus.....	38
4.4 Perhitungan Poros, Pasak dan Bantalan.....	52
4.5 Perhitungan Seplain.....	75
4.6 Perhitungan Pasangan Batang Gigi dan Roda Gigi Lurus.....	79
4.7 Perhitungan Kopling .....	86

BAB V. PELUMASAN DAN PERAWATAN.....	90
5.1 Pelumasan.....	90
5.1.1 Pelumasan pada Roda Gigi.....	90
5.1.2 Pelumasan pada Bantalan.....	91
5.2 Perawatan.....	92
BAB VI. KESIMPULAN DAN PENUTUP.....	94
6.1 Kesimpulan.....	94
6.1.1 Roda Gigi Lurus.....	94
6.1.2 Poros.....	97
6.1.3 Bantalan .....	98
6.1.4 Pasak.....	100
6.1.5 Kopling .....	101
6.2 Penutup.....	101

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Faktor Koreksi $f_c$ .....	38
Tabel 4.2 Faktor Bentuk Gigi Y.....	42
Tabel 4.3 Faktor Dinamis $f_v$ .....	43
Tabel 4.4 Tegangan Lentur Ijin pada Bahan Roda Gigi.....	43
Tabel 4.5 Faktor Tegangan Kontak pada Bahan Roda Gigi.....	46
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Roda Gigi Lurus.....	47
Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Poros I.....	58
Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Poros II.....	71
Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Poros III.....	75
Tabel 4.10 Ukuran Spline pada Mesin Perkakas Menurut DIN 5471 Dengan 4 Baji.....	75
Tabel 4.11 Hasil Perhitungan Poros, Pasak dan Bantalan.....	77
Tabel 4.12 Hasil Perhitungan Pasangan Batang Gigi dan Roda Gigi Lurus Dengan Arah Vertikal.....	83
Tabel 4.13 Hasil Perhitungan Pasangan Batang Gigi dan Roda Gigi Lurus Dengan Arah Horisontal.....	85

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Bagian Mata Drill.....	6
Gambar 1.2 Macam-macam Mata Drill.....	7
Gambar 1.3 Pemegang Drill.....	8
Gambar 1.4 Sarung Drill dan Tirus Morse.....	9
Gambar 1.5.a.Pengukur Drill.....	9
Gambar 1.5.b.Pengukur Drill.....	10
Gambar 1.6 Penjepit Benda Kerja.....	11
Gambar 1.7 Mesin Drill Meja.....	12
Gambar 1.8 Mesin Drill Tiang.....	12
Gambar 1.9 Mesin Drill Radial.....	13
Gambar 1.10 Mesin Drill Lemari.....	13
Gambar 1.11 Mesin Drill Berporos Majemuk.....	14
Gambar 1.12 Mesin Drill Koordinat.....	14
Gambar 1.13 Mesin Drill Horisontal.....	15
Gambar 2.1 Bagian-bagian Mesin Drill Radial .....	19
Gambar 2.2 Twist Drill.....	20
Gambar 3.1 Diagram Struktur, $Z = 3 (1) \times 2 (3)$ .....	27
Gambar 3.2 Diagram Larik, $Z = 3 (1) \times 2 (3)$ .....	28
Gambar 3.3 Speed Chart, $Z = 3 (1) \times 2 (3)$ .....	28
Gambar 4.1 Transmisi Mesin Drill Radial .....	37
Gambar 4.2 Grafik Pemilihan Modul.....	40
Gambar 4.3 Pembebanan pada Poros I.....	53
Gambar 4.4 Gaya Reaksi dan Diagram Momen Lengkung pada Poros I Dengan Posisi 1, Akibat Beban Tangensial $F_t$ .....	54
Gambar 4.5 Gaya Reaksi dan Diagram Momen Lengkung pada Poros I Dengan Posisi 1, Akibat Beban Radial $F_r$ .....	55
Gambar 4.6 Gaya Reaksi dan Diagram Momen Lengkung pada Poros I	

Dengan Posisi 2, Akibat Beban Tangensial $F_t$ .....	56
Gambar 4.7 Gaya Reaksi dan Diagram Momen Lengkung pada Poros I	
Dengan Posisi 2, Akibat Beban Radial $F_r$ .....	56
Gambar 4.8 Gaya Reaksi dan Diagram Momen Lengkung pada Poros I	
Dengan Posisi 3, Akibat Beban Tangensial $F_t$ .....	57
Gambar 4.9 Gaya Reaksi dan Diagram Momen Lengkung pada Poros I	
Dengan Posisi 3, Akibat Beban Radial $F_r$ .....	57
Gambar 4.10 Pembebanan pada Poros II.....	63
Gambar 4.11 Gaya Reaksi dan Diagram Momen Lengkung pada Poros II	
Dengan Posisi 1, Akibat Beban Tangensial $F_t$ .....	64
Gambar 4.12 Gaya Reaksi dan Diagram Momen Lengkung pada Poros II	
Dengan Posisi 1, Akibat Beban Radial $F_r$ .....	64
Gambar 4.13 Gaya Reaksi dan Diagram Momen Lengkung pada Poros II	
Dengan Posisi 2, Akibat Beban Tangensial $F_t$ .....	65
Gambar 4.14 Gaya Reaksi dan Diagram Momen Lengkung pada Poros II	
Dengan Posisi 2, Akibat Beban Radial $F_r$ .....	65
Gambar 4.15 Gaya Reaksi dan Diagram Momen Lengkung pada Poros II	
Dengan Posisi 3, Akibat Beban Tangensial $F_t$ .....	66
Gambar 4.16 Gaya Reaksi dan Diagram Momen Lengkung pada Poros II	
Dengan Posisi 3, Akibat Beban Radial $F_r$ .....	66
Gambar 4.17 Gaya Reaksi dan Diagram Momen Lengkung pada Poros II	
Dengan Posisi 4, Akibat Beban Tangensial $F_t$ .....	67
Gambar 4.18 Gaya Reaksi dan Diagram Momen Lengkung pada Poros II	
Dengan Posisi 4, Akibat Beban Radial $F_r$ .....	68
Gambar 4.19 Gaya Reaksi dan Diagram Momen Lengkung pada Poros II	
Dengan Posisi 5, Akibat Beban Tangensial $F_t$ .....	69
Gambar 4.20 Gaya Reaksi dan Diagram Momen Lengkung pada Poros II	
Dengan Posisi 5, Akibat Beban Radial $F_r$ .....	69
Gambar 4.21 Gaya Reaksi dan Diagram Momen Lengkung pada Poros II	
Dengan Posisi 6, Akibat Beban Tangensial $F_t$ .....	70
Gambar 4.22 Gaya Reaksi dan Diagram Momen Lengkung pada Poros II	

Dengan Posisi 6, Akibat Beban Radial $F_r$ .....	71
Gambar 4.23 Pembebanan pada Poros III.....	72
Gambar 4.24 Gaya Reaksi dan Diagram Momen Lengkung pada Poros III Dengan Posisi 1, Akibat Beban Tangensial $F_t$ .....	72
Gambar 4.25 Gaya Reaksi dan Diagram Momen Lengkung pada Poros III Dengan Posisi 1, Akibat Beban Radial $F_r$ .....	73
Gambar 4.26 Gaya Reaksi dan Diagram Momen Lengkung pada Poros III Dengan Posisi 2, Akibat Beban Tangensial $F_t$ .....	74
Gambar 4.27 Gaya Reaksi dan Diagram Momen Lengkung pada Poros III Dengan Posisi 2, Akibat Beban Tangensial $F_r$ .....	74

## **DAFTAR LAMPIRAN**

1. Tabel L.1. Harga kecepatan potong  $V_c$  untuk *High Speed Steel Tools*
2. Tabel L.2. Harga kecepatan-kecepatan spindel standar untuk berbagai nilai  $\phi$
3. Tabel L.3. Parameter yang dianjurkan untuk pemesinan untuk HSS.
4. Tabel L.4. *Unit HP*, Sejumlah Bahan Logam.
5. Tabel L.5. Daya motor
6. Tabel L.6. Ukuran kopling flens JIS B1451-1962
7. Tabel L.7. Perhitungan beban ekivalen
8. Tabel L.8. Harga patokan untuk umur pakai  $L_h$
9. Tabel L.9 Macam-macam bantalan kerucut dan spesifikasinya
10. Tabel L.10 Pemilihan Pelumasan dan cara pelumasan

## **INTISARI**

Mesin Drill Radial adalah salah satu jenis mesin perkakas yang berfungsi untuk mengedrill benda kerja yang besar, berat dengan lubang yang banyak serta jarak lubangnya tidak teratur. Mesin Drill Radial ini mempunyai lengan, dimana spindel dipasang pada lengan tersebut dan dapat digerakkan sepanjang lengan, mendekati atau menjauhi kolom sesuai dengan posisi lubang yang akan dibuat untuk benda kecil dapat diletakkan diatas meja kerja.

Mesin Drill Radial ini mempunyai satu motor penggerak dengan daya  $3,7\text{ kW}$ , Perancangan ini meliputi sistem transmisi roda gigi lurus dengan 6 variasi kecepatan.

## **ABSTRACT**

A Radial Drilling Machine is one of the machines tools type that has fiction for drilling big and heavy workpieces with lots of disamanged holes. This machine also has an arm, can be moved around closer or keep away from the column according to the holes position that will be made. For small workpieces, it can be placed on top of a table.

The Radial Drilling Machine uses one motor with 3.7 kW power this design convering the transmission system for spur gear with six steps of speed.

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Mesin perkakas dapat didefinisikan sebagai mesin yang dapat mengubah energi mekanis menjadi energi thermis guna mendeformasikan dan selanjutnya memotong serta membentuk logam, sehingga mencapai ukuran dan kualitas yang direncanakan. Untuk mencapai hal-hal tersebut diatas, maka persyaratan umum yang harus dimiliki oleh sebuah mesin perkakas antara lain:

##### **1. Produksi tinggi**

Pada mesin-mesin penggeraan awal banyak serpih dalam kg/h. Pada mesin-mesin penggeraan akhir luas yang dikerjakan dalam  $m^2/h$ .

##### **2. Ketelitian yang cukup**

Benda yang dihasilkan harus mempunyai ketelitian tertentu sesuai dengan fungsinya.

##### **3. Daya guna (rendemen) yang tinggi**

Rendemen merupakan perbandingan kerja yang terjadi pada alat iris dengan kerja yang disediakan oleh motor penggerak. Besar rendemen mempengaruhi biaya produksi.

##### **4. Pelayanan yang sederhana dan keyakinan akan kemampuannya**

Klasifikasi mesin perkakas dibagi menjadi beberapa kategori menurut spesifikasinya (Krarostweld, 1965, hal: 1-3) yaitu:

1. Mesin perkakas untuk kegunaan yang umum (*General Purpose*) atau *Universal Machine*.

2. Mesin *Multy Purpose* digunakan untuk benda kerja dengan jangkauan yang luas atau digunakan untuk benda kerja pada benda kerja yang luas.

3. Mesin untuk kegunaan yang khusus (Spesialis Mesin)

Spesialis mesin digunakan untuk benda kerja yang sama atau serupa tetapi dengan ukuran yang berbeda, atau dengan kata lain untuk jenis penggeraan tertentu dari benda kerja. Benda kerja dikerjakan dengan mesin bubut, mesin drill, mesin sekrap, mesin fris, mesin gerinda dan masih banyak jenis penggeraan benda kerja yang lain walaupun jenis mesin yang digunakan mempunyai tipe penggeraan benda kerjanya mempunyai kesamaan atau kemiripan.

4. Mesin perkakas untuk penggeraan terbatas atau tertentu (*Limited Purpose*)

Untuk mesin jenis ini jangkauan operasinya terbatas dan sempit dalam penggeraan benda kerjanya. Misalnya, pada mesin ini hanya digunakan untuk penggeraan benda kerja dengan kekerasan benda kerja tertentu.

Berdasarkan beratnya mesin perkakas dapat dikelompokkan menjadi tiga bagian, yaitu:

1. Mesin Perkakas Ringan

Mesin perkakas yang mempunyai berat sampai 1 ton.

2. Mesin Perkakas Sedang

Mesin perkakas yang mempunyai berat sampai dengan 10 ton.

### 3. Mesin Perkakas Berat

Mesin perkakas yang mempunyai berat lebih dari 10 ton.

Berdasarkan gerak pengiris, yaitu gerak yang menyebabkan mengirisnya alat pengiris pada benda kerja. Gerak ini dibagi menjadi dua kelompok, yaitu:

#### 1. Gerak Utama Berputar

Mesin perkakas dengan gerak berputar utama biasanya mempunyai gerak voeding (pemakanan) yang kontinue, misalnya: mesin bubut, mesin drill, mesin fris.

#### 2. Gerak Utama Lurus

Mesin perkakas dengan gerak utama lurus biasanya mempunyai gerak voeding yang periodik, misalnya: mesin sekrap, mesin gergaji.

Adapun bagian-bagian utama dari mesin perkakas (Samsudin , Ir., 1994, hal:30) yaitu:

##### 1. Motor Penggerak

Dalam hal ini, motor listrik berfungsi sebagai penggerak pada mesin tersebut, karena motor listrik ini sumber tenaga yang akan mentransmisikan ke dalam kotak transmisi.

##### 2. Kotak Transmisi

Pada kotak transmisi berfungsi sebagai pengatur putaran yang akan digunakan sesuai dengan kebutuhan.

### 3. Pemegang Benda Kerja

Pemegang benda kerja berfungsi sebagai pemegang benda yang akan dikerjakan oleh mesin tersebut agar tidak mengalami pergeseran atau tidak ada perubahan posisi disaat proses penggerjaan, karena hal ini dapat mempengaruhi hasil kerja yang di dapat tidak sesuai dengan keinginan serta dapat membahayakan kesehatan dan keselamatan kerja.

### 4. Pemegang Alat Iris

Dalam hal ini, memegang alat iris harus dilakukan dengan tepat dan benar, karena hal ini juga akan mempengaruhi proses penggerjaan terhadap benda kerja dan apabila hal ini tidak diperhatikan akan mengakibatkan seperti hal yang telah dikemukakan diatas.

### 5. Rangka yang Kokoh

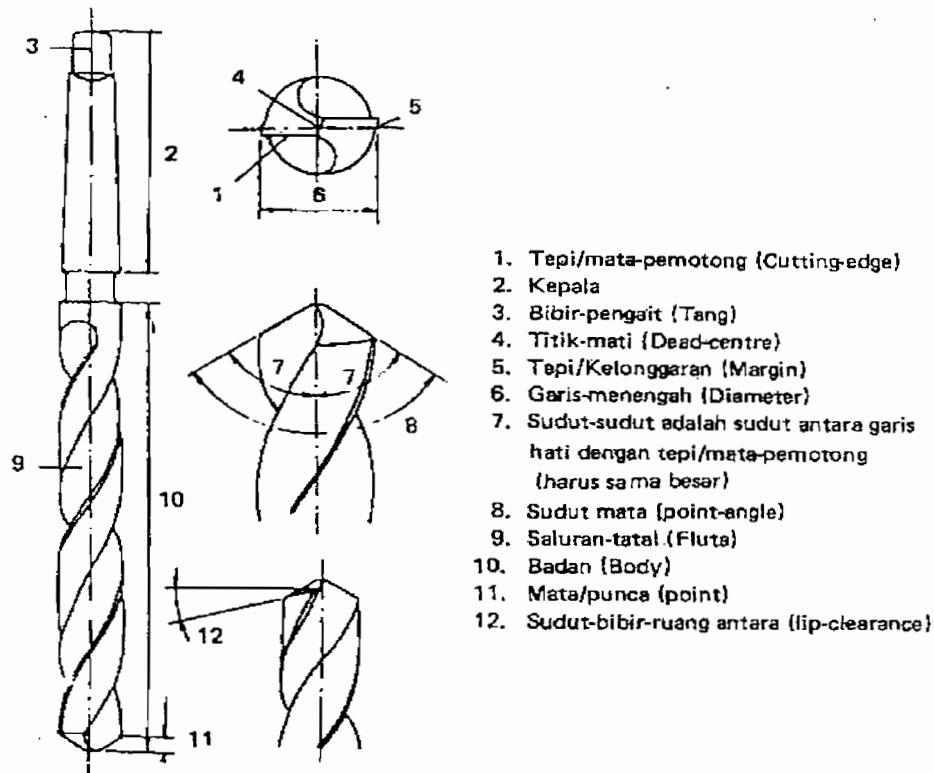
Pada bagian terakhir ini tidak kalah pentingnya adalah penentuan rangka pada suatu mesin yang harus kuat dan kokoh karena tanpa adanya rangka pada suatu mesin akan mempersulit pada proses penggerjaan yang akan dilakukan. Dan pada perancangan rangka pada suatu mesin harus diperhitungkan dengan baik dan benar agar kekuatan suatu rangka pada mesin tersebut harus benar-benar kuat, kuat terhadap beban yang akan ditumpunya serta kuat dalam menerima adanya getaran yang terjadi yang ditimbulkan pada saat mesin sedang beroperasi.

Menurut klasifikasi mesin perkakas diatas, maka penyusun akan membahas tentang perancangan Mesin Drill Radial untuk penggerjaan benda kerja

lunak sampai kekerasan bahan baja yang sesuai dengan soal Tugas Akhir yang termasuk dalam kategori mesin perkakas yang ke tiga.

Mesin drill adalah suatu alat pembuat lubang yang efisien, sebagai pisau penyayatnya pada mesin drill ini mempunyai mata drill yang ukuran diameternya bermacam-macam. Mengedrill adalah pekerjaan membuat lubang pada benda kerja dengan mesin drill dan mata drill sebagai pisau penyayatnya, disamping itu juga dipakai untuk peluasan (reamer), pengetapan, pembuatan dan penggeraan akhir lubang-lubang silindris. Macam-macam ukuran dari mata drill terbagi dalam beberapa jenis diantaranya, ialah: Didalam satuan inci, di dalam pecahan dari  $1/64''$  sampai  $3/8''$  dan seterusnya. Didalam satuan millimeter dengan setiap kenaikan bertambah 0.5 mm, dengan nomor dari 80 – 1 dengan ukuran 0.0135 – 0.228'', dengan tanda huruf A sampai Z dengan ukuran 0.234 – 0.413''.

Mata drill spiral merupakan alat mengedrill yang paling banyak dipakai, dimana keuntungannya: hantaran yang baik melalui pinggiran hantar yang silindris, penyaluran serupih (beram) yang baik karena alur-alurnya yang berbentuk sekerup, sudut-sudut sayat yang menguntungkan dan diatas segala-galanya bidang potong yang dapat diasah tanpa mengubah diameter mata drill. Hal-hal yang harus diperhatikan untuk memilih mata drill, yaitu: ukuran lubang, benda kerja yang akan didrill dan sudut bibirnya, ukuran lubang menentukan ukuran garis tengah mata drill, setiap mata drill menghasilkan lubang lebih besar daripada garis tengahnya, sudut spiral dan sudut bibir tergantung dari benda kerja yang akan didrill.



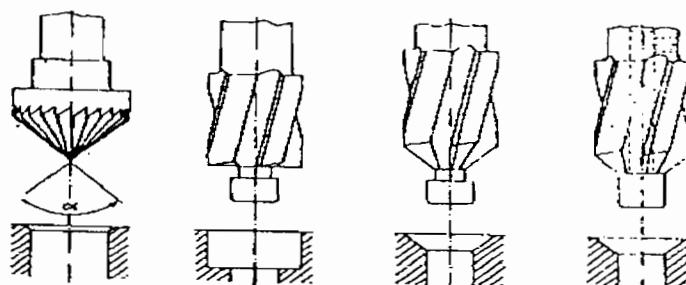
**Gambar 1.1 Bagian Mata Drill**

Jenis-jenis mata drill pada proses pengedrillan adalah sebagai berikut:

- |                              |  |
|------------------------------|--|
| - Mata drill senter          | - Mata drill pahat lubang                    |
| - Mata drill spiral dua alur | - Mata drill spiral dengan saluran pendingin |
| - Mata drill ujung rata      | - Mata drill spiral bertingkat               |
| - Mata drill alur            | - Mata drill kontersing                      |
| - Mata drill peluas standart | - Mata drill mahkota                         |
| - Mata drill peluas ujung    |  |

**MACAM-MACAM BOR**

Bahan	Sudut spiral	Sudut ujung	
Baja Besi tuang	20° – 30°	118°	
Kuningan Brons	10° – 15°	130°	
Aluminium Paduan Al Paduan Mg Tembaga	35° – 40°	140°	
Bahan sintetik keras termal	10° – 15°	80°	
Bahan sintetik termoplastik	35° – 40°	80°	



**Gambar 1.2 Macam-macam Mata Drill**

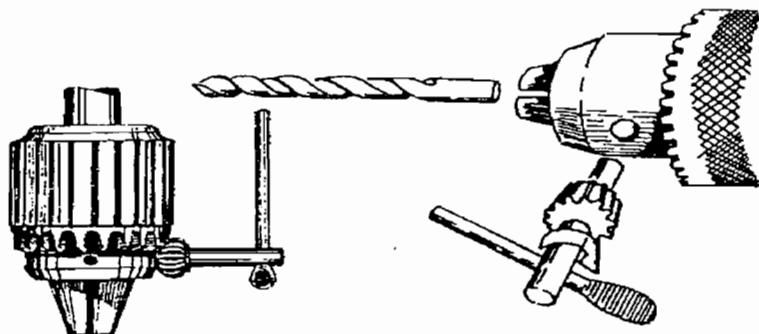
Didalam pengedrillan atau pelumasan dengan mesin drill harus diperhatikan beberapa hal (Daryanto, 1992, hal: 83) yaitu:

1. Kelengkapan mesin-mesin drill
2. Pelumasan
3. Jenis bahan yang akan didrill
4. Arah putaran dan kecepatan putaran mesin drill
5. Pencegahan kecelakaan.

Di dalam mesin drill, perkakas yang berputar dipasang di dalam poros drill yang melakukan gerakan ingsutan putar utama dan gerakan ingsutan lurus.

Adapun perlengkapan dari mesin drill, yaitu:

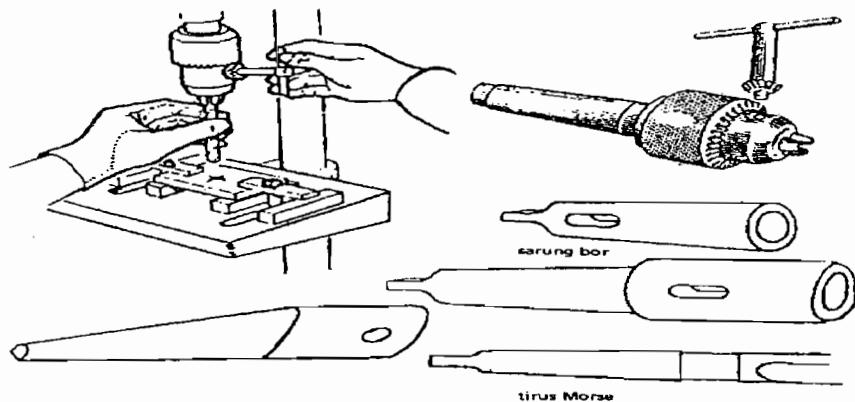
1. Pemegang Drill



**Gambar 1.3** Pemegang Drill

Pada waktu memegang drill dengan pemegang drill, apapun alasannya mata drill harus berputar dengan benar, mata drill yang berputar salah akan mudah patah, drill dengan tangkai tirus (taper) langsung dimasukkan pada lubang sumbu di mesin drill tidak boleh dengan menggunakan pemegang drill. Dengan demikian lubang alur menerima ujung taper dan lubang taper diimbangi oleh selubung yang distandarisasi (dinormalisasi). Cara memegang drill yang tangkainya silinder dipakai “pemegang drill berkosentrasi sendiri” dengan dua atau tiga rahang, perlu diperhatikan bahwa mata drill harus dimasukkan sedalam mungkin sehingga tidak selip pada waktu berputar, biasanya pemegang drill mempunyai permukaan (sebelah dalam dan luar), permukaan dalam tersebut berhubungan dengan tangkai mata drill sehingga menghasilkan putaran drill. Untuk mata drill yang mempunyai kepala bulat lurus dipergunakan pemegang atau penjepit drill yang otomatis (*Universal*), bila mana diputar kuncinya maka mulutnya akan membuka atau menjepit dengan sendirinya (otomatis). Untuk pemegang drill yang mempunyai bentuk kepala tirus

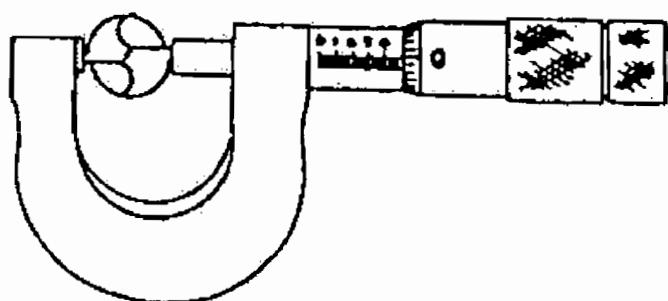
dipergunakan taper atau sarung pengurang yang dibuat sesuai dengan tingkatan dan kebutuhan sehingga terdapat bermacam-macam ukuran. Untuk melepaskan mata drill tirus Morse dipergunakan pasak, untuk mata drill batang lurus, penjepitan ke spindel menggunakan cak drill.



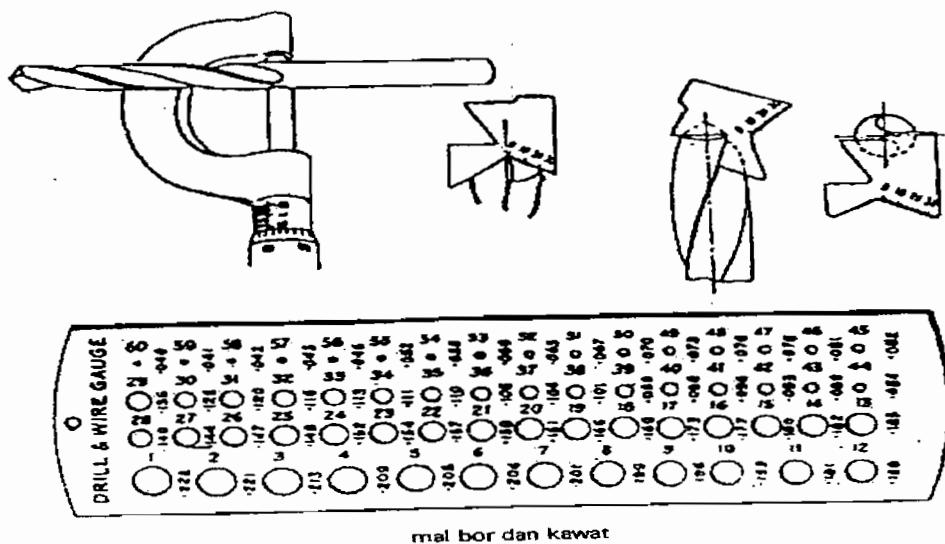
**Gambar 1.4** Sarung Drill dan Tirus Morse

## 2. Pengukur Drill

Diameter mata drill diukur dengan: mikrometer atau mal drill, sudut mata drill diperiksa dengan mal sudut yang terdapat dalam berbagai bentuk.



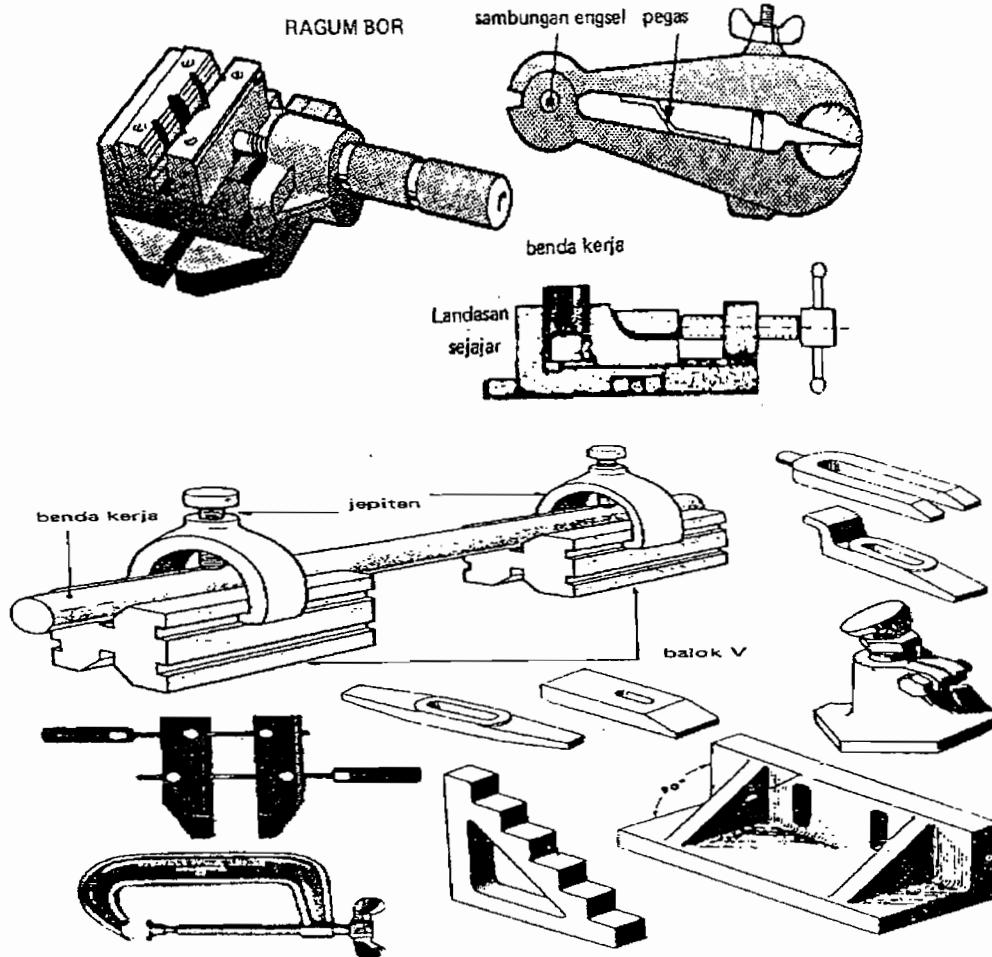
**Gambar 1.5.a** Pengukur Drill



**Gambar 1.5.b Pengukur Drill**

### 3. Penjepit Benda Kerja

Mengedrill benda kerja sebaiknya dijepit pada meja drill, benda-benda kecil diikat dengan penjepit drill atau ragum drill yang bila perlu diikat lagi pada meja drill, untuk itu digunakan baut T yang masuk pas dalam alur-alur meja drill. Supaya tidak merusak ragum drill pada waktu mengedrill lubang tembus maka benda kerja dijepit pada ragum itu dengan diberi balok-balok pengisi. Benda-benda besar bila perlu dijepit langsung pada meja drill. Yang penting ialah supaya benda kerja itu tidak turut berputar dan juga turut ikut naik atau memutar. Semua benda yang akan di drill harus dijepit dalam ragum atau diikat pada meja drill untuk mencegah rotasi, kalau mengedrill baja harus mempergunakan cairan pendingin, hal ini paling berbahaya dalam pekerjaan mengedrill ialah jika mata drill hampir menembus benda kerja. Alat-alat penjepit benda kerja yang umum dipakai selain ragum, adalah: balok V, penjepit baut T, blok tangga, klem sejajar, plat siku, klem C, dongkrak Jack.

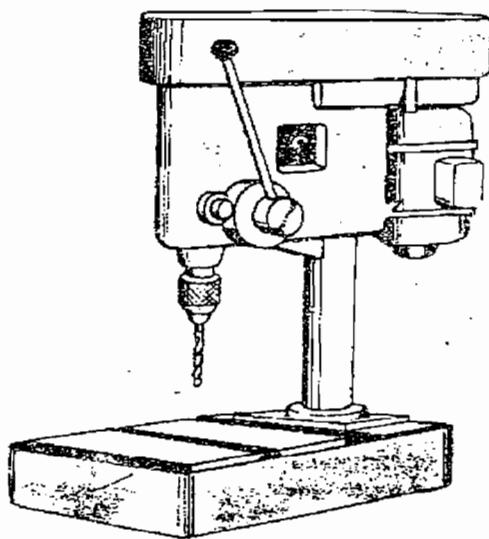


**Gambar 1.6** Penjepit Benda Kerja

Berbagai macam mesin drill diproduksi atau diciptakan untuk membuat atau memberi bentuk pada benda kerja sesuai dengan kebutuhan. Macam-macam mesin drill yang ada yaitu antara lain:

#### 1. Mesin Drill Meja

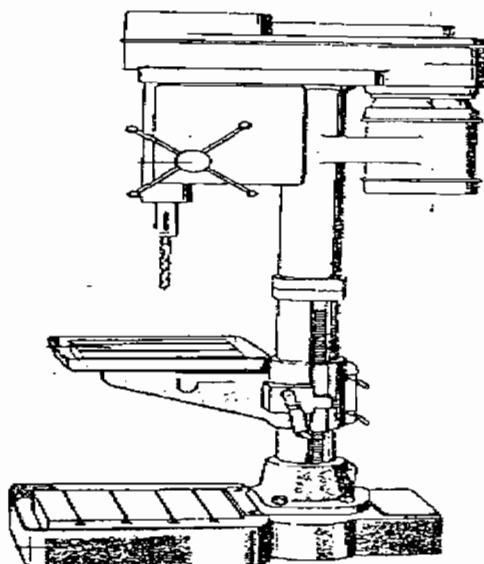
Mesin drill yang paling kecil dan paling sederhana ialah mesin drill meja, mesin drill ini dapat ditempatkan diatas bangku kerja atau diatas kaki yang khusus.



**Gambar 1.7** Mesin Drill Meja

## 2. Mesin Drill Tiang

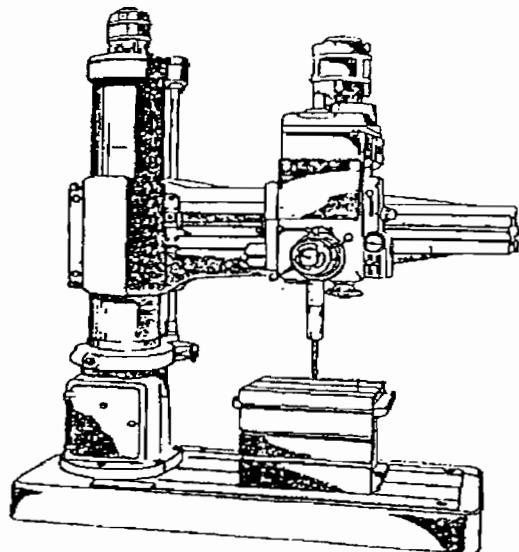
Dengan mesin drill tiang dapat mengedrill benda-benda kerja yang lebih tinggi dari pada mesin drill meja.



**Gambar 1.8** Mesin Drill Tiang

### 3. Mesin Drill Radial

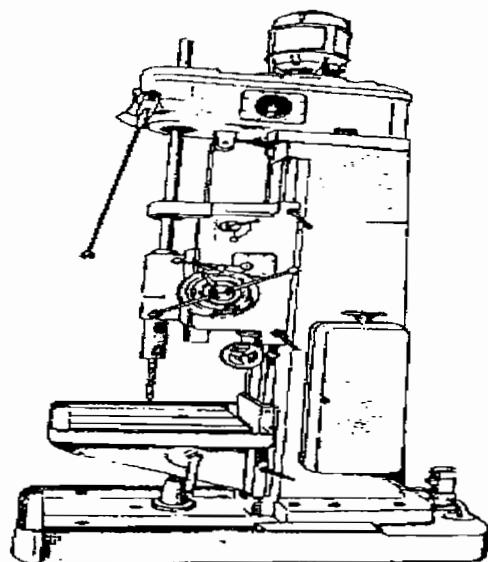
Untuk mengedrill tiap lubang dari benda kerja yang besar dan berat.



**Gambar 1.9** Mesin Drill Radial

### 4. Mesin Drill Lemari

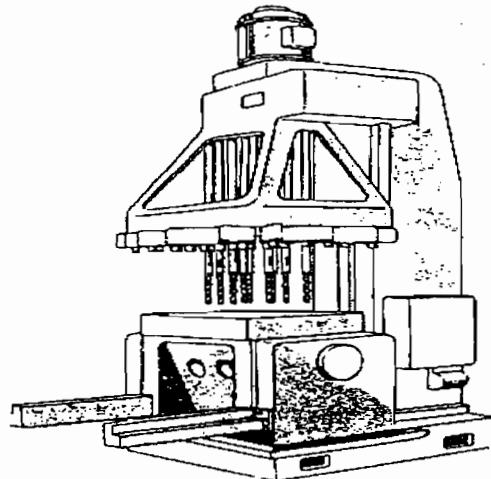
Mesin drill lemari dapat mengedrill lubang-lubang sebesar 60 – 100 mm.



**Gambar 1.10** Mesin Drill Lemari

### 5. Mesin Drill Berporos Majemuk

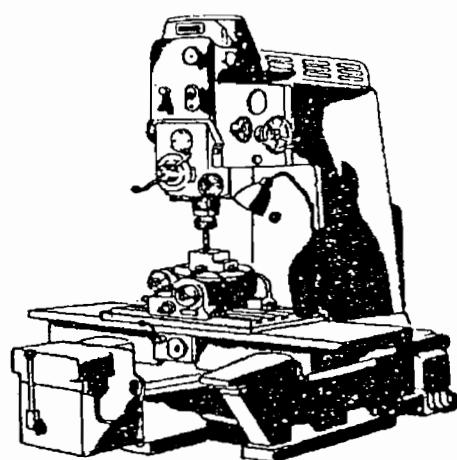
Untuk mengedrill lubang-lubang yang banyak jumlahnya pada bidang yang sama.



**Gambar 1.11** Mesin Drill Berporos Majemuk

### 6. Mesin Drill Koordinat

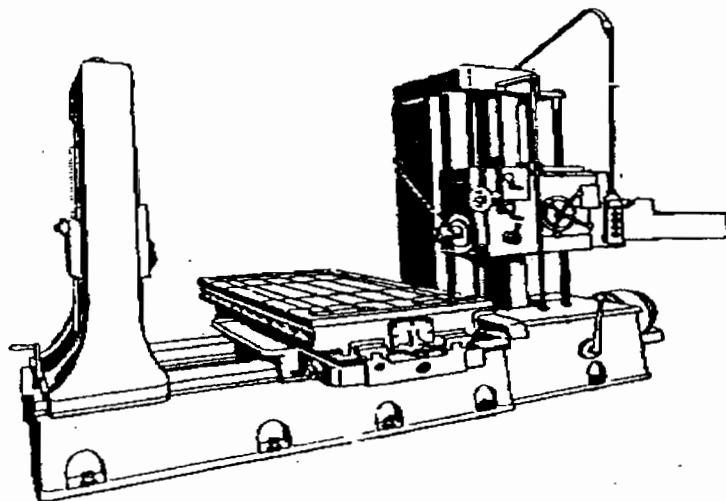
Mesin drill koordinat dapat dimungkinkan untuk menggeserkan benda kerja terhadap poros-drill atau poros-drill terhadap benda kerja melalui dua buah hantaran yang saling menyiku dengan ketelitian sampai seperseribu millimeter.



**Gambar 1.12** Mesin Drill Koordinat

## 7. Mesin Drill Horisontal

Mesin drill horisontal banyak digunakan dalam bangunan mesin.



**Gambar 1.13** Mesin Drill Horisontal

### 1.2 Tujuan Perancangan

Adapun tujuan dari perancangan Mesin Drill Radial terutama pada sistem transmisi utama yang dapat mengerjakan medium keras seperti bahan baja, adalah sebagai berikut:

1. Merupakan salah satu syarat untuk meraih gelar Sarjana Teknik.
2. Dapat memilih elemen mesin yang dipergunakan untuk keperluan perancangan.

### 1.3 Manfaat Perancangan

Penyusun mengharapkan perancangan Mesin Drill Radial ini dapat, menambah wawasan bagi para mahasiswa untuk dapat menerapkan disiplin ilmu yang diperoleh secara teoritis di bangku kuliah, sehingga dapat diaplikasikan di lapangan dalam hal pekerjaan di masyarakat kelak di kemudian hari.

#### **1.4 Pembatasan Masalah**

Di dalam perancangan mesin ini penyusun mendapat tugas merancang sebuah Mesin Drill Radial yang dapat digunakan untuk mengerjakan bahan baja medium, dengan kekuatan tarik sampai  $58 \text{ kg/mm}^2$ . Dalam perancangan ini, Mesin Drill Radial digunakan untuk mengedrill benda kerja yang memiliki kekuatan medium yang dalam pengoperasianya, alat iris dapat digerakkan secara horisontal. Sesuai dengan persoalan yang diberikan diatas, maka perancangan Mesin Drill Radial ini hanya terbatas pada transmisi saja.

#### **1.5 Langkah Perancangan Mesin Drill Radial**

Penyusun memperoleh data sekaligus mengolahnya dengan mempergunakan tahapan penggeraan, yaitu:

1. Menentukan besarnya daya motor.
2. Memperhitungkan putaran poros input dari putaran motor penggerak.
3. Menentukan variasi kecepatan yang diperlukan pada poros spindel.
4. Menentukan transmisi poros roda gigi pada mekanisme pendorong spindel Mesin Drill Radial.
5. Dengan menganalisa beban yang harus didukung karena adanya kontak antara roda gigi, deflesi serta putaran kritis poros yang disyaratkan dapat dicari diameter poros dan bahan poros serta bagian yang diikatnya dan batasan-batasan yang ada.
6. Menentukan dimensi-dimensi pada pasak yang dibutuhkan untuk meneruskan putaran dan daya dengan pertimbangan dari diameter poros.

7. Perhitungan dimensi-dimensi pada bantalan dengan pertimbangan gaya-gaya yang didukungnya.
8. Menentukan pelumasan yang digunakan dalam permesinan dan kotak transmisi pada Mesin Drill Radial .
9. Setelah ukuran dan ruang yang diperlukan untuk semua elemen mesin tersebut dapat diperoleh, maka ukuran cassing dapat diperkirakan.

## **BAB II**

### **RADIAL DRILLING MACHINE**

#### **2.1 Mesin Drill Radial**

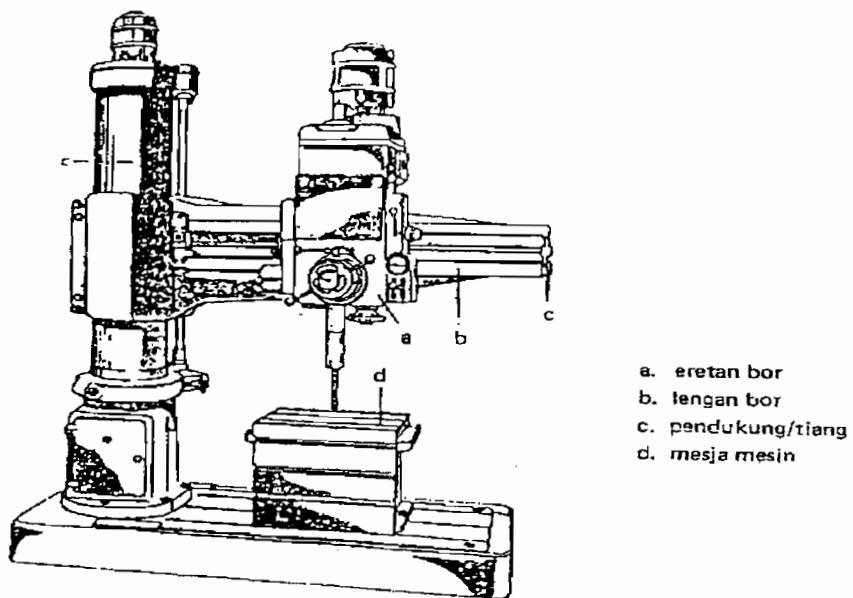
Mesin ini digunakan sewaktu mengedrill benda kerja yang besar, berat dengan lubang yang banyak serta jarak lubangnya tidak teratur. Proses drilling bertujuan untuk membuat lubang pada benda kerja dengan gerak utama berputar dan gerak voeding oleh alat iris atau benda kerja. Biasanya benda kerja diam sedang alat iris melakukan gerak utama dan gerak voeding pada drilling mesin, sedang pembuatan lubang dengan menggunakan mesin bubut alat iris melakukan gerak voeding, benda kerja melakukan gerak utama berputar.

Mesin Drill Radial mempunyai lengan, dimana spindel dipasang pada lengan tersebut dan dapat digerakkan sepanjang lengan, mendekati atau menjahui kolom sesuai dengan lubang yang akan dibuat. Untuk benda kecil dapat diletakkan diatas *box table*. Sedang untuk benda besar, spindel diletakkan diatas benda dengan jalan memutar lengan, menarik turunkan lengan, sehingga diperoleh letak spindel yang tepat. Ukuran mesin ditentukan oleh diameter mata drill dan panjang lengan.

Bagian-bagian dari Mesin Drill Radial , yaitu:

1. Eretan Drill
2. Lengan Drill
3. Tiang Luar atau Pendukung
4. Meja Mesin

Dengan poros drill dan penggerakkan, eretan drill dapat dipindah-pindahkan secara horisontal melalui lengan drill, sehingga pemunggahannya (jarak antara garis hati poros drill dan tiang) atau radiusnya berubah. Lengan drill dapat disetel vertikal dan tiang luar dapat diputar sekeliling tiang. Eretan drill dan lengan drill kedua-duanya dapat diblokir. Seluruh mekanisme penggerakkan dan ingsutan ditempatkan di dalam eretan drill.

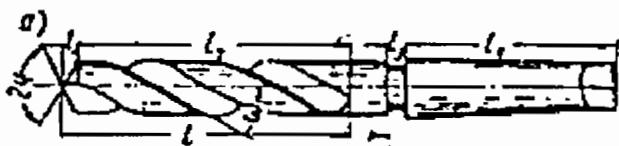


**Gambar 2.1** Bagian-bagian Mesin Drill Radial

Macam-macam alat iris yang digunakan dalam Mesin Drill Radial, yaitu:

1. Twist Drill

Alat iris yang umum dipakai adalah twist drill, dimana alat iris ini mempunyai diameter 0.25 – 80 mm dan mempunyai dua alur. Dengan alur tersebut akan diperoleh sisi iris dan tatal yang terbentuk keluar lewat alur tersebut. Bentuk tangkai dapat silindris atau konis.



$l_1$  = ujung (point)  
 $l_2$  = badan (body)  
 $l_3$  = leher (neck)  
 $l_4$  = tangkai (shank)

**Gambar 2.2** Twist Drill

Spesifikasi dari twist drill:

a. Arah alur

- Right handed (untuk right hand rotasi)

Right hand drill mempunyai arah putaran sesuai dengan putaran jarum jam bila dilihat dari tangkainya.

- Left handed (untuk left hand rotasi)

Left hand drill mempunyai arah berlawanan dengan putaran jam.

b. Hilix angle dari alur  $\omega$

Umumnya berharga  $18 - 30^\circ$  sesuai dengan diameter drill. Sudut ini mempunyai pengaruh besarnya sudut  $\gamma$  pada sisi iris.

c. Double plane angle  $2Q$

Harga  $2Q$  tergantung pada bahan yang diiris untuk:

- Bahan yang keras  $2Q: 150^\circ$
- Bahan baja yang diolah panas dan tempa  $2Q: 125^\circ$
- Bahan baja dan besi tuang  $2Q: 116^\circ - 118^\circ$
- Bahan tembaga  $2Q: 100^\circ$
- Bahan besi tuang lunak  $2Q: 90^\circ$

d. Lip relief angle  $\alpha$

$\alpha$  disenter 24 – 30 sedang  $\alpha$  dibagian luar 6 – 8°

2. Center Drill

Digunakan untuk membuat lubang senter.

3. Flat Drill

Merupakan bentuk drill yang tertua dan mempunyai harga yang murah. Pada saat ini sudah jarang digunakan karena kurang produktif.

4. Special Drill

Digunakan untuk membuat lubang yang dalam 5 – 10 kali diameter alat iris dengan diameter lubang diatas 100 mm.

## 2.2 Perhitungan Mesin Drill Radial

### Gaya dan tenaga pada proses drilling

Kecepatan potong:

$$V = \frac{\pi \times d \times n}{1000} \text{ m/menit}$$

Keterangan: d = diameter drill (mm)

n = kecepatan putaran drill tiap menit (RPM)

Kecepatan meja pemakanan ( $f_m$ ) adalah:

$$f_m = f_t \times n \times N_s$$

Kecepatan Pelepasan Logam (Metal Removal Rate / MRR) adalah:

$$MRR = W \cdot d \cdot f_m$$

Dengan: W = Lebar pemakanan, diasumsikan lebar pemakanan adalah pemakanan terbesar yang sama dengan diameter Mesin Drill Radial, 1,18 in

D Dalam pemakanan dianjurkan untuk penggeraan Mesin Drill Radial sampai dengan 0,18 in.

Perlu juga memperhatikan waktu yang diperlukan dalam pemakanan (cutting time / CT) digunakan persamaan sebagai berikut:

$$CT = (L \times L_A \times L_o) / f_m$$

Diambil  $L_o = L_A$  Untuk W lebih besar atau sama dengan D/2 sehingga CT:

$$CT = (L \times D) / f_m$$

*Spesific power* dapat dipergunakan dalam perhitungan ini untuk mengestimasi daya motor penggerak untuk pembentukan pada proses pemesinan terhadap bahan logam yang digunakan. Perhitungan ini menggunakan harga  $HP_s$  untuk bahan baja karbon medium diperoleh dari tabel adalah 1,1 HP/in<sup>3</sup>/min dalam perhitungan diambil harga untuk  $HP_1 = 1,1$  HP/in<sup>3</sup>/min maka daya motor rencana ( $HP_s$ ) yang digunakan:

$$HP_s = (HP_s \times MRR \times CF_s) / E$$

Dengan:  $CF_s$  = Factor koreksi ( $CF_s$ ) harus digunakan dalam perhitungan karena untuk variasi didalam kecepatan potong pemakanan biasanya digunakan faktor koreksi sebesar 1,25; sehingga harga  $CF_s$  yang digunakan adalah 1,25.

E = adalah efisiensi dari mesin. Faktor ini adalah untuk daya yang diperlukan untuk mengatasi pergeseran dan inersia didalam

mesin dan sistem pergerakan. Dalam perhitungan ini diambil harga untuk  $E = 80\%$ .

Pada saat pemakaian torsi yang dihasilkan:

$$M = 25200 \times f^{0.8} \times d^{1.8}$$

Dengan:  $M$  = torsi lbs, in

$f$  = Kecepatan feeding, 0,001 in/rev

$d$  = Diameter: 30 mm = 1,18 in

Daya potong yang diperlukan:

$$H_p = \frac{M \cdot n}{63025}$$

Dengan:  $H_p$  = Daya potong, kW

$n$  = Putaran spindel, rpm

Gaya potong dapat dihitung dengan rumus:

$$F = \frac{33000 \times H_p}{V}$$

Dengan:  $F$  = gaya potong, kg

$V$  = Kecepatan potong fpm

Kecepatan dan spindel Mesin Drill Radial mempunyai prinsip rotari didalam gerakannya dan diperoleh formula:

$$N_s = \frac{12v}{\pi D}$$

Dengan:  $V$  = Cutting Speed, fpm

$D$  = Diameter benda kerja atau diameter alat potongnya, ft

## **BAB III**

### **PERHITUNGAN DAYA**

Sebagai langkah awal dalam menentukan dimensi-dimensi baik perhitungan dan perancangan Mesin Drill Radial, terlebih dahulu menentukan besarnya daya yang diperlukan dalam permesinan. Pada bab ini kita akan membahas mengenai pemakaian daya yang akan dibutuhkan untuk mengedrill bahan dari baja karbon medium. Perhitungan inilah yang kemudian dijadikan acuan untuk proses perhitungan komponen-komponen pendukung lainnya. Pertama kita akan menentukan diameter maksimum yang dapat mengedrill dengan ketentuan sebagai berikut:

$$D_{\max} = 30 \text{ mm}$$

$$D_{\min} = 5 \text{ mm}$$

Proses permesinan untuk benda kerja dalam hal ini yang tingkat kekerasannya medium, digunakan bahan baja karbon medium. Perlu diperhatikan hal-hal yang berkaitan dengan syarat atau batasan-batasan antara lain:

1. Kecepatan potong (*Cutting Speed / CS*)
2. Waktu pemakanan (*Cutting Time / CT*)
3. Dalamnya pemotongan (*Deep of Cut / d*)
4. MRR (*Metal Removal Rate*) yaitu kecepatan pelepasan logam
5. W (Lebar pemakanan)

Hal yang juga penting dalam permesinan adalah benda kerja yaitu, dari bahan baja karbon medium. Bahwa dalam permesinan benda kerja ini melakukan

kecepatan yang tinggi dalam pemotongan. Oleh karena itu, dalam pengerajaannya Mesin Drill Radial menggunakan bahan baja kerbon medium yang memiliki kecepatan dari spindel yang optimum. Selain itu juga harus memiliki jangkauan dan variasi yang memadai dengan tingkat kecepatan yang tidak terlalu banyak agar sistematis, sederhana serta inempunyai standart dengan batasan-batasan yang ada.

Kecepatan potong dari sebuah Mesin Drill Radial dinyatakan dengan persamaan (Samsudin, 1994, hal: 64) sebagai berikut :

$$V = \frac{\pi \times D \times n}{1000} \quad (3-1)$$

Maka n dapat dinyatakan dengan rumus:

$$n = \frac{V \times 1000}{\pi \times D}$$

Dengan:  $V$  = Kecepatan potong  $\left( \frac{m}{mm} \right)$

$D$  = Diameter pemotongan alat iris (mm)

$N$  = Putaran alat iris (Rpm)

Berdasarkan Tabel L.1 pada lampiran didapat data kecepatan potong yang diizinkan untuk bahan baja karbon medium sebagai berikut:

$$V_{mak} = 35 \text{ m/menit} \approx 114,8 \text{ fpm}$$

$$V_{min} = 28 \text{ m/menit} \approx 91,8 \text{ fpm}$$

Dari persamaan diatas maka dapat diketahui  $n_{mak}$  dan  $n_{min}$  sebagai berikut:

$$n_{\min} = \frac{v_{\min} \times 1000}{\pi \times D_{\max}}$$

$$= \frac{28 \times 1000}{3,14 \times 30}$$

$$= 297,2 \approx 315 \text{ rpm}$$

$$n_{\max} = \frac{v_{\max} \times 1000}{\pi \times D_{\min}}$$

$$= \frac{16 \times 1000}{3,14 \times 5}$$

$$= 1019,1 \approx 1000 \text{ rpm}$$

Pada perancangan Mesin Drill Radial ini dirancang enam tingkat kecepatan dengan mencari harga  $\phi$  yang memenuhi sebagai berikut:

$$\phi = \sqrt[6]{\frac{n_{\max}}{n_{\min}}}$$

$$= \sqrt[6]{\frac{1019,1}{297,2}}$$

$$= 1,27 \approx 1,26$$

Dengan acuan perhitungan diatas maka diperoleh enam variasi putaran yang akan digunakan untuk mengedrill dengan rumusan:

$$n_{1-6} = n_{\min} \times \phi^{z-1} \quad (\text{dengan } Z = \text{putaran } 1 - 6)$$

$$n_1 = n_{\min} \times \phi^{1-1} \quad n_2 = n_{\min} \times \phi^{2-1} \quad n_3 = n_{\min} \times \phi^{3-1}$$

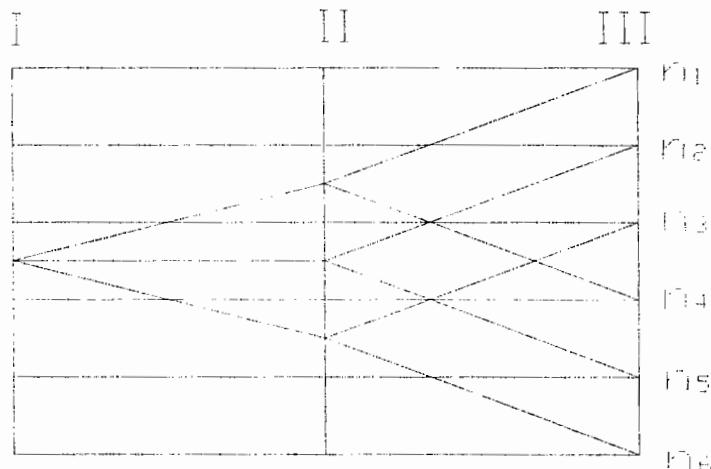
$$= 315 \times 1,41^{1-1} \quad = 315 \times 1,41^{2-1} \quad = 400 \times 1,41^{3-1}$$

$$= 315 \text{ rpm} \quad = 400 \text{ rpm} \quad = 500 \text{ rpm}$$

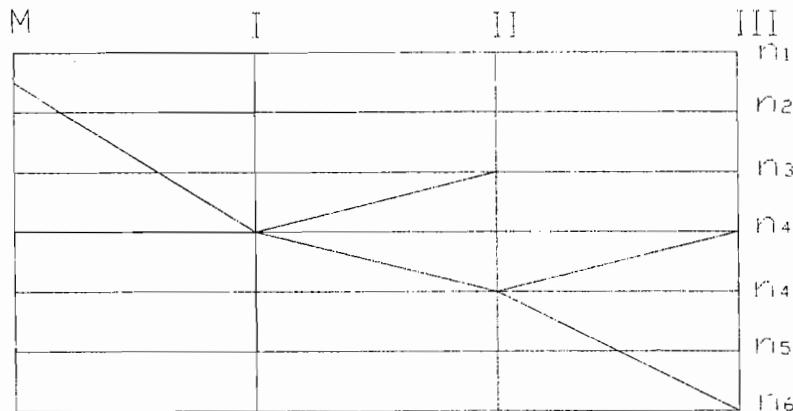
$$\begin{array}{lll}
 n_4 = n_{\min} \times \phi^{4-1} & n_5 = n_{\min} \times \phi^{5-1} & n_6 = n_{\min} \times \phi^{5-1} \\
 = 500 \times 1,41^{4-1} & = 630 \times 1,41^{4-1} & = 800 \times 1,41^{5-1} \\
 = 630 \text{ rpm} & = 800 \text{ rpm} & = 1000 \text{ rpm}
 \end{array}$$

Enam tingkat kecepatan yang didapat harus sesuai dengan kecepatan spindel standart yang telah ditentukan berdasarkan *Geometric Progression Ratio* yang tertera di Tabel L.2 pada lampiran.

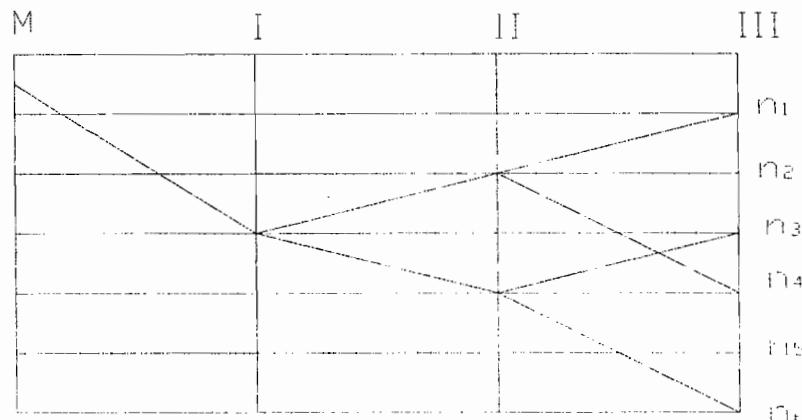
Formula struktur yang akan dipakai dari enam variasi putaran di atas adalah  $3 (1) \times 2 (3)$ , larik-larik tersebut digambarkan dengan mengingat batas-batas rasio transmisi. Batasan rasio transmisi yang dipakai adalah  $I_{\max}$  dan  $I_{\min}$  ( $0,25 < i < 2$ ) sehingga dengan demikian dapat dibuat diagram struktur, diagram larik dan *speed chart* seperti berikut:



**Gambar 3.1** Diagram Struktur,  $Z = 3 (1) \times 2 (3)$



**Gambar 3.2** Diagram Lay,  $Z = 3 (1) \times 2 (3)$



**Gambar 3.3** Speed Chart,  $Z = 3 (1) \times 2 (3)$

Menurut Tabel L.3. pada lampiran tabel parameter yang dianjurkan untuk pemesinan (HSS), untuk benda kerja bahan baja karbon medium. Dari tabel tersebut juga diperoleh kedalaman pemotongan (*deep of cut*) yang dianjurkan sampai dengan 0,18 in. sehingga perhitungan yang digunakan direncanakan:

Untuk kedalaman pemotongan,  $d = 0,18 \text{ in}$

Direncanakan diameter Mesin Drill Radial,  $D_{\max}: 30 \text{ mm } D_{\min}: 5 \text{ mm}$

Pemakaian tiap gigi (fit) dapat dihitung dengan menentukan jumlah gigi dari alat iris Mesin Drill Radial yang digunakan sebanyak 5 buah.

*Feed Rate* (in/rev) yang dianjurkan untuk bahan ini yaitu 0,005 in/rev.

Sehingga pemakaian tiap gigi,  $f_t = 0,005/5 = 0,001 \text{ in/rev}$ .

Maka putaran dari *cuter* ( $N_s$ ) (DeGemo, 1997, hal: 593) adalah:

$$\begin{aligned} N_s &= \frac{12V}{\pi D} \\ &= \frac{12 \times 700}{3,14 \times 1,18} \\ &= 2267 \text{ rpm} \end{aligned} \quad (3-2)$$

Kecepatan meja pemakanan ( $f_m$ ) (DeGemo, 1997, hal 727) adalah:

$$f_m = f_t \times n \times N_s \quad (3-3)$$

dengan  $n$  = jumlah gigi Mesin Drill Radial,

$$\begin{aligned} f_m &= 0,001 \times 5 \times 2267 \\ &= 11,33 \text{ in/menit} \end{aligned}$$

Kecepatan pelepasan logam (*Material Removal Rate / MRR*) (DeGemo, 1997, hal: 727) adalah:

$$MRR = W \cdot d \cdot f_m \quad (3-4)$$

Sehingga MRR:

Dengan:  $W$  = Lebar pemakanan, diasumsikan lebar pemakanan adalah pemakanan terbesar yang sama dengan diameter Mesin Drill Radial 1,18 in.

D Dalam pemakanan dianjurkan untuk penggerjaan Mesin Drill

Radial sampai dengan 0,18 in.

$$MRR = 1,18 \text{ in} \times 0,18 \text{ in} \times 11,33 \text{ in/menit}$$

$$= 2,40 \text{ in}^3/\text{menit}$$

Perlu juga memperhatikan waktu yang diperlukan dalam pemakanan (*Cutting Time / CT*) (DeGemo, 1997, hal: 727) digunakan persamaan sebagai berikut:

$$CT = (L \times L_A \times L_o) / f_m \quad (3-5)$$

Diambil  $L_o = L_A$  Untuk W lebih besar atau sama dengan D/2 sehingga CT:

$$CT = (L \times D) / f_m$$

Jika diambil untuk  $L = 3$  in, maka CT:

$$CT_{\max} = (3 \times 1,18) / 11,33$$

$$= 0,31 \text{ in/menit}$$

$$CT_{\min} = (3 \times 0,19) / 11,33$$

$$= 0,05 \text{ in/menit}$$

Sistem yang konvensional dalam pemotong (*cutting force*), yang meliputi proses pembentukan tatal dari pemotongan yaitu  $F_c$ : gaya potong primer, gaya ini bekerja dalam vektor kecepatan dari pemotongan,  $F_f$ : adalah gaya pemotongan dalam arah dari pemakanan (*tool feed*), dan  $F_r$ : adalah gaya radial yang bekerja tegak lurus terhadap permukaan mesin. Ketiga komponen gaya digunakan pada proses pemakanan seperti pada mesin bubut, sehingga dalam penggerjaan Mesin Drill Radial ketiga komponen gaya tersebut tidak perlu diperhitungkan, tetapi daya spesifik ( $HP_s$ ) perlu diberikan dalam estimasi daya motor penggerak.

Daya kuda spesifik (*Spesific Horse Power / HP<sub>s</sub>*) adalah hubungan terhadap suatu hubungan yang baik antara tengangan geser (*shear stress*) terhadap logam yang digunakan. *Unit HP* adalah sensitif terhadap material (kekerasan / *hardness*) dan *rate angle*, dalam pemotongan dan pemakanan. Dalam Tabel L.4 pada lampiran Tabel *Unit HP<sub>s</sub>*, akan ditampilkan *Unit HP<sub>s</sub>* untuk sejumlah bahan logam.

Estimasi daya motor penggerak yang direncanakan adalah:

$$HP_m = (HP_s \times MRR \times CF_s) / E$$

$$HP_m = (1,1 \times 2,40 \times 1,25) / 80\%$$

$$= 4,1 \text{ Hp}$$

$$= (4,1 \times 0,746) \text{ KW} = 3,05 \text{ kW} \approx 3,7 \text{ kW}$$

Maka daya motor penggerak sesuai dengan Tabel L.5 pada lampiran motor listrik, yang digunakan dalam perancangan Mesin Drill Radial. Diambil 3,7 kW dengan putaran 1445 rpm.

Pada saat pemakanan torsi yang dihasilkan (ASTM,1997, hal: 63) :

$$M = 25200 \times f^{0,8} \times d^{1,8} \quad (3-7)$$

Dengan:  $M$  = torsi lbs, in

$f$  = Kecepatan feeding, 0,001 in/rev

$d$  = Diameter Mesin Drill Radial: 30 mm = 1,18 in

$$M = 25200 \times 0,001^{0,8} \times 1,18^{1,8}$$

$$= 135,14 \text{ lb in}$$

Daya potong yang diperlukan (ASTM,1997, hal: 64):

$$H_p = \frac{M \cdot n}{63025} \quad (3-8)$$

Dengan:  $H_p$  = Daya potong , kW

$n$  = Putaran spindel , rpm

$$H_p = \frac{135,14 \times 315}{63025}$$

$$= 0,67 \text{ Hp} \approx 0,49 \text{ kW}$$

Gaya potong dapat dihitung dengan rumus (ASTM,1997, hal: 64):

$$F = \frac{33000 \times H_p}{V} \quad (3-9)$$

Dengan:  $F$  = gaya potong , kg

$V$  = Kecepatan potong fpm

$$F_{\text{mak}} = \frac{33000 \times 0,49}{114,8}$$

$$= 192,59 \text{ lbh} \approx 87,52 \text{ kg}$$

$$F_{\text{min}} = \frac{33000 \times 0,49}{91,8}$$

$$= 176,1 \text{ lbh} \approx 80,05 \text{ kg}$$

Pada Mesin Drill Radial jumlah putaran dalam kerjanya bervariasi, untuk mempertahankan kecepatan potong yang paling menguntungkan. Pada perhitungan daya motor yang telah diperhitungkan pada bagian depan telah

didapat daya motor sebesar 3,7 kW dan kecepatan putar motor penggerak yang sesuai dengan tabel motor listrik yaitu 1445 rpm. Sebagai langkah awal untuk memperhitungkan variasi kecepatan poros spindel ditentukan terlebih dahulu kecepatan putar poros spindel maksimum.

Kecepatan dari spindel Mesin Drill Radial mempunyai prinsip rotasi di dalam gerakanya dan diperoleh formula.

$$N_s = \frac{12v}{\pi D} \quad (3-10)$$

Dengan: V = cutting speed , fpm

D = diameter benda kerja atau diameter alat potongnya, ft

Untuk menunjukkan kondisi yang optimum dari permesinan beberapa benda kerja bahan baja karbon medium oleh alat iris yang mempunyai perbedaan dalam pemotongannya, mesin harus menyediakan sarana pemindahan daya untuk kecepatan potong dengan jangkauan  $N_s$ .

Karena diameter dari alat potongnya banyak digunakan dibengkel-bengkel yaitu alat potong yang bervariasi, yaitu dari diameter 5 mm  $\approx$  0,19 in  $\approx$  0,02 ft sampai diameter 30 mm  $\approx$  1,18 in  $\approx$  0,09 ft maka kecepatan spindel harus ditentukan dari  $N_s$  minimum ke  $N_s$  maksimum.  $N_s$  diperoleh dari harga:

$$V_{\text{mak}} = 35 \text{ m/menit} \approx 114,7 \text{ fpm}$$

$$V_{\text{min}} = 28 \text{ m/menit} \approx 91,8 \text{ fpm}$$

$$D_{\text{mak}} = 30 \text{ mm} \approx 1,18 \text{ in} \approx 0,09 \text{ ft}$$

$$D_{\text{min}} = 5 \text{ mm} \approx 0,19 \text{ in} \approx 0,02 \text{ ft}$$

$$N_{s_{\text{maks}}} = \frac{12 \times 114,8}{3,14 \times 0,02}$$

$$= 21878 \text{ rpm}$$

$$N_{s_{\text{min}}} = \frac{12 \times 91,8}{3,14 \times 0,09}$$

$$= 3898 \text{ rpm}$$

Dalam perancangan Mesin Drill Radial ini diameter yang diambil untuk perhitungan  $D_{\text{min}} = 0,02 \text{ in}$  dan  $D_{\text{mak}} = 0,09 \text{ in}$  dan besarnya  $V_{\text{min}} = 28 \text{ m/menit}$  dan  $V_{\text{mak}} = 35 \text{ m/menit}$ . Sehingga berdasarkan hasil perhitungan besarnya jangkauan kecepatan yang diizinkan pada Mesin Drill Radial ini adalah dari hasil  $N_s$  minimum sampai  $N_s$  maksimum adalah 21878 rpm sampai 3898 rpm.

Berdasarkan pengamatan data dilapangan jangkauan kecepatan dan poros spindel  $N_s$  berkisar dari 1000 rpm – 300 rpm. Sehingga dalam perancangan mengacu pada standar dipasaran, maka jangkauan kecepatan yang digunakan dari  $N_s$  maksimum sampai  $N_s$  minimum adalah 1000 rpm – 315 rpm dengan faktor  $\phi$  sebesar 1,26. Daya motor yang digunakan 3,7 kW dan putaranya 1445 rpm.

## BAB IV

### SISTEM TRANSMISI

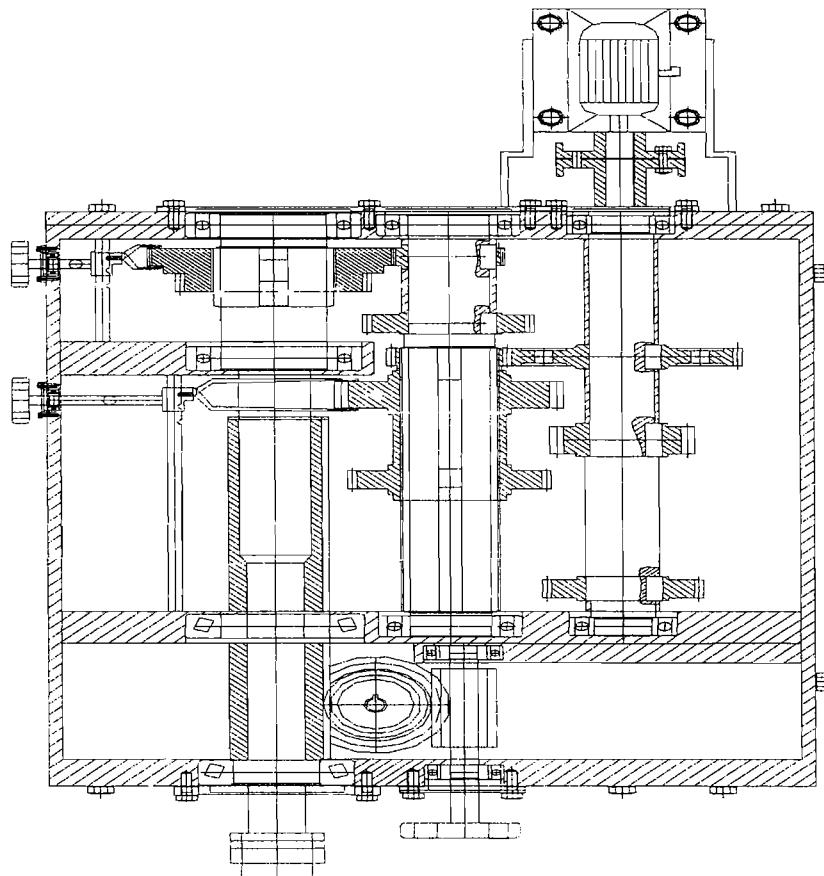
#### 4.1 Transmisi pada Mesin drill Radial

Transmisi merupakan suatu komponen vital dan selalu ada dalam semua komponen perkakas. Transmisi berfungsi untuk mendistribusikan gaya yang berupa torsi dan putaran dari poros input ke poros output.

Dalam perancangan Mesin Drill Radial digunakan sistem transmisi roda gigi lurus dengan 6 variasi kecepatan output yang didapat dari motor. Mesin Drill Radial ini terutama digunakan sewaktu mengedrill benda kerja yang besar, berat dengan lubang yang banyak serta jarak lubangnya tidak teratur. Mesin Drill Radial ini juga mempunyai lengan, dimana spindel dipasang pada lengan tersebut dan dapat digerakkan disepanjang lengan, mendekati atau menjauhi kolom sesuai dengan lubang yang akan dibuat, untuk benda kecil dapat diletakkan diatas *box table*.

Berdasarkan perhitungan dari Bab III didapat hasil, sebagai berikut:

- Daya yang ditransmisikan sebesar ( $P$ ) = 3,7 kW
- Putaran poros input ( $n_{input}$ ) = 1445 rpm



**Gambar 4.1 Transmisi Mesin Drill Radial**

#### **4.2 Prinsip Kerja dari Transmisi**

Sistem transmisi Mesin Drill Radial secara keseluruhan dapat dilihat diatas pada Gambar 4.1 Transmisi Mesin Drill Radial., Prinsip kerja dari transmisi roda gigi Mesin Drill Radial dari motor listrik yang berputar memutar poros input yang dihubungkan dengan roda gigi dan roda gigi ini dirangkai dengan roda gigi yang lain untuk merubah putaran. Pada roda gigi yang terakhir dihubungkan poros output yang selanjutnya dihubungkan dengan mata drill yang kemudian mengedrill benda kerja.

***Variasi Putaran I :***

Putaran dari poros input diteruskan oleh roda gigi II, lalu ke roda gigi I, kemudian diteruskan ke roda gigi III dan roda gigi IV, yang selanjutnya diteruskan ke poros output.

***Variasi Putaran II :***

Putaran dari poros input diteruskan oleh roda gigi V, lalu ke roda gigi VI, kemudian diteruskan ke roda gigi III dan roda gigi IV, yang selanjutnya diteruskan ke poros output.

***Variasi Putaran III :***

Putaran dari poros input diteruskan oleh roda gigi VII, lalu ke roda gigi VIII, kemudian diteruskan ke roda gigi III dan roda gigi IV, yang selanjutnya diteruskan ke poros output.

***Variasi Putaran IV :***

Putaran dari poros input diteruskan oleh roda gigi II, lalu ke roda gigi I, kemudian diteruskan ke roda gigi IX dan roda gigi X, yang selanjutnya diteruskan ke poros output.

***Variasi Putaran V :***

Putaran dari poros input diteruskan oleh roda gigi V, lalu ke roda gigi VI, kemudian diteruskan ke roda gigi IX dan roda gigi X, yang selanjutnya diteruskan ke poros output.

### **Variasi Putaran VI :**

Putaran dari poros input diteruskan oleh roda gigi VII, lalu ke roda gigi VIII, kemudian diteruskan ke roda gigi IX dan roda gigi X, yang selanjutnya diteruskan ke poros output.

### **4.3 Perhitungan Roda Gigi Lurus**

Dalam perancangan ini digunakan roda gigi lurus dengan data-data yang diketahui sebelum perancangan adalah sebagai berikut:

Daya motor yang akan ditransmisikan ( $P$ ) = 3,7 kW

Putaran poros input ( $n_1$ ) = 1445 rpm

Putaran poros output ( $n_2$ ) = 315 rpm

Perbandingan reduksi ( $i$ ) =  $n_1/n_2 = 4,58$

Harga perbandingan reduksi ini cukup besar, sehingga dilakukan tingkatan reduksi menjadi 2 tingkat dengan ( $i_1$ ) = 2 dan ( $i_2$ ) = 2,29

Untuk menjaga kemungkinan diperlukannya perubahan daya saat start maka digunakan yang namanya faktor koreksi pada perencanaan.

Tabel 4.1 Faktor Koreksi  $f_c$

(Sularso, 1997, hal:7)

Daya yang akan ditransmisikan	$f_c$
Daya rata-rata yang diperlukan	1,2 – 2,0
Daya maksimum yang diperlukan	0,8 – 1,2
Daya normal	1,0 – 1,5

Daya untuk perencanaan dapat diketahui dengan persamaan (Pd), (Sularso,1997, hal:7):

$$Pd = fc \times P = 0,883 \times 3,7 = 2,96 \text{ kW}$$

Perencanaan roda gigi pada reduksi tingkat 1 dengan ( $i_1$ ) = 2

Selanjutnya menentukan diameter lingkaran jarak bagi sementara ( $d'_1$ ) (Sularso, 1997, hal:216), Sebagai jembatan untuk mengetahui perbandingan reduksi sesungguhnya.

$$= \frac{2 \times 75}{1+2}$$

$$= 50 \text{ mm}$$

$$d'_2 = \frac{2 \times a \times i}{1+i} \quad \dots \dots \dots \quad (4-3)$$

$$= \frac{2 \times 75 \times 2}{1+2}$$

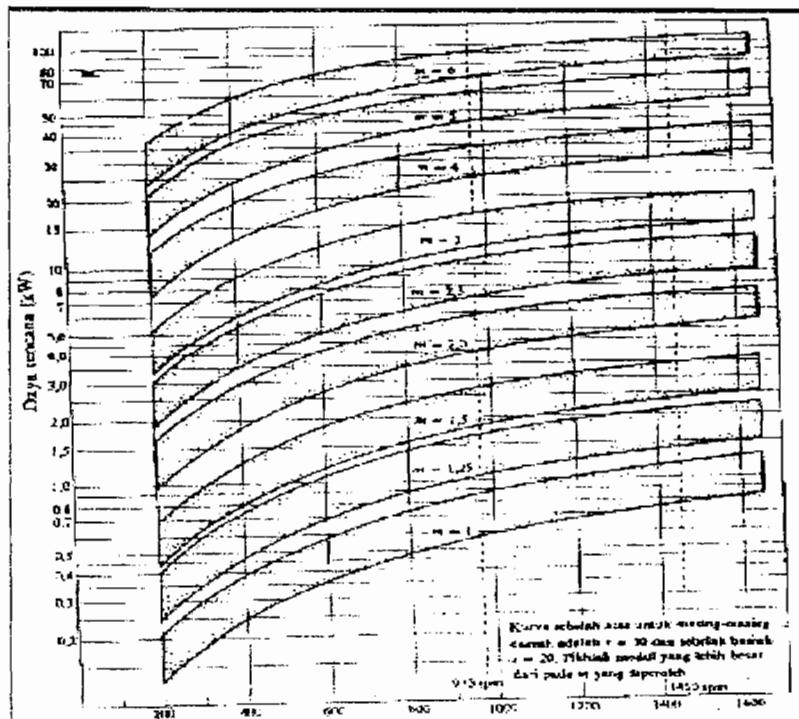
= 100 mm

Modul dan sudut tekanan pahat direncanakan 1 dan  $20^\circ$

Jumlah roda gigi ( $Z_{(i)}$ ):

Jumlah gigi roda gigi pinyon ( $Z_1$ ) = 50 / 2 = 25 gigi

Jumlah gigi roda gigi besar ( $Z_2$ ) = 100 / 2 = 50 gigi



**Gambar 4.2** Grafik Pemilihan Modul  
(Sularso, 1997, hal:245)

Perbandingan roda gigi  $Z_2 / Z_1 = 2$

Diameter lingkaran jarak bagi roda gigi ( $d_{o(i)}$ ):

$$d_{o(i)} = Z_{(i)} \times m \quad \dots \dots \dots \quad (4-5)$$

$$d_{o1} = 25 \times 2$$

$$= 50 \text{ mm}$$

$$d_{o2} = 50 \times 2$$

$$= 100 \text{ mm}$$

Jarak sumbu poros ( $\alpha$ ) sesungguhnya adalah:

$$\alpha = (d_{o1} + d_{o2}) / 2 \quad \dots \dots \dots \quad (4-6)$$

$$= (50 + 100) / 2$$

$$= 75 \text{ mm}$$

Kelonggaran puncak roda gigi (*Ck*) (Sularso, 1997, hal:219):

Kelonggaran sisi roda gigi (*Co*) = 0 mm

Diameter lingkaran kepala roda gigi ( $dk_{(i)}$ ) (Sularso, 1997, hal:219):

Diameter lingkaran kaki roda gigi ( $df_{(i)}$ ) (Sularso, 1997, hal:219):

Tinggi gigi ( $H$ ):

$$= 4.5 \text{ mm}$$

Faktor bentuk gigi ( $Y$ ):

$$Y_1 = 0,339 \quad Y_2 = 0,408$$

Tabel 4.2 Faktor Bentuk Gigi Y

(Sularso, 1997, hal:240)

Jumlah gigi Z	Y	Jumlah gigi z	Y
10	0,201	25	0,339
11	0,226	27	0,349
12	0,245	30	0,358
13	0,261	34	0,371
14	0,276	38	0,383
15	0,289	43	0,396
16	0,295	50	0,408
17	0,302	60	0,421
18	0,308	75	0,434
19	0,314	100	0,446
20	0,320	150	0,459
21	0,327	300	0,471
23	0,333	Batang gigi	0,484

Kecepatan keliling roda gigi (v):

$$v = \frac{\pi \times d_{o1} \times n_1}{60 \times 1000} \quad \dots \dots \dots \quad (4-11)$$

$$v = 3,78 \text{ m/det}$$

Gaya tangensial roda gigi ( $F_t$ ):

$$F_t = \frac{102 \times Pd}{v} \quad \dots \dots \dots \quad (4-12)$$

$$= 79,8 \text{ kg}$$

Faktor dinamis ( $fv$ ):

$$fv = \frac{3}{3 + v} \quad \dots \dots \dots \quad (4-13)$$

$$= 0,44$$

Tabel 4.3 Faktor Dinamis  $f_v$ 

(Sularso, 1997, hal:240)

Kecepatan Rendah	$v = 0,5 - 5 \text{ m/s}$	$f_v = \frac{3}{3 + v}$
Kecepatan Sedang	$v = 5 - 20 \text{ m/s}$	$f_v = \frac{6}{6 + v}$
Kecepatan Tinggi	$v = 20 - 50 \text{ m/s}$	$f_v = \frac{5,5}{5,5 + \sqrt{v}}$

Tabel 4.4 Tegangan Lentur Ijin pada Bahan Roda Gigi

(Sularso, 1997, hal:241)

Kelompok bahan	Lambang bahan	Kekuatan tarik $\sigma$ ( $\text{kg/mm}^2$ )	Kekerasan (brinel) $H_B$	Tengangan lentur yang diizinkan $\sigma$ ( $\text{kg/mm}^2$ )
Besi cor	FC 15	15	140-160	7
	FC 20	20	160-180	9
	FC 25	25	180-240	11
	FC 30	30	190-240	13
Baja cor	SC 42	42	140	12
	SC 46	46	160	19
	SC 45	49	190	20
Baja karbon untuk kontruksi mesin	S 25 C	45	123-183	21
	S 35 C	52	149-207	26
	S 45 C	58	167-229	30
Baja paduan dengan pengerasan kulit	S 15 CK	50	400 (dicelup dingin dengan minyak)	30
	SNC 21	80	600 (dicelup dingin dalam air)	35-40
	SNC22	100		40-55
Baja krom nikel	SNC 1	75	212-255	35-40
	SNC 2	85	248-302	40-60
	SNC 3	95	269-321	40-60S

Tabel 4.4 Tegangan Lentur Ijin pada Bahan Roda Gigi (Lanjutan)  
 (Sularso, 1997, hal:241)

Perunggu		18	85	5
Logam delta		35-60		10-20
Perunggu fosfor (coran)		19-30	80-100	5-7
Perunggu nikel (coran)		64-90	180-260	20-30
Damar phenol,dll				3-5

Lebar roda gigi ( $b$ ), (Aslri dan Abbas, hal.219):

Lebar gigi didapat dari rumus:

$$b = 12 \text{ mm}$$

Syarat yang harus dipenuhi lebar gigi (Sularso, 1997, hal:240):

$$B \leq (6 - 10) \times m$$

$$\frac{b}{m} \leq (6 - 10)$$

6  $\leq (6 - 10)$  ..... memenuhi syarat

$$b \leq 1,2 \times d$$

12  $\leq$  60 ..... memenuhi syarat

Tebal gigi (*s*), (Sularso, 1997, hal:219):

Tebal gigi didapat dengan menggunakan persamaan berikut:

$$s = \pi \times \frac{m}{2} \text{ mm}$$

Dengan:  $s$  = Tebal gigi (mm)

$$\pi = 3,14$$

Untuk pasangan roda gigi I dan II

Tebal gigi didapat dengan menggunakan persamaan berikut:

$$s = \pi \times \frac{m}{2} \text{ mm}$$

Dengan:  $s$  = Tebal gigi (mm)

$$\pi = 3,14$$

Untuk pasangan roda gigi I dan II

$$s = \pi \times \frac{2}{2}$$

= 3,14 mm

Harga  $K_H$  didapat dari persamaan berikut:

$$K_H = \frac{Ft}{fv \times b \times d \times \frac{2 \times z_2}{z_1 + z_2}} \left( \frac{kg}{mm^2} \right) \dots \dots \dots (4-15)$$

Faktor tegangan kontak ( $K_H$ ) mempunyai hubungan erat dengan bahan, sudut tekanan kerja dan kekerasan permukaan gigi. Harga  $K_H$  untuk berbagai gabungan bahan dan kekerasan diperlihatkan dalam Tabel 4.5 sedangkan harga rata-rata diperlihatkan dalam tabel 4.4 diatas.

Tabel 4.5 Faktor Tegangan Kontak pada Bahan Roda Gigi

(Sularso, 1997, hal:243)

Bahan roda gigi (kekerasan $H_B$ )		$K_H$ (kg/mm <sup>2</sup> )	Bahan roda gigi (kekerasan $H_B$ )		$K_H$ (kg/mm <sup>2</sup> )
Pinyon	Roda gigi besar		Pinyon	Roda gigi besar	
Baja (150)	Baja (150)	0,027	Baja (400)	Baja (400)	0,027
“ (200)	“ (200)	0,039	“ (500)	“ (500)	0,039
“ (200)	“ (200)	0,053	“ (600)	“ (600)	0,053
“ (200)	“ (200)	0,053	“ (500)	“ (500)	0,053
“ (200)	“ (200)	0,069	“ (150)	“ (600)	0,069
“ (200)	“ (200)	0,086	“ (200)	“ (150)	0,086
“ (200)	“ (200)	0,086	“ (250)	“ (200)	0,086
“ (200)	“ (200)	0,107	“ (300)	“ (250)	0,107
“ (200)	“ (200)	0,130	“ (150)	“ (300)	0,130
“ (200)	“ (200)	0,154	“ (200)	“ (150)	0,154
“ (200)	“ (200)	0,168	“ (205)	“ (200)	0,168
“ (200)	“ (200)	0,182	Besi cor	Besi cor	0,182
“ (200)	“ (200)	0,210	Besi cor nikel	Besi cor nikel	0,210
“ (200)	“ (200)	0,226	Besi cor nikel	Besi cor nikel	0,226

Untuk perancangan roda gigi pada reduksi berikutnya perhitungannya sama dengan perhitungan pada perencanaan roda gigi reduksi tingkat 1. Hasil perhitungan berikutnya dapat dilihat dalam Tabel 4.6

Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Roda Gigi Lurus

Variasi	I		II	
	1 (RG 1-2)	2 (RG 3-4)	1 (RG 5-6)	2 (RG 3-4)
$n_l$ (rpm)	1445	722,5	1445	722,5
$I$	2	2,29	1,57	2,29
$P$ (kW)	3,7	3,7	3,7	3,7
$A$ (mm)	75	75	75	75
$Pd$ (kW)	2,96	2,96	2,96	2,96
$M$	2	2	3	2
$\alpha^o$	20	20	20	20
$Z_l$	25	23	19	23
$Z_2$	50	52	31	52
$Z_2 / Z_l$	2	2,29	1,57	2,29
$d_{o1}$ (mm)	50	45,59	57	45,59
$d_{o2}$ (mm)	100	104,4	93	104,4
$a$ (mm)	75	75	75	75
$Ck$	0,5	0,5	0,75	0,5
$Co$	0	0	0	0
$dk_1$ (mm)	54	50	63	50
$dk_2$ (mm)	104	108	99	108
$df_1$ (mm)	46	42	51	42
$df_2$ (mm)	96	100	87	100
$H$ (mm)	4,5	4,5	6,75	4,5

Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Roda Gigi Lurus (Lanjutan)

Variasi	I	II	
$Y_1$	0,339	0,333	0,314
$Y_2$	0,408	0,411	0,361
$V(\text{m/s})$	3,78	1,74	4,31
$F_t(\text{kg})$	79,8	173,6	70,05
$f_V$	0,44	0,017	0,41
Bahan pinyon	S 15 CK	S 15 CK	SNC 2
$\sigma_{a1}(\text{kg/mm}^2)$	30	30	60
$\sigma_{b1}(\text{kg/mm}^2)$	50	50	85
$H_{B1}$	400	400	300
Bahan gigi besar	S 15 CK	S 15 CK	S NC 2
$\sigma_{a2}(\text{kg/mm}^2)$	30	30	60
$\sigma_{b2}(\text{kg/mm}^2)$	50	50	85
$H_{B2}$	350	350	300
$b(\text{mm})$	12	12	18
$b/m(6 - 16)$	6	6	6
$B \leq 1,2 d$	60	55,2	68,4
$S(\text{mm})$	3,14	3,14	4,71
$K_H(\text{kg / mm}^2)$	0,22	13,0	0,13
			13,0

Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Roda Gigi Lurus (Lanjutan)

Variasi	III		IV	
Reduksi	1 (RG 7-8)	2 (RG 3-4)	1 (RG1-2)	2 (RG 9-10)
$n_l$ (rpm)	1445	722,5	1445	1445
$I$	1,26	2,29	2	2
$P$ (kW)	3,7	3,7	3,7	3,7
$A$ (mm)	75	75	75	75
$Pd$ (kW)	2,96	2,96	2,96	2,96
$M$	2	2	2	2
$\alpha^o$	20	20	20	20
$Z_l$	33	23	25	35
$Z_2$	42	52	50	40
$Z_2/Z_l$	1,26	2,29	2	1,147
$d_{o1}$ (mm)	66	45,59	50	70
$d_{o2}$ (mm)	84	104,4	100	80
$a$ (mm)	75	75	75	0,5
$Ck$	0,5	0,5	0,5	0,5
$Co$	0	0	0	0
$dk_l$ (mm)	70	50	54	74
$dk_2$ (mm)	88	108	104	84
$df_l$ (mm)	62	42	46	66
$df_2$ (mm)	80	100	96	76
$H$ (mm)	4,5	4,5	4,5	4,5

Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Roda Gigi Lurus (Lanjutan)

Variasi	III		IV	
$Y_1$	0,368	0,333	0,339	0,374
$Y_2$	0,393	0,411	0,408	0,388
$V$ (m/s)	4,99	1,74	3,78	2,65
$F_t$ (kg)	60,5	173,6	79,8	113,93
$f\nu$	0,375	0,63	0,44	0,53
Bahan pinyon	S 15 CK	S 15 CK	S 15 CK	SNC I
$\sigma_{a1}$ (kg/mm <sup>2</sup> )	30	30	30	40
$\sigma_{b1}$ (kg/mm <sup>2</sup> )	50	50	50	75
$H_{B1}$	400	400	400	500
Bahan gigi besar	S 15 CK	S 15 CK	S 15 CK	SNC I
$\sigma_{a2}$ (kg/mm <sup>2</sup> )	30	30	30	40
$\sigma_{b2}$ (kg/mm <sup>2</sup> )	50	50	50	75
$H_{B2}$	300	350	350	350
$b$ (mm)	12	12	12	12
$b/m$ (6 – 16)	6	6	6	6
$b \leq 1,2 d$	79,2	55,2	60	84
$S$ (mm)	3,14	3,14	3,14	3,14
$K_H$ (kg / mm <sup>2</sup> )	0,18	0,36	0,22	0,23

Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Roda Gigi Lurus (Lanjutan)

Variasi	V		VI	
Reduksi Roda gigi	1 (RG 5-6)	2 (RG 9-10)	1 (RG 7-8)	2 (RG 9-10)
$n_I$ (rpm)	1445	1445	1445	1445
$I$	1,57	2	1,26	2
$P$ (kW)	3,7	3,7	3,7	3,7
$A$ (mm)	75	75	75	75
$P_d$ (kW)	2,96	2,96	2,96	2,96
$M$	3	2	2	2
$\alpha^o$	20	20	20	20
$Z_I$	19	35	33	35
$Z_2$	31	40	42	40
$Z_2/Z_I$	1,57	1,147	1,26	1,147
$d_{o1}$ (mm)	57	70	66	70
$d_{o2}$ (mm)	93	80	84	80
$a$ (mm)	75	0,5	75	0,5
$Ck$	0,75	0,5	0,5	0,5
$Co$	0	0	0	0
$dk_I$ (mm)	63	74	70	74
$dk_2$ (mm)	99	84	88	84
$df_I$ (mm)	51	66	62	66
$df_2$ (mm)	87	76	80	76
$H$ (mm)	6,75	4,5	4,5	4,5

Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Roda Gigi Lurus (Lanjutan)

Variasi	V		VI	
$Y_1$	0,314	0,374	0,368	0,374
$Y_2$	0,361	0,388	0,393	0,388
$V$ (m/s)	4,31	2,65	4,99	2,65
$F_t$ (kg)	70,05	113,93	60,5	113,93
$f_v$	0,41	0,53	0,375	0,53
Bahan pinyon	SNC 2	SNC I	S 15 CK	SNC I
$\sigma_{al}$ (kg/mm <sup>2</sup> )	60	40	30	40
$\sigma_{bl}$ (kg/mm <sup>2</sup> )	85	75	50	75
$H_{B1}$	300	500	400	500
Bahan gigi besar	S NC 2	SNC I	S 15 CK	SNC I
$\sigma_{a2}$ (kg/mm <sup>2</sup> )	60	40	30	40
$\sigma_{b2}$ (kg/mm <sup>2</sup> )	85	75	50	75
$H_{B2}$	300	350	300	350
$b$ (mm)	18	12	12	12
$b/m$ (6 - 16)	6	6	6	6
$B \leq 1,2 d$	68,4	84	79,2	84
$S$ (mm)	4,71	3,14	3,14	3,14
$K_H$ (kg / mm <sup>2</sup> )	0,13	0,23	0,18	0,23

#### 4.4 Perhitungan Poros dan Pasak Serta Bantalan

Poros merupakan elemen yang diperuntukkan mendukung elemen mesin yang berputar walaupun ada yang diam. Poros yang terutama digunakan untuk memindahkan momen puntir.

Poros umumnya berpenampang bulat, namun tidak menutup kemungkinan berpenampang lain seperti segitiga dan poros berlubang. Lubang dalam poros biasanya untuk melewatkannya minyak pelumas dan minyak pendingin.

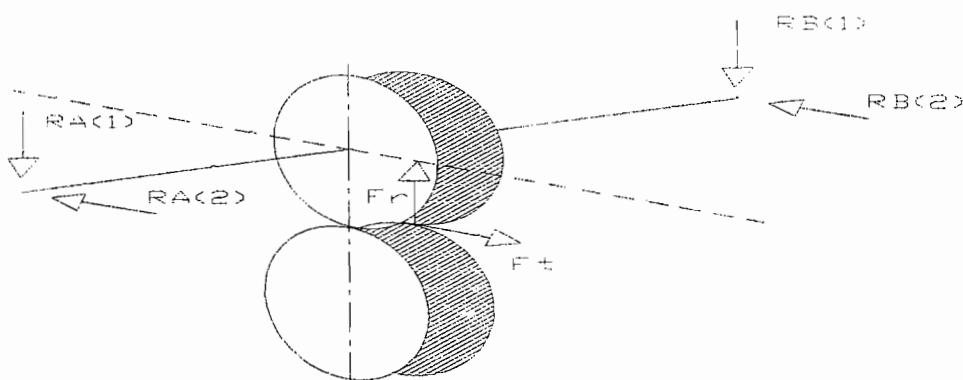
Hampir setiap poros dibebani lengkung dan puntiran atau lengkung murni, tergantung penggunaannya. Untuk poros yang mendukung beban berputar biasanya dibebani puntir dan lengkung. Sedangkan untuk poros yang mendukung beban yang diam biasanya dibebani lengkung murni.

Dalam perencanaan poros Mesin Drill Radial ini dibebani puntir dan lengkung karena beban yang didukung berputar. Terdapat tiga poros dalam Mesin Drill Radial ini dengan beban yang berbeda-beda. Pada poros terdapat pasak yang berfungsi untuk mengikat roda gigi dengan poros. Disamping itu juga adanya *spline* yang berfungsi untuk memindahkan kecepatan.

#### a. perhitungan poros, pasak dan bantalan poros I

Bentuk pembebanannya:

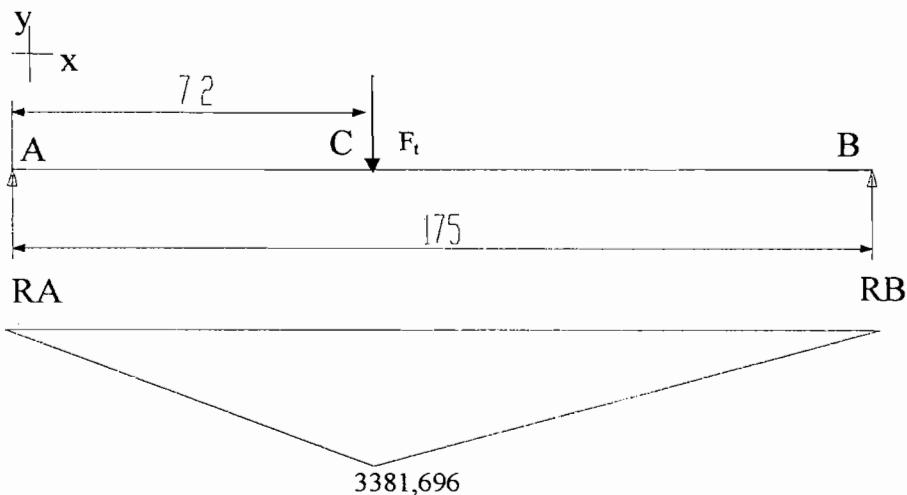
Gambar poros I



**Gambar 4.3** Pembebaan pada Poros I

Gambar poros I, posisi 1:

Gaya tangensial:



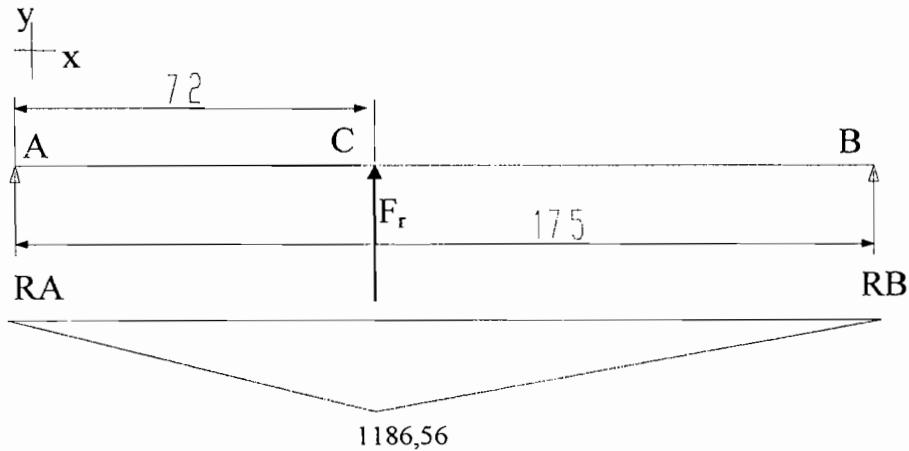
Gambar 4.4 Gaya reaksi dan diagram momen lengkung pada poros I dengan posisi 1, akibat beban tangensial  $F_t$

$$RB = \frac{79,8 \times 72}{175} = 32,832 \text{ kg}$$

$$RA = 79,8 - 32,832 = 46,968 \text{ kg}$$

$$M_c = 46,968 \times 72 = 3381,696 \text{ kg.mm}$$

Gaya radial:



Gambar 4.5 Gaya reaksi dan diagram momen lengkung pada poros I dengan posisi 1, akibat beban radial  $F_r$

$$F_r = F_t \times \tan 20^\circ$$

$$= 28 \text{ kg}$$

$$RB = \frac{28 \times 72}{175} = 11,52 \text{ kg}$$

$$RB = 28 - 11,52 = 16,48 \text{ kg}$$

$$Mc = 16,48 \times 72 = 1186,56 \text{ kg.mm}$$

Dari keduanya:

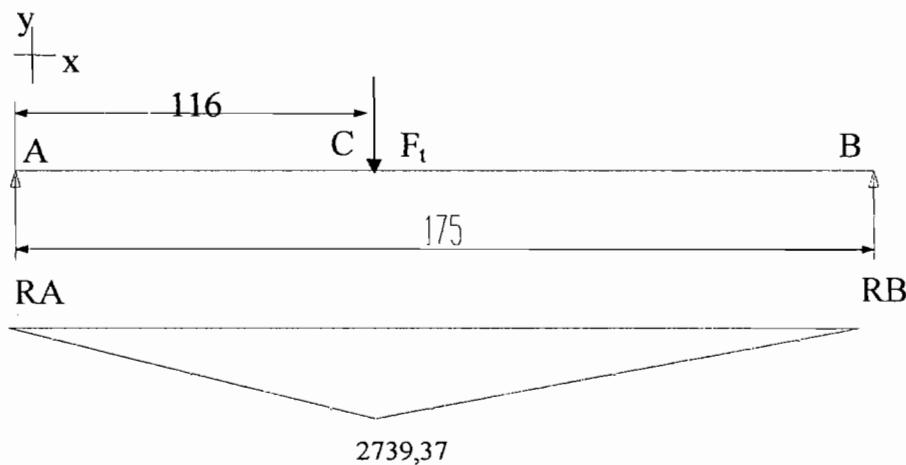
$$RA_{I(I)} = \sqrt{(46,968)^2 + (16,48)^2} = 49,77 \text{ kg}$$

$$RB_{I(I)} = \sqrt{(32,838)^2 + (11,52)^2} = 34,8 \text{ kg}$$

$$Mmax_{I(I)} = \sqrt{(3381,696)^2 + (1186,56)^2} = 3583,82 \text{ kg.mm}$$

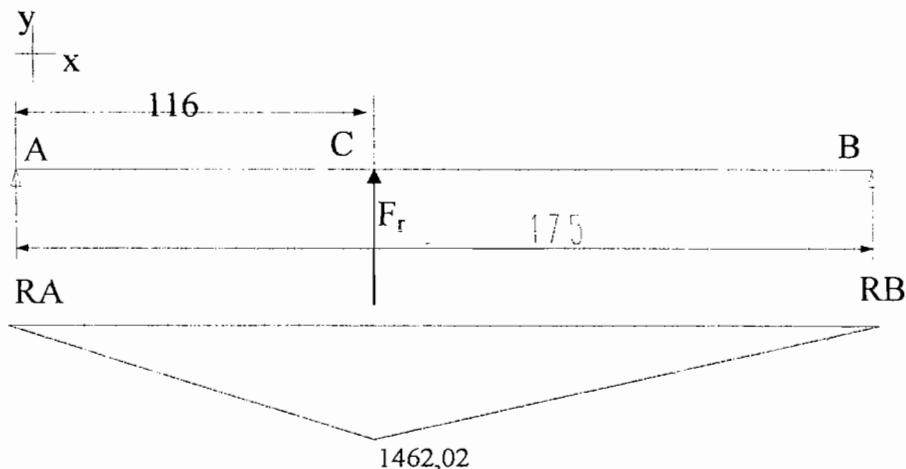
Gaya poros I posisi 2:

Gaya tangensial:



Gambar 4.6 Gaya reaksi dan diagram momen lengkung pada poros I dengan posisi 2, akibat beban tangensial  $F_t$

Gaya radial:



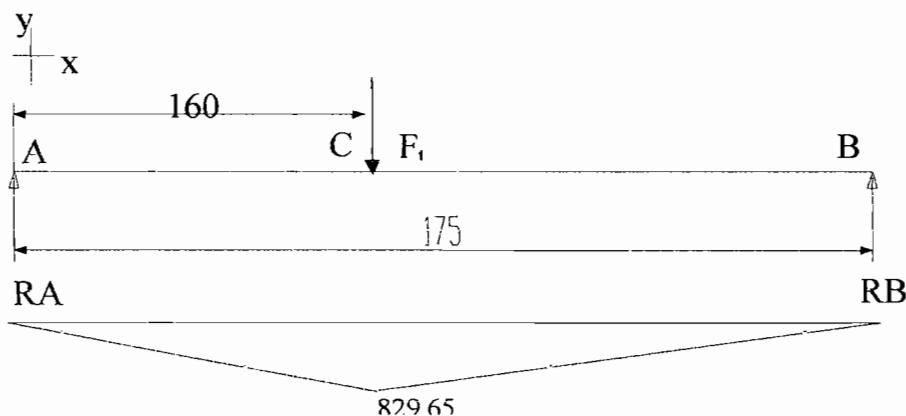
Gambar 4.7 Gaya reaksi dan diagram momen lengkung pada poros I dengan posisi 2, akibat beban radial  $F_r$

$$F_r = F_t \times \tan 20^\circ$$

$$= 25 \text{ kg}$$

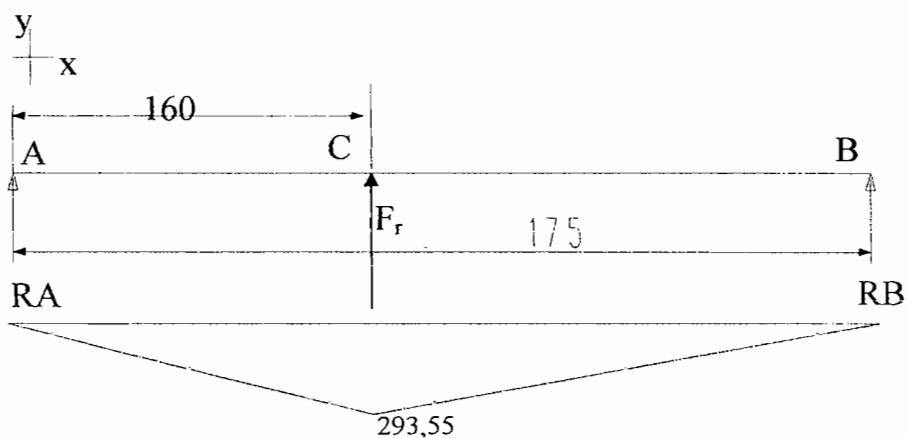
Gaya poros I posisi 3:

Gaya tangensial:



Gambar 4.8 Gaya reaksi dan diagram momen lengkung pada poros I dengan posisi 3, akibat beban tangensial  $F_t$

Gaya radial:



Gambar 4.9 Gaya reaksi dan diagram momen lengkung pada poros I dengan posisi 3, akibat beban radial  $F_r$

$$F_r = F_t \times \tan 20^\circ$$

$$= 21 \text{ kg}$$

Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Poros I

Posisi	I	II	III
$RA$ (kg)	49,77	25,05	58,67
$RB$ (kg)	34,8	49,25	5,52
$M_{max}$ (kg.mm)	3382	3106	880

Dengan:

$F_{r\text{GD1}}$  = berat roda gigi (kg)

$F_{t,GDI}$  = gaya tangensial roda gigi (kg)

Bahan roda gigi dari S15CK dengan tegangan tarik bahan  $50 \text{ kg/mm}^2$ . Bahan memiliki massa jenis  $7,933 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ . Modulus geser bahan  $8,3 \times 10^3 \text{ kg/mm}^2$ .

Berat roda gigi ( $W_{RGD1}$ ):

$$W_{RGDI} = \frac{\pi}{4} (dk_1)^2 \times b \times \rho_{RG} \quad \dots \dots \dots \quad (3-23)$$

$$= \frac{\pi}{4} (54)^2 \times 12 \times (7,933/1000^2)$$

$$= 0,22 \text{ kg.}$$

Momen puntir poros ( $T$ ):

$$T = 9,74 \times 10^5 \times 2,96 / 1445$$

$$= 1995,18 \text{ kg.mm}$$

Bahan poros S30C dengan kekuatan tarik bahan  $55 \text{ kg/mm}^2$

Angka keamanan (Sfl) = 6

Angka keamanan (Sf2) = 3

Tegangan geser ijin bahan ( $\tau_a$ ):

$$\tau_a = 55 / (6 \times 3) = 3,06 \text{ kg/mm}^2$$

Diameter poros (ds), (Sularso, 1997, hal:18) :

$$d_s \geq \left[ (5,1/\tau_a) \sqrt{(k_m M)^2 + (k_t T)^2} \right]^{1/3} \quad \dots \dots \dots \quad (3-24)$$

$$\geq \left[ (5,1/3,06) \sqrt{(1 \times 3381,696)^2 + (2 \times 1995,18)^2} \right]^{1/3}$$

$$\geq 19,43 \text{ mm}$$

diambil poros dengan diameter 28 mm, karena harga minimum yang diijinkan memenuhi.

Defleksi puntiran poros ( $\theta$ ), per meter panjang poros :

Harga defleksi puntiran poros yang diijinkan adalah  $< 0,25$  °/m. Dengan demikian syarat defleksi puntiran terpenuhi.

Defleksi lenturan ( $Y$ ):

$$Y_1 = 3,23 \times 10^{-4} \frac{79,8 \times (72)^2 \times (103)^2}{28^4 \times 175}$$

$$Y_1 = 0,013 \text{ mm}$$

$$Y_2 = 3,23 \times 10^{-4} \frac{28,72 \times (72)^2 \times (103)^2}{28^4 \times 175}$$

$$Y_2 = 0,0047 \text{ mm}$$

$$Y = \sqrt{(0,003)^2 + (0,0047)^2} = 0,014 \text{ kg}$$

Harga defleksi lenturan poros yang diijinkan adalah < 0,3 mm/m

Dengan panjang poros 175 mm, berarti defleksi lenturan poros yang diijinkan adalah  $< (0,3 / 1000) \times 175 = 0,05$  mm

Gaya tangensial ( $F_t$ ), yang diterima pasak:

$$= \frac{1995,18}{\frac{1}{2} \times 28}$$

= 142,51 kg

Ukuran pasak direncanakan, (Sularso, 1997, hal:10):

Lebar (b) = 8 mm

Tinggi (h) = 7 mm

Kedalaman alur pasak poros  $t_1 = 4,0$  mm

Kedalaman alur pasak naf  $t_2 = 3,3$  mm

Bahan pasak direncanakan = S 25 C

Perlakuan panas bahan = dicelup dingin

$$\text{Kekuatan tarik bahan} = 45 \text{ kg/mm}^2$$

Faktor keamanan:  $(Sf_{k1}) = 3$   $(Sf_{k2}) = 2$

Perhitungan tegangan geser:

Panjang pasak dari tegangan geser yang diijinkan ( $L_1$ ):

Panjang pasak dari tekanan permukaan yang diijinkan ( $L_2$ ) adalah:

$$P = \frac{F}{L_2 \times t_2} \quad \dots \dots \dots \quad (3-29)$$

dengan:

$P = \text{Tekanan permukaan yang diijinkan untuk baja} = 8 \text{ kg/mm}^2$  maka,

$L_2 \geq 4,45$  mm

Panjang pasak aktif ( $L_k$ ) = 12 mm

$0,250 < b/d_s (0,29) < 0,35$ ; aman

$0,750 < L_k/ds (0,82) < 1,50$ ; aman

Untuk bantalan poros 1 dipakai bantalan gelinding. Beban radial ( $F_r$ ) yang harus ditutupi adalah (A) 58,67 kg dan (B) 4,49 kg. Sedangkan beban aksial ( $F_a$ ) = 0.

Putaran poros n adalah 1445 rpm.

Dengan melihat tabel ukuran bantalan yang terlampir diperoleh:

Nomor bantalan 6005

Diameter dalam ( $d$ ) = 25 mm

Diameter luar ( $D$ ) = 47 mm

Kapasitas nominal dinamis spesifik ( $C$ ) = 790 kg

Kapasitas nominal statis spesifik ( $C_o$ ) = 530 kg

Perbandingan  $F_a / C_o = 0 < e$ , (Sularso, 1997, hal:243)

Perbandingan  $F_c / F_r = 0 < \epsilon$

Faktor (X) = 1 dan faktor (Y) = 0

Beban ekuivalen dinamis bantalan ( $P$ ), (Sularso, 1997, hal:135):

$$P_2 = XF_r + YF_a$$

$\approx 49,25 \text{ kg}$

Faktor kecepatan bantalan ( $f_n$ ), (Sularso, 1997, hal:136):

= 0,28

faktor umur kedua bantalan ( $f_h$ ):

$$= 0,28 \times \frac{790}{58,67}$$

= 3,77

$$f_h(B) = f_n \frac{C}{P}$$

$$= 0,28 \times \frac{790}{49,25}$$

= 4,49

Umur nominal bantalan ( $L_h$ ):

= 26791,4 jam

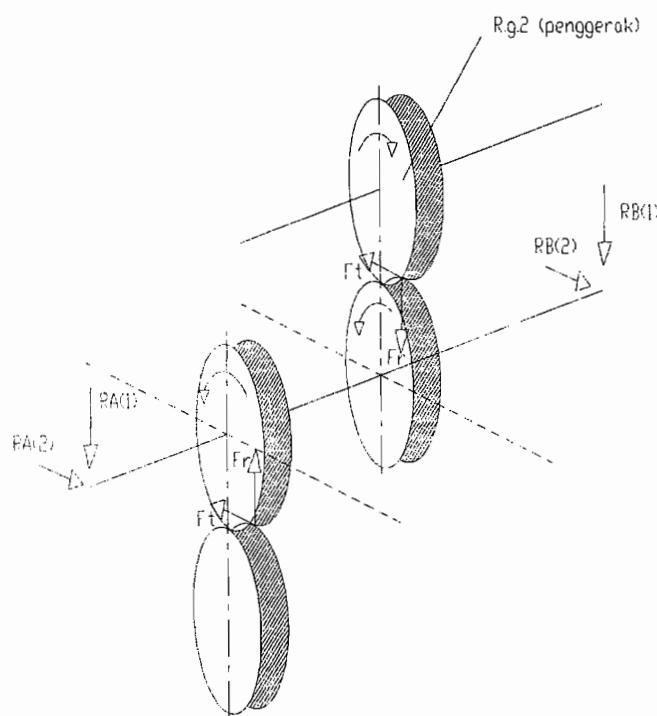
$$L_{h(B)} = 500 f_h^3$$

= 45259,42 jam

#### b. perhitungan poros, pasak dan bantalan poros II

Bentuk pembebanannya:

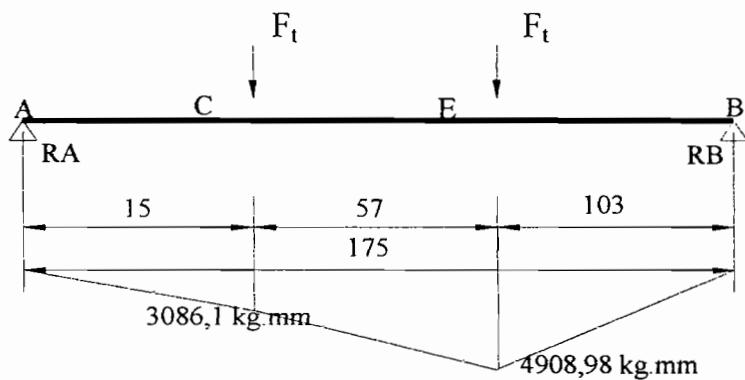
## Gambar poros II



**Gambar 4.10** Pembebanan pada Poros II

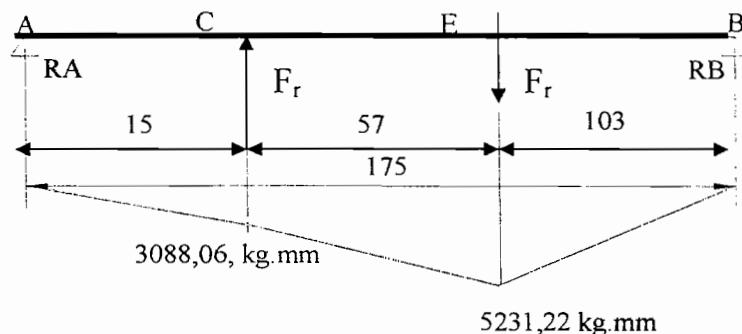
Gambar poros II posisi 1:

Gaya tangensial:



Gambar 4.11 Gaya reaksi dan diagram momen lengkung pada poros II dengan posisi 1, akibat beban tangensial  $F_t$

Gaya radial:



Gambar 4.12 Gaya reaksi dan diagram momen lengkung pada poros II dengan posisi 1, akibat beban radial  $F_r$

$$F_r(C) = F_t \times \tan 20^\circ$$

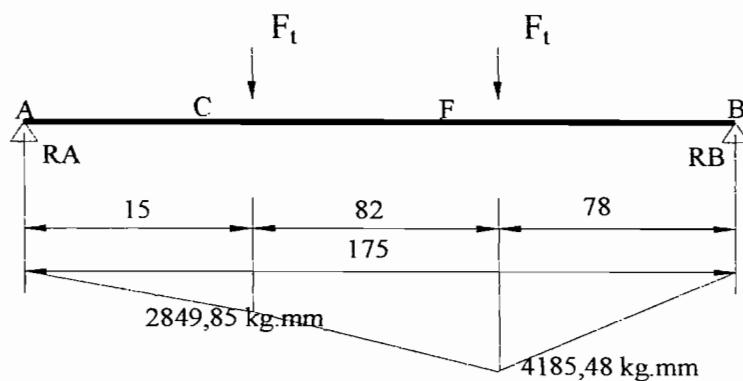
$$= 63 \text{ kg}$$

$$F_r(E) = F_t \times \tan 20^\circ$$

$$= 28,72 \text{ kg}$$

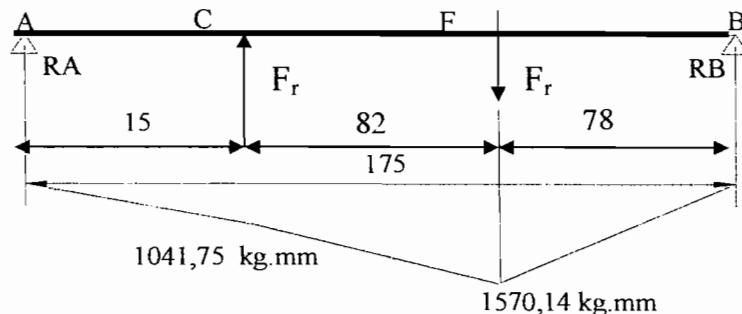
Gambar poros II posisi 2:

Gaya tangensial:



Gambar 4.13 Gaya reaksi dan diagram momen lengkung pada poros II dengan posisi 2, akibat beban tangensial  $F_t$

Gaya radial:



Gambar 4.14 Gaya reaksi dan diagram momen lengkung pada poros II dengan posisi 2, akibat beban radial  $F_r$

$$F_r(C) = F_t \times \tan 20^\circ$$

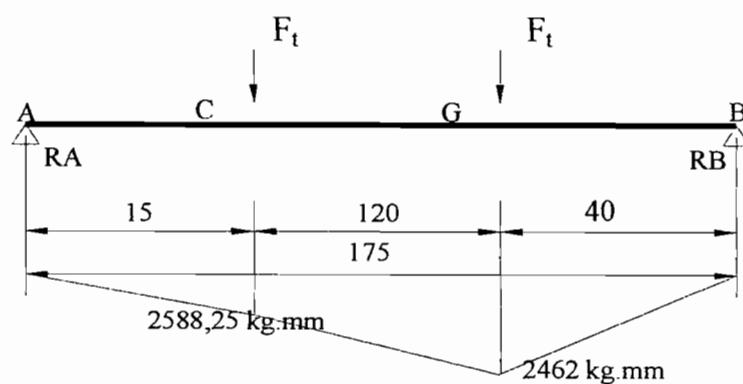
$$= 63 \text{ kg}$$

$$F_r(F) = F_t \times \tan 20^\circ$$

$$= 25,49 \text{ kg}$$

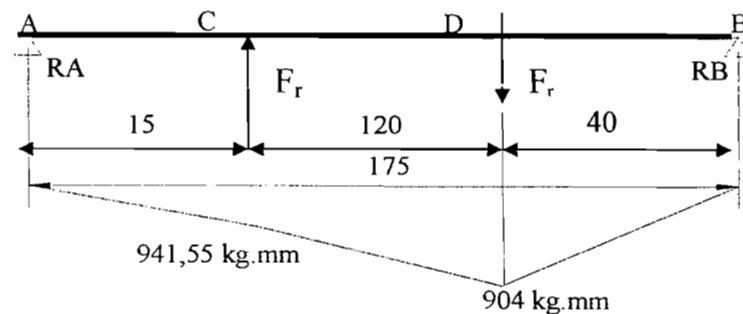
Gambar poros II posisi 3:

Gaya tangensial:



Gambar 4.15 Gaya reaksi dan diagram momen lengkung pada poros II dengan posisi 3, akibat beban tangensial  $F_t$

Gaya radial:



Gambar 4.16 Gaya reaksi dan diagram momen lengkung pada poros II dengan posisi 3, akibat beban radial  $F_r$

$$F_r(C) = F_t \times \tan 20^\circ$$

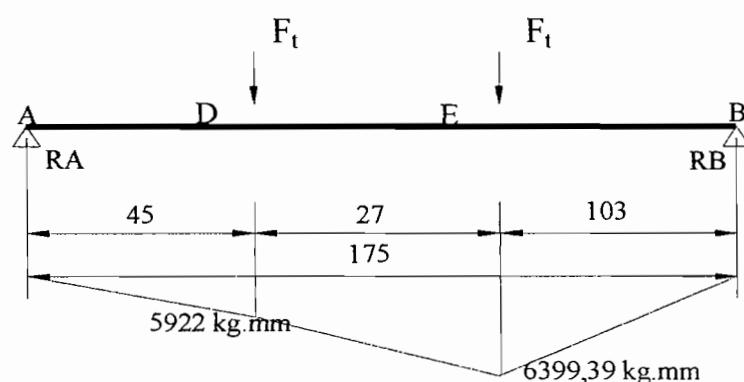
$$= 63 \text{ kg}$$

$$F_r(G) = F_t \times \tan 20^\circ$$

$$= 22,02 \text{ kg}$$

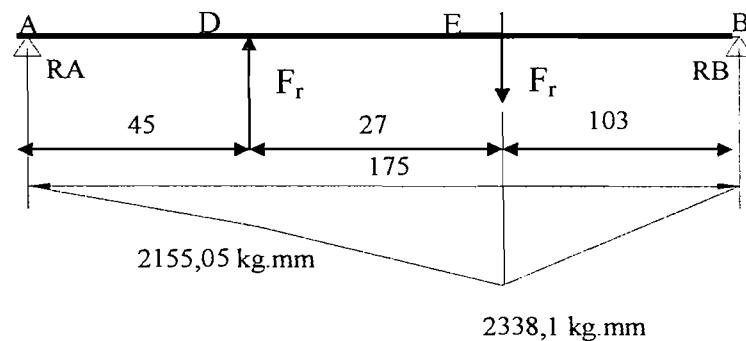
Gambar poros II posisi 4:

Gaya tangensial:



Gambar 4.17 Gaya reaksi dan diagram momen lengkung pada poros II dengan posisi 4, akibat beban tangensial  $F_t$

Gaya radial:



Gambar 4.18 Gaya reaksi dan diagram momen lengkung pada poros II dengan posisi 4, akibat beban radial  $F_r$

$$F_r(D) = F_t \times \tan 20^\circ$$

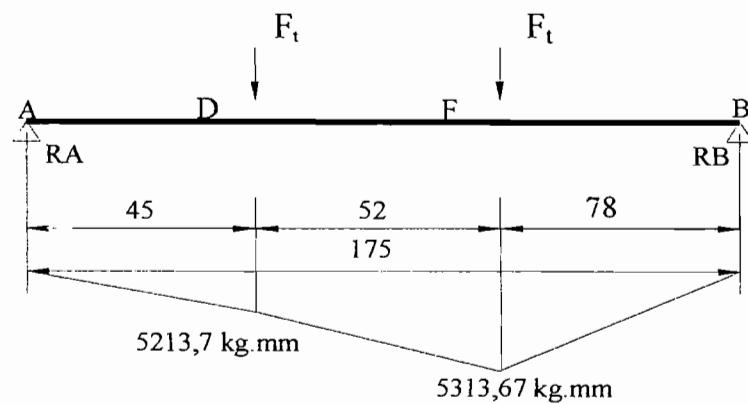
$$= 41,47 \text{ kg}$$

$$F_r(E) = F_t \times \tan 20^\circ$$

$$= 28,72 \text{ kg}$$

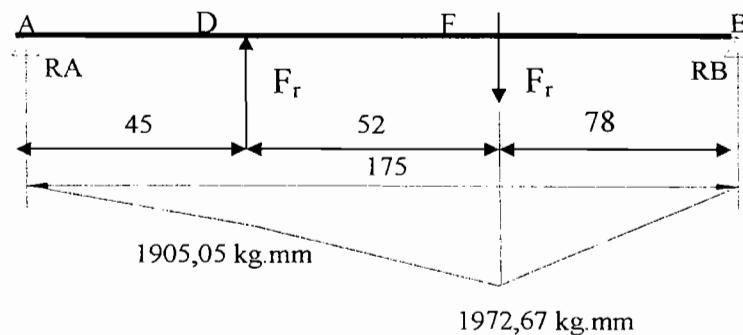
Gambar poros II posisi 5:

Gaya tangensial:



Gambar 4.19 Gaya reaksi dan diagram momen lengkung pada poros II dengan posisi 5, akibat beban tangensial  $F_t$

Gaya radial:



Gambar 4.20 Gaya reaksi dan diagram momen lengkung pada poros II dengan posisi 5, akibat beban radial  $F_r$

$$F_r(D) = F_t \times \tan 20^\circ$$

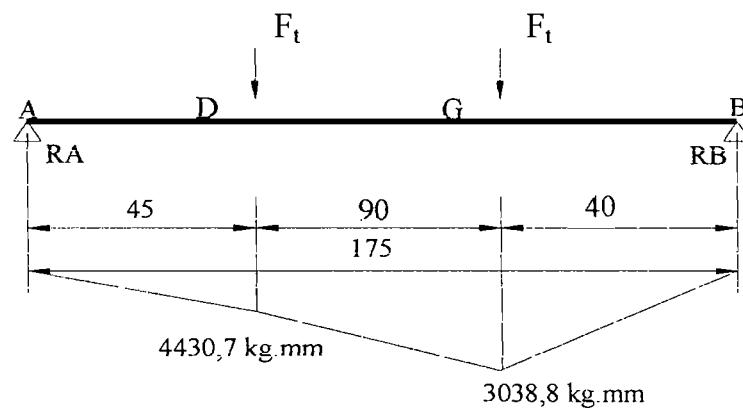
$$= 41,47 \text{ kg}$$

$$F_r(F) = F_t \times \tan 20^\circ$$

$$= 25,49 \text{ kg}$$

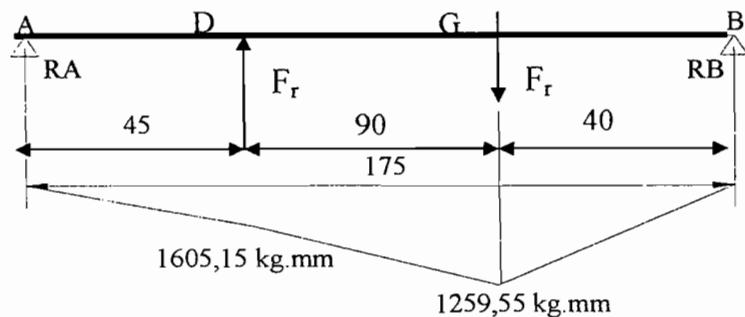
Gambar poros II posisi 6:

Gaya tangensial:



Gambar 4.21 Gaya reaksi dan diagram momen lengkung pada poros II dengan posisi 6, akibat beban tangensial  $F_t$

Gaya radial:



Gambar 4.22 Gaya reaksi dan diagram momen lengkung pada poros II dengan posisi 6, akibat beban radial  $F_r$

$$\begin{aligned} F_r(D) &= F_t \times \tan 20^\circ \\ &= 41,47 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_r(G) &= F_t \times \tan 20^\circ \\ &= 22,02 \text{ kg} \end{aligned}$$

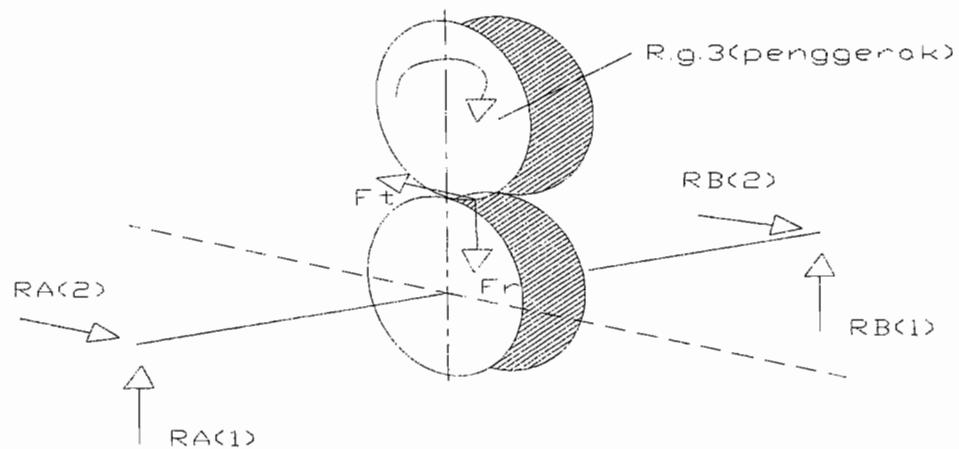
Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Poros II

Posisi	I	II	III	IV	V	VI
$RA \text{ (kg)}$	218,42	202,29	183,6	140,04	123,36	104,72
$RB \text{ (kg)}$	50,79	57,31	65,65	66,15	72,67	80,96
$M_{max} \text{ (kg.mm)}$	5231,22	4470,30	2754,19	6813,14	5668	4712,49

c. perhitungan poros, pasak dan bantalan poros III

Bentuk pembebanannya:

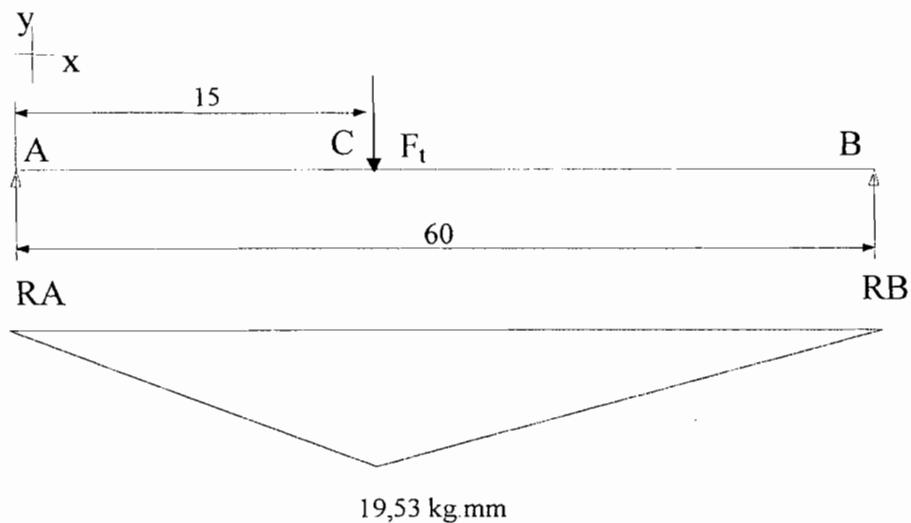
Gambar poros III



**Gambar 4.23** Pembebaan pada Poros III

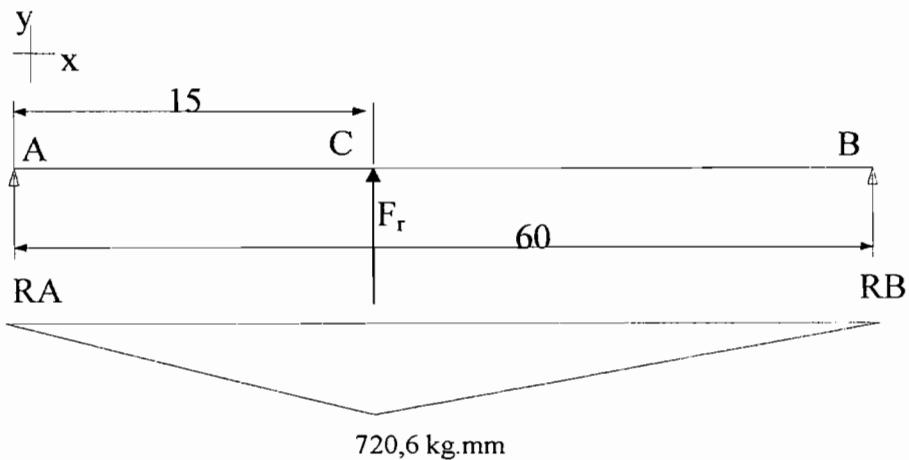
Gambar poros III posisi 1:

Gaya tangensial:



**Gambar 4.24** Gaya reaksi dan diagram momen lengkung pada poros III dengan posisi 1, akibat beban tangensial  $F_t$

Gaya radial:



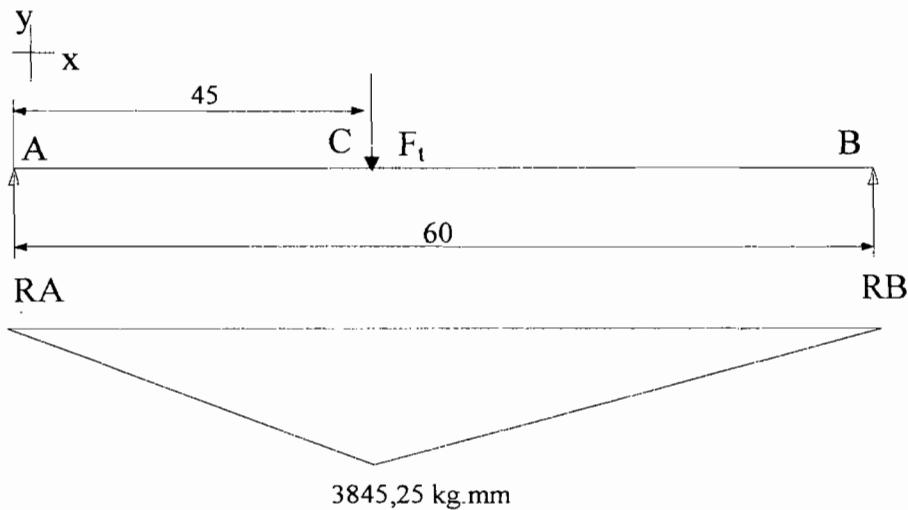
Gambar 4.25 Gaya reaksi dan diagram momen lengkung pada poros III dengan posisi 1, akibat beban radial  $F_r$

$$Fr(C) = Ft \times \tan 20^\circ$$

$$= 63,18 \text{ kg}$$

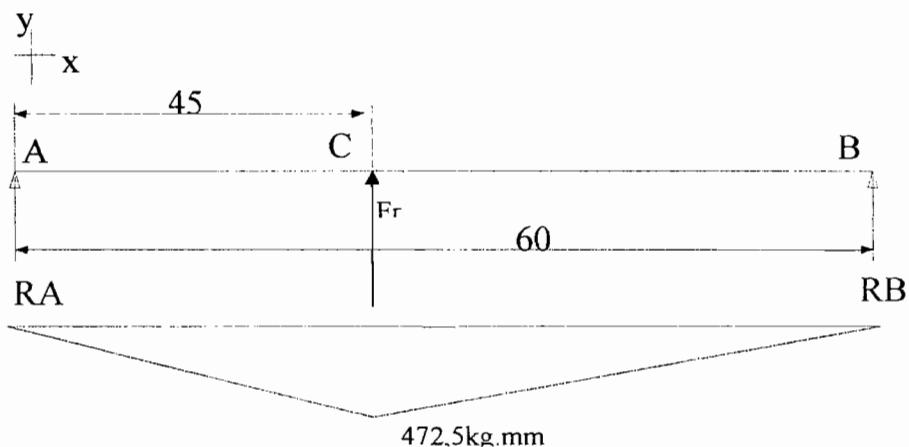
Gambar poros III posisi 2 :

Gaya tangensial:



Gambar 4.26 Gaya reaksi dan diagram momen lengkung pada poros III dengan posisi 2, akibat beban tangensial  $F_t$

Gaya radial:



Gambar 4.27 Gaya reaksi dan diagram momen lengkung pada poros III dengan posisi 2, akibat beban radial  $F_r$

$$\begin{aligned}
 F_r(D) &= F_t \times \tan 20^\circ \\
 &= 41,47 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Poros III

Posisi	I	II
$RA$ (kg)	138,78	86,09
$RB$ (kg)	46,26	42,47
$M_{max}$ (kg.mm)	2081,7	3874,17

#### 4.5 Perhitungan Seplain

Seplain mempunyai fungsi yang serupa dengan pasak, seplain (*spline*) mempunyai gigi luar pada poros dan gigi dalam dengan jumlah gigi yang sama pada naf dan saling terkait satu dengan yang lain. *Spline* juga digunakan sebagai alur oleh roda gigi yang berfungsi sebagai pemindah kecepatan.

Tabel 4.10 Ukuran *Spline* pada Mesin Perkakas Menurut DIN 5471 dengan 4 baji (G.neemann, 1986: hal.346)

$D$	$D$	$b$
11	15	3
13	17	4
16	20	6
18	22	6
21	25	8
24	28	8
28	32	10
32	38	10
36	42	12

Tabel 4.10 Ukuran *Spline* pada Mesin Perkakas Menurut DIN 5471 dengan 4 bajи  
(G.neemann, 1986: hal.346) Lanjutan

42	48	12
46	52	14
52	60	14
58	65	16
62	70	16
68	78	16

*Spline* pada poros II:

1. Berdasarkan Tabel 4.7 dapat ditentukan ukuran-ukuran diameter *spline* berdasarkan diameter poros baik dengan interpolasi ataupun langsung dipilih.

Ukuran *spline*: 28 x 32 10 DIN 5471

Keterangan:

$d$  = diameter poros

= 32 mm

$D$  = diameter *spline* (dengan interpolasi)

= 38 mm

$b$  = lebar *spline*

= 10 mm

2. Besar momen torsi rencana ( $M_t$ ), (G niemann hal 342):

$$M_t = 9,75 \times 10^5 \times \frac{pd}{N_{\min}} \text{ kg.mm}$$

$$= 3994,5 \text{ kg.mm}$$

dengan:  $P_d$  = daya rencana (kW)

$N_{min}$  = putaran minimum pada poros I (rpm)

3. Besar momen yang dialami poros harganya tidak boleh melebihi dari momen torsi rencana.  $M_\theta$  dapat dicari dengan persamaan berikut:

$$M_t = 0,7 \times M_\theta \times L_I \text{ kg.mm}$$

$$M_\theta = \frac{M_t}{0,7 \cdot L_I} \text{ kg}$$

Dimana:  $L_I$  = Panjang *spline* pada poros (mm)

$M_{tI}$  = Momen rencana torsi (kg.mm)

$M_{\theta I}$  = Momen yang dialami *spline* pada poros (kg)

Maka:

$$M_{\theta I} = \frac{M_{tI}}{0,7 \cdot L_I}$$

$$= 51,41 \text{ kg.mm}$$

karena harga momen yang dialami lebih kecil dari harga momen yang direncanakan maka perancangan *spline* aman.

Untuk perhitungan poros, pasak, *spline* dan bantalan yang lain caranya sama dan dari hasil perhitungan diperoleh seperti dalam Tabel 4.8

Tabel 4.11 Hasil Perhitungan Poros, Pasak dan Bantalan

Dimensi	Satuan	Poros 2	Poros 3
Beban 1 $(W_{RG1})y$	kg	0,19	63,18
Beban 1 $(W_{RG1})x$		79,8	174,47
Beban 2 $(W_{RG2})y$	kg	0,808	-
Beban 2 $(W_{RG2})x$		173,6	-

Tabel 4.11 Hasil Perhitungan Poros, Pasak dan Bantalan (Lanjutan)

<b>Dimensi</b>	<b>Satuan</b>	<b>Poros 2</b>	<b>Poros 3</b>
Beban 3 $(W_{RG3})y$	kg	-	-
Beban 3 $(W_{RG3})x$			
Beban 4 $(W_{RG4})y$	kg	-	-
Beban 4 $(W_{RG4})x$			
Reaksi tumpuan A $(RA)$	kg	218,42	138,78
Reaksi tumpuan B $(RB)$	kg	80,96	46,26
Momen max $(M_{max})$	kg.mm	(E)6813,14	(D)3874,2
Momen puntir $(T)$	kg.mm	3990,37	9152,5
Diameter poros $(ds)$	mm	35	45
Defleksi puntiran $(\theta)$	o	0,19	0,16
Defleksi lenturan $(y)$	mm	0,003	0,0002
Bahan poros		S30C	S30C
Kekuatan tarik $(\sigma_B)$	kg/mm <sup>2</sup>	55	55
Tegangan geser $(\tau_a)$	kg/mm <sup>2</sup>	3,56	3,06
Tek. Permkn. Ijin bahan (P)	kg/mm <sup>2</sup>	8	8,03
Diamter dalam <i>spline</i> $(d_1)$	mm	35	45
Diameter luar spline $(d_2)$	mm	40	51
Lebar profil spline $(b)$	mm	10	12
Banyaknya profil spline $(i)$		4	4
Momen yang dialami $(M_{02})$	kg.mm	74,10	163,04
Tebal pasak $(h)$	mm	8 x 7	8 x 7
Dia. rata – rata poros $(d_m)$	mm	35	45
Pnjg. pasak beban 1 $(L_1)$	mm	3,56	4,92
Pnjg. Spline/pasak beban 2 $(L_2)$	mm	7,12	8,03
Pnjg. Spline/pasak beban 3 $(L_3)$	mm	-	-
Pnjg. Spline/pasak beban 4 $(L_4)$	mm	-	-
Tek. Permkn. Beban $(P_r)$	kg/mm <sup>2</sup>	(A) 218,42 (B) 80,96	(A) 138,78 (B) 46,26

Tabel 4.11 Hasil Perhitungan Poros, Pasak dan Bantalan (Lanjutan)

<b>Dimensi</b>	<b>Satuan</b>	<b>Poros 2</b>	<b>Poros 3</b>
Beban radial poros (Fr)	kg	(A) 218,42 (B) 80,96	(A) 138,78 (B) 46,26
Beban aksial poros (Fa)	kg	0	0
Putaran poros (n)	rpm	722,5	315
Diameter dalam bantalan (dB)	mm	35	45
Dia. luar bantalan (DB)	mm	62	75
Kap. nom. Beban dyn. (C )	kg	1250	1640
Kap. nom. Beban static (Co)	kg	915	1320
Faktor beban radial (X)		1	1
Faktor beban aksial (Y)		0	0
Faktor kec. Bantalan (fn)		0,36	0,47
Faktor umur bantalan (f <sub>h</sub> )		(A) 2,06 (B) 5,56	(A) 5,55 (B) 16,66
Umur nom. bantalan (L <sub>h</sub> )	Jam	(A) 4370,9 (B) 85939,8	(A) 85476,9 (B) 2312038
Nomor bantalan (FAG)		6007	6009

#### 4.6 Perhitungan Pasangan Batang gigi dan Roda Gigi Lurus

Perhitungan pasangan Batang gigi dan roda gigi lurus ini, terbagi menjadi dua bagian yaitu dengan arah vertikal dan arah horizontal.

- a. Pasangan batang gigi dan roda gigi lurus dengan arah vertikal.

Pasangan batang gigi dan roda gigi lurus dengan arah vertikal ini berfungsi untuk menaikan atau menurunkan mata drill pada posisi yang akan didrill.

Daya yang diberikan ( $P_t$ )

$$P_t = \frac{F_{tuas} \times v}{120} \text{ kW}$$

Dengan:  $v$  = kecepatan keliling tuas (1 m/dtk)

$F_{tuas}$  = gaya pada tuas (5 kg)

$D_{tuas}$  = diameter tuas (400 mm)

$w_{pb}$  = berat pemegang mata drill (kg)

$$= \frac{\pi}{4} \times \text{diameter pemegang mata drill}^2 \times \text{panjang pemengang mata drill} \times$$

$\rho$

$$= \frac{\pi}{4} \times 8^2 \times 15 \times \frac{7,933}{1000} = 5,98 \text{ (kg)}$$

## 1. Perhitungan batang gigi

Data yang ada:

$M_{bg}$  = modul batang gigi (3)

$Z_{bg}$  = jumlah gigi pada batang gigi (20)

a. Jarak bagi ( $p$ ):

$$P = m_{bg} \times \pi$$

$$= 3 \times \pi = 9,42 \text{ (mm)}$$

- b. Lebar celah ( $s_p$ ), (*Gestaltung und Berechnung, Roda gigi jilid I*, hlm.13):

$$S_p = m_{bg} \times \frac{\pi}{2}$$

$$= 3 \times \frac{\pi}{2}$$

$$= 4,71 \text{ (mm)}$$

- c. Tinggi kepala ( $h_{ap}$ ):

$$h_{ap} = m_{bg}$$

$$= 3 \text{ (mm)}$$

- d. Tinggi kaki ( $h_{fp}$ ):

$$c = 0,25 \times m_{bg}$$

$$= 0,25 \times 3 = 0,75 \text{ (mm)}$$

dengan:  $c = \text{kelonggaran puncak (mm)}$

$$h_{fp} = h_{ap} + c$$

$$= 3 \times 0,75 = 3,75 \text{ (mm)}$$

- e. Tinggi gigi ( $h_p$ ):

$$h_p = h_{ap} + c$$

$$= 3 + 3,75 = 6,75 \text{ (mm)}$$

- f. Panjang batang gigi ( $L_{bg}$ ):

$$L_{bg} = Z_{bg} \times P$$

$$= 20 \times 9,42 = 188,4 \text{ (mm)}$$

## 2. Perhitungan Roda Gigi

Pada perhitungan roda gigi penggerak ini hampir sama dengan perhitungan roda gigi sebelumnya. Dan hasilnya akan dicantumkan dalam Tabel 4.12 , adapun data yang sudah diketahui adalah sebagai berikut:

$$m_{rg} = \text{modul roda gigi (3)}$$

$$z_{rg} = \text{jumlah gigi pada roda gigi (13)}$$

Dan perhitungan tambahannya sebagai berikut:

a. Gaya tangensial ( $F_t$ ):

$$F_t = \frac{F_{tuas} \times D_{tuas}}{d_{rg}}$$

$$= \frac{5 \times 400}{39} = 51,28 \text{ (kg)}$$

b. Kecepatan keliling roda gigi ( $v_{rg}$ ):

$$v_{rg} = 102 \times \frac{P}{F}$$

$$= 102 \times \frac{0,05}{51,28} = 0,1 \text{ (m/dtk)}$$

c. Faktor dinamis ( $f_v$ ):

$$f_v = \frac{3}{3 + v_{rg}}$$

$$= \frac{3}{3 + 0,1} = 0,97 \text{ (m/dtk)}$$

d. Faktor tengangan kontak ( $k_h$ ):

$$k_h = \frac{F_t}{f_v \times b_{rg} \times d_{rg} \times \frac{2 \times z_{rg}}{z_{rg} + z_{bg}}}$$

$$= \frac{51,28}{0,47 \times 18 \times 39 \times \frac{2 \times 20}{13 + 20}} = 0,06 \text{ (kg/mm}^2\text{)}$$

Dari harga  $k_h$  dapat ditentukan bahan dari rak dan roda gigi yang didasarkan dari Tabel 4.5 dan table 4.6, yakni:

Untuk rak: Bahan S30C

$$\text{Kekuatan tarik } (\sigma_b) = 52 \text{ (kg/mm}^2\text{)}$$

$$\text{Tegangan lentur yang diijinkan } (\sigma_a) = 26 \text{ (kg/mm}^2\text{)}$$

Untuk roda gigi: Bahan SNC 1

$$\text{Kekuatan tarik } (\sigma_b) = 75 \text{ (kg/mm}^2\text{)}$$

$$\text{Tegangan lentur yang diijinkan } (\sigma_a) = 40 \text{ (kg/mm}^2\text{)}$$

Tabel. 4.12 Hasil Perhitungan Pasangan Batang Gigi dan Roda Gigi Lurus dengan Arah Vertikal

Spesifikasi	Satuan	Ukuran
Diameter jarak bagi $(d_{01})$	mm	39
Diameter lingkaran kepala $(d_{kt})$	mm	45
Diameter lingkaran kaki $(d_{ft})$	mm	33
Kelonggaran puncak $(c_k)$	mm	0,75
Tinggi gigi $(H)$	mm	4,5
Lebar gigi $(b_{rg})$	mm	18
Syarat $(b_{rg}/m_{rg})$	mm	6
Tebal gigi $(s_{rg})$	mm	4,71

### 3. Perhitungan Bantalan pada Rack dan Pinion

Pada perhitungan bantalan rack dan pinion ini digunakan jenis bantalan rol kerucut, karena terdapat gaya aksial yang harus ditanggungnya dengan rumusan dan data dari Bab sebelumnya.

Maka untuk perhitungannya dapat dituliskan kembali sebagai berikut :

$$F_a = 87,5 \text{ kg}$$

$$F_t = 51,28 \text{ kg}$$

$$F_r = 18,66 \text{ kg}$$

### Bantalan Rol Kerucut

Untuk bantalan pada rack dan pinion, digunakan bantalan jenis 32207 (pada Tabel L.9 pada Lampiran) dengan data sebagai berikut :

$$d = 35 \text{ mm} \quad b_i = 23 \text{ mm}$$

$$D = 72 \text{ mm} \quad b_a = 19 \text{ mm}$$

$$r = 2 \text{ mm} \quad B = 24,5 \text{ mm}$$

$$r_I = 0,8 \text{ mm} \quad C = 4300 \text{ kg}$$

Berdasarkan Tabel L.7 pada Lampiran diketahui  $X = 1,4$  dan  $Y = 1,8$ , maka :

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

$$P = 1,4 \cdot 276 + 1,8 \cdot 392,5$$

$$= 1092,9 \text{ kg}$$

$$f_n = \left( \frac{33,3}{315} \right)^{\frac{1}{3}}$$

$$= 0,47$$

$$f_h = f_n \times \frac{c}{p}$$

$$f_h = 0,47 \times \frac{4300}{543,9}$$

$$= 3,72$$

$$L_h = 500 \times f_h^3$$

$$= 25739,42 \text{ kg}$$

- b. Pasangan batang gigi dan roda gigi lurus dengan arah horizontal.

Pasangan batang gigi dan roda gigi lurus dengan arah horizontal ini berfungsi untuk mengedrill lubang yang lain dengan arah horisontal dengan cara yaitu menggeser kekiri dan kekanan kearah posisi benda kerja yang akan didrill. Cara perhitungan pasangan roda gigi dengan arah vertikal, sama dengan perhitungan pasangan roda gigi dengan arah horizontal. Secara keseluruhan hasil perhitungan pasangan roda dengan arah horisontal dapat dilihat pada Tabel 4.13

Tabel. 4.13 Hasil Perhitungan Pasangan Batang Gigi dan Roda Gigi Lurus dengan Arah Horisontal

Spesifikasi		Satuan	Ukuran
Modul	( $m_{bg}$ )	mm	3
Jumlah gigi	( $z_{bg}$ )	mm	71
Jarak bagi	( $p$ )	mm	9,42
Lebar celah	( $s_p$ )	mm	4,71
Tinggi kepala	( $h_{ap}$ )	mm	3
Tinggi kaki	( $h_{fp}$ )	mm	3,75
Tinggi gigi	( $h_p$ )	mm	6,75
Panjang batang gigi	( $L_{bg}$ )	mm	678
Modul	( $m_{rg}$ )	mm	3
Jumlah gigi	( $z_{rg}$ )	mm	31
Gaya tanngensial	( $F_t$ )	mm	21,5
Kecepatan keliling	( $v_{rg}$ )	mm	0,24

Tabel. 4.13 Hasil Perhitungan Pasangan Batang Gigi dan Roda Gigi Lurus dengan Arah Horisontal (Lanjutan)

Factor dinamis	$(f_v)$	mm	0,93
Factor tegangan kontak	$(k_h)$	mm	0,02
Bahan untuk Rak			S 25 C
Kekuatan tarik	$(\tau_B)$	$(kg/mm^2)$	45
Tegangan lentur yang diijinkan ( $\sigma_a$ )		$(kg/mm^2)$	21
Bahan untuk Roda gigi			S 35 C
Kekuatan tarik	$(\tau_B)$	$(kg/mm^2)$	52
Tegangan lentur yang diijinkan ( $\sigma_a$ )		$(kg/mm^2)$	26
Diameter jarak bagi	$(d_{rg})$	mm	279
Diameter lingkaran kepala	$(d_{kr_g})$	mm	99
Diameter lingkaran kaki	$(d_{fr_g})$	mm	87
Kelonggaran puncak	$(c_{kr_g})$	mm	0,75
Tinggi gigi	$(H)$	mm	4,5
Lebar gigi	$(b_{rg})$	mm	18
Syarat	$(b_{rg}/m_{rg})$	mm	6
Tebal gigi	$(s_{rg})$	mm	4,71

#### 4.7 Perhitungan Kopling

Kopling bertujuan untuk meneruskan putaran dari poros motor keporos input. Didalam mesin drill ini digunakan kopling tetap jenis flen, dengan pertimbangan bahwa kedua poros dari motor dan poros input harus dihubungkan dengan sumbu garis.

Perhitungan kopling :

1. Dengan mengambil kadar karbon untuk baja liat sebesar 0,20 %, maka kekuatan tarik ( $\sigma_b$ ) :

$$(\sigma_b) = 0,20 \times 100 + 20$$

$$= 40 \text{ kg/mm}^2$$

tengangan geser yang diijinkan pada poros ( $\tau_a$ ) :

$$\begin{aligned}\tau_a &= \frac{\sigma_b}{sf_1 \times sf_2} \\ &= \frac{40}{6 \times 3} \\ &= 2,22 \text{ kg/mm}^2\end{aligned}$$

2. Berdasarkan Tabel L.6 pada lampiran, maka diambil harga-harga sebagai berikut :

$$A = 112 \text{ mm}$$

$$B = 75 \text{ mm}$$

$$C = 45 \text{ mm}$$

$$L = 40 \text{ mm}$$

$$A = 10 \text{ mm (diameter baut)}$$

$$n = 4 \text{ Buah (jumlah baut dalam flens)}$$

Nilai efektif ( $\varepsilon$ ) :

$$\varepsilon = 0,5$$

Jumlah baut efektif ( $n_e$ ) :

$$n_e = \varepsilon \times n$$

$$= 0,5 \times 4$$

$$= 2 \text{ buah}$$

Tengangan geser baut ( $\tau_b$ ) :

$$\tau_b = \frac{8 \times T}{\pi \times d_b^2 \times n_e \times B}$$

$$\tau_b = \frac{8 \times 1995,18}{\pi \times 25_b^2 \times 2 \times 75}$$

$$\tau_b = 0,05 \text{ kg/mm}^2$$

3. Bahan baut SGHD A,  $\sigma_b = 30 \text{ kg/mm}^2$

Faktor keamanan untuk tengangan :  $sf_b = 6$

Faktor koreksi untuk tumbukan :  $K_b = 3$

Maka tengangan geser baut yang diijinkan :

$$\begin{aligned}\tau_{ba} &= \frac{\sigma_b}{sf_b \times sf_b} \\ &= \frac{30}{6 \times 3} \\ &= 1,66 \text{ kg/mm}^2\end{aligned}$$

Tengangan geser baut harus memenuhi syarat sebagai berikut :

$$\tau_b \leq \tau_{ba}$$

$$0,05 \leq 1,66$$

Karena syarat telah terpenuhi maka bahan baut boleh digunakan

Bahan flens FC 20,  $\sigma_b = 17 \text{ kg/mm}^2$

Faktor keamanan untuk tengangan :  $sf_b = 6$

Faktor koreksi untuk tumbukan :  $K_b = 3$

Kedalaman baut  $(F) = 22,4 \text{ mm}$

Maka tengangan geser flens yang diijinkan :

$$\tau_{Fa} = \frac{\sigma_b}{sf_b \times sf_b}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{17}{6 \times 3} \\
 &= 1,94 \text{ kg/mm}^2
 \end{aligned}$$

4. Tengangan geser flens yang dialami ( $\tau_F$ ) :

$$\begin{aligned}
 \tau_F &= \frac{2 \times T}{\pi \times C^2 \times F} \\
 &= \frac{2 \times 1995,18}{\pi \times 45^2 \times 22,4} \\
 &= 0,028 \text{ kg/mm}^2
 \end{aligned}$$

Tengangan geser baut harus memenuhi syarat sebagai berikut :

$$K_b \times \tau_F \leq \tau_{Fa}$$

$$3 \times 0,028 = 0,084 < 0,94$$

Karena syarat telah terpenuhi maka bahan baut boleh digunakan.

Dari perhitungan diatas didapat :

Diameter luar kopling (A) = 112

Baut = M10 × 4 (pcs)

Bahan baut : SS41. Bahan flens : FC20.

## **BAB V**

### **PELUMASAN DAN PERAWATAN**

#### **5.1 Pelumasan**

##### **5.1.1 Pelumasan pada Roda Gigi**

Tujuan utama dari pelumasan adalah untuk mengurangi gesekan dan keausan antara elemen gelinding dan sangkar, membawa keluar panas yang terjadi, mencegah korosi, dan menghindari masuknya debu dan air. Ada beberapa macam cara yang dapat dilakukan untuk melakukan pelumasan, antara lain pelumasan gemuk, pelumasan cincin, pelumasan celup, pelumasan tetes, pelumasan sumbu, pelumasan cabut minyak, dan lain-lain.

Dengan melihat kecepatan yang digunakan pada Mesin Drill Radial maka berdasarkan Tabel L.10 pada lampiran, digunakan pelumasan gemuk alir, dengan cara pelumasan semprot .Untuk menentukan umur pelumasan dapat diperoleh dengan rumus sebagai berikut :

Kecepatan keliling Maksimal roda gigi ( $V_{max}$ ) = 4,99 m/s

Umur pelumasan =

$$= \frac{\text{batas harga d.n}}{\text{harga d.n sesungguhnya}} \times 100 (\text{h})$$

$$= \frac{40\% \times 70 \times 1445}{70 \times 1445} \times 100 (\text{h})$$

$$= 40 \text{ jam}$$

### **5.1.2 Pelumasan pada Bantalan**

#### Pelumas Bantalan Gelinding

Pelumas Bantalan Gelinding dimaksudkan untuk:

- a. Mengurangi gesekan dan keausan antara elemen gelinding dan sangkar.
- b. Membawa keluar panas yang terjadi.
- c. Mencegah korosi dari permukaan-permukaan bantalan.
- d. Menghindari masuknya benda-benda luar, seperti debu.

Pelumas yang akan digunakan di sini adalah pelumas gemuk, cara pelumas ini di pilih karena , Penyekatnya lebih sederhana, Gemuk yang bermutu baik dapat memberi umur panjang., Perawatan yang dilakukan cukup mengganti gemuk apabila umur pakainya telah habis.

Cara yang umum di pakai untuk penggemukan adalah dengan mengisi bagian dalam bantalan dengan gemuk sebanyak mungkin. Untuk ruangan yang cukup besar, jika harga d.n mendekati batas, 40% dari seluruh ruangan yang ada dapat di isi. Untuk harga d.n yang lebih kecil, sebanyak 60%, untuk harga d.n kurang dari 5000, pengisian gemuk yang agak berlebihan tidak menjadi keberatan.

Untuk menentukan umur gemuk yang di pakai pedoman sebagai berikut:

$$\frac{\text{batas harga d.n}}{\text{harga d.n sesungguhnya}} \times 100 (\text{h})$$

Bila bantalan cukup rapat terhadap kemungkinan masuknya benda asing, umurnya dapat diharapkan sampai tiga kali harga di atas.

## 5.2 Perawatan

Seperti pada umumnya mesin, maka Mesin Drill Radial memerlukan perawatan secara baik, agar dapat selalu siap untuk dioperasikan. Perawatan mesin produksi ini dilakukan sesuai jadwal yang telah dibuat. Untuk menjaga agar mesin tidak cepat rusak diperlukan perawatan yang benar dan seksama.

Prosedur perawatan Mesin Drill Radial ini adalah:

- a. Dalam pelaksanaan perawatan seperti penggantian oli pelumas mesin dan pemberian grease, diharuskan memakai oli dan grease yang dipersyaratkan oleh pabrik pembuat mesin. Oli yang tidak memenuhi persyaratan yang ditetapkan akan dapat mempengaruhi kondisi mesin.
- b. Mengontrol Baut-baut Pengunci

Bila ada baut yang kendor, harus segera dikencangkan agar tidak mengganggu jalannya pengoperasian mesin.

- c. Mengontrol permukaan mata bor

Penggantian mata bor dapat langsung dilakukan sebelum mesin dijalankan.

- d. Mengganti komponen mesin pada waktu yang tepat sesuai dengan standar masa pakainya, agar kerusakan tidak menjalar pada komponen lainnya.

- f. Dilakukan pengecatan pada beberapa komponen mesin yang perlu di cat, seperti rangka mesin dan dudukan motor listrik.

Hal ini dimaksudkan agar, Komponen tersebut tidak berkarat (terkena korosi), Penampilan mesin menjadi lebih baik dan lebih menarik.

- g. Setelah selesai mengoperasikan mesin, bersihkan bagian-bagian mesin dari beram-beram hasil pengeboran dan cairan pendingin.

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN PENUTUP**

#### **6.1 Kesimpulan**

Berdasarkan perhitungan-perhitungan yang telah dilakukan di atas, maka klasifikasi komponen-komponen transmisi yang akan dipergunakan dalam Mesin Drill Radial ini adalah sebagai berikut:

##### **6.1.1 Roda gigi lurus**

###### 1. Roda gigi lurus

- Jarak sumbu poros (a) = 75 mm
- Perbandingan putaran (i) = 2
- Lebar sisi roda gigi (b) = 12 mm
- Pemilihan modul (m) = 2
- Jumlah roda gigi  $Z_1 = 25$  buah  
 $Z_2 = 50$  buah
- Diameter lingkaran kepala  $dk_1 = 54$  mm  
 $dk_2 = 104$  mm
- Diameter lingkaran kaki  $df_1 = 46$  mm  
 $df_2 = 96$  mm
- Kecepatan linier (V)  $= 3,78 \frac{m}{s}$

## 2. Roda gigi lurus

- Jarak sumbu poros (a) = 75 mm
- Perbandingan putaran (*i*) = 2,29
- Lebar sisi roda gigi (b) = 12 mm
- Pemilihan modul (m) = 2
- Jumlah roda gigi  $Z_3 = 23$  buah
- Diameter lingkaran kepala  $dk_3 = 50$  mm
- Diameter lingkaran kaki  $df_3 = 30$  mm
- Jumlah roda gigi  $Z_4 = 52$  buah
- Diameter lingkaran kepala  $dk_4 = 108$  mm
- Diameter lingkaran kaki  $df_4 = 100$  mm
- Kecepatan linier (V)  $= 1,739 \frac{m}{s}$

## 3. Roda gigi lurus

- Jarak sumbu poros (a) = 75 mm
- Perbandingan putaran (*i*) = 1,57
- Lebar sisi roda gigi (b) = 18 mm
- Pemilihan modul (m) = 3
- Jumlah roda gigi  $Z_5 = 19$  buah
- Jumlah roda gigi  $Z_6 = 31$  buah
- Diameter lingkaran kepala  $dk_5 = 63$  mm

$$dk_6 = 99 \text{ mm}$$

- Diameter lingkaran kaki  $df_5 = 51 \text{ mm}$

$$df_6 = 87 \text{ mm}$$

- Kecepatan linier (V)  $= 4,31 \frac{m}{s}$

#### 4. Roda gigi lurus

- Jarak sumbu poros (a)  $= 75 \text{ mm}$

- Perbandingan putaran (i)  $= 1,26$

- Lebar sisi roda gigi (b)  $= 12 \text{ mm}$

- Pemilihan modul (m)  $= 2$

- Jumlah roda gigi  $Z_7 = 33 \text{ buah}$

$$Z_8 = 42 \text{ buah}$$

- Diameter lingkaran kepala  $dk_7 = 70 \text{ mm}$

$$dk_8 = 88 \text{ mm}$$

- Diameter lingkaran kaki  $df_7 = 62 \text{ mm}$

$$df_8 = 80 \text{ mm}$$

- Kecepatan linier (V)  $= 4,99 \frac{m}{s}$

#### 5. Roda gigi lurus

- Jarak sumbu poros (a)  $= 75 \text{ mm}$

- Perbandingan putaran (i)  $= 2,29$

- Lebar sisi roda gigi (b)  $= 12 \text{ mm}$

- Pemilihan modul (m) = 2
- Jumlah roda gigi  $Z_9 = 35$  buah  
 $Z_{10} = 40$  buah
- Diameter lingkaran kepala  $dk_9 = 74$  mm  
 $dk_{10} = 84$  mm
- Diameter lingkaran kaki  $df_9 = 66$  mm  
 $df_{10} = 76$  mm
- Kecepatan linier (V)  $= 2,65 \frac{m}{s}$

### 6.1.2 Poros

#### 1. Poros

- Bahan poros = S 30 C
- Diameter poros  $ds_1 = 28$  mm
- Momen puntir  $T = 1995,18$  kg mm
- Perhitungan defleksi puntiran  $\emptyset (\circ) = 0,23$
- Perhitungan defleksi Lenturan  $(Y) = 0,014$  mm
- Panjang poros = 175 mm

#### 2. Poros

- Bahan poros = S 30 C
- Diameter poros  $ds_2 = 35$  mm

- Momen puntir  $T = 3990,37 \text{ kg mm}$
- Perhitungan defleksi puntira  $\phi (\circ) = 0,19$
- Perhitungan defleksi Lenturan (Y)  $= 0,23 \text{ mm}$
- Panjang poros  $= 175 \text{ mm}$

### 3. Poros

- Bahan poros  $= S 30 C$
- Diameter poros  $ds_3 = 45 \text{ mm}$
- Momen puntir  $T = 9152,5 \text{ kg mm}$
- Perhitungan defleksi puntira  $\phi (\circ) = 0,16$
- Perhitungan defleksi Lenturan (Y)  $= 0,0002 \text{ mm}$
- Panjang poros  $= 60 \text{ mm}$

#### 6.1.3 Bantalan

##### 1. Bantalan gelinding

- Jenis bantalan  $=$  Bantalan gelinding baris tunggal
- Nomor bantalan A  $= 6005$
- B  $= 6005$
- Umur bantalan A  $= 26791,7 \text{ jam}$

B = 45259,4 jam

## 2. Bantalan gelinding

- Jenis bantalan = Bantalan gelinding baris

tunggal

- Nomor bantalan A = 6007

B = 6007

- Umur bantalan A = 4370,9 jam

B = 85939,8 jam

## 3. Bantalan gelinding

- Jenis bantalan = Bantalan gelinding baris

tunggal

- Nomor bantalan A = 6009

B = 6009

- Umur bantalan A = 85476,93 jam

B = 2312038 jam

## 4. Bantalan Kerucut

- Jenis bantalan = Bantalan Rol Kerucut

- Nomor bantalan A = 32207

B = 32207

- Umur bantalan A = 25739,42 jam

$$B = 25739,42 \text{ jam}$$

#### 6.1.4 Pasak

## 1. Pasak 1

- Bahan pasak = S 25 C

- Ukuran pasak = 8 x 7

- Kedalaman alur pasak pada naf (t2) = 4,0

- Kedalaman alur pasak pada naf (t2) = 3,3

- Panjang pasak akif ( $L_k$ ) = 12 mm

## 2. Pasak 2

- Bahan pasak = S 25 C

- Ukuran pasak =  $8 \times 7$

- Kedalaman alur pasak pada naf (t2) = 4,0

- Kedalaman alur pasak pada naf (t2) = 3,3

- Panjang pasak akif ( $L_k$ ) = 12 mm

3. Pasak 3

- Bahan pasak = S 25 C

$$- \text{Ukuran pasak} = 8 \times 7$$

- Kedalaman alur pasak pada naf (t2) = 4,0
- Kedalaman alur pasak pada naf (t2) = 3,3
- Panjang pasak akif (L) = 12 mm

### **6.1.5 Kopling**

- Bahan Flns = FC 20
- Bahan baut = SS 41
- Diameter luar kopling (A) = 112 mm
- Baut = M 10 × 4 ( pcs )
- Kedalaman baut (F) = 22,4 mm

### **6.2 Penutup**

Dalam perancangan Mesin Drill Radial digunakan sistem transmisi roda gigi lurus dengan 6 variasi kecepatan output yang didapat dari motor. Mesin Drill Radial ini terutama digunakan sewaktu mengdrill benda kerja yang besar, berat dengan lubang yang banyak serta jarak lubangnya tidak teratur. Mesin Drill Radial ini juga mempunyai lengan, dimana spindel dipasang pada lengan tersebut dan dapat digerakkan sepanjang lengan, mendekati atau menjauhi kolom sesuai dengan lubang yang akan dibuat untuk benda kecil dapat diletakkan diatas *Box Table*.

Mesin Drill Radial ini di rancang sesederhana dan semurah mungkin, tanpa mengesampingkan kemampuan, kualitas dan umur mesin. Sehingga dapat terjangkau oleh semua pihak, termasuk usaha atau industri kecil sekalipun.

Penulis menyadari keterbatasannya dalam merancang Mesin Drill Radial ini, sehingga hasil rancangan ini pun masih belum sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan saran dan masukan yang akan sangat berguna bagi penulis dalam perancangan selanjutnya.

## **DAFTAR PUSTAKA**

1. ASTM, 1997," *Design of Material Cutting tools*".-
2. Daryanto, Drs., 1992 , "Mesin Perkakas bengkel", PT. Asdi Mahasatya
3. DeGarmo, E.P, 1997, "*Material and Processes in Manufacturing*", 8<sup>th</sup> edition, Prentice Hall Inc, Upper Saddle River, New Jersey 07458, USA.
4. Harun, Terheijden, C.V, 1986, "Alat-alat perkakas I", Penerbit Bina Cipta, Bandung.
5. Harun, Terheijden, C.V, 1986, "Alat-alat perkakas II", Penerbit Bina Cipta, Bandung.
6. Krarostweld, St. Amand, 1965, "*Technology of Machine Tool* ", Wiley Eastern Limited New Dalhi Bombay Calcutta.
7. Mehta, N.K, 1983, "*Machine Tool Design*", Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi.
8. Niemann. G,1978, "*Machine Elements I and II*", Springer Verlag, Berlin Heidelberg, New York.
9. Niemann. G, 1986, "Elemen Mesin Jilid I", Penerbit Erlangga, Jakarta.
10. Riyadi N. G, Pramono E.S, "Teori Bengkel", Penerbit ATMI, Surakarta.
11. Samsudin, 1994, "Teknologi Mekanik", Penerbit UGM, Yogyakarta.
12. Sularso, Suga K, 1997, "Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin", cetakan PT Pradnya Paramita, Jakarta.

# L A M P I R A N

**Tabel L. 1**Harga kecepatan potong  $V_c$  yang disarankan untuk *High Speed Steel Tools*.

Workplace material	Straight turning	Form turnig And cutting of	Drilling	Core drilling	Reaming
Steel 20 ( $\sigma_b = 40$ to $50 \text{ kg/mm}^2$ )	45 to 55	30 to 40	40 to 50	25 to 30	10 to 15
Steel 35 ( $\sigma_b = 40$ to $60 \text{ kg/mm}^2$ )	35 to 55	30 to 35	28 to 35	20 to 25	8 to 12
Steel 45 ( $\sigma_b = 60$ to $70 \text{ kg/mm}^2$ )	35 to 50	30 to 40	25 to 35	18 to 20	7 to 10
Free cutting steel 12	45 to 70	45 to 55	50 to 55	35 to 55	12 to 18
Free cutting steel 30	40 to 65	35 to 45	40 to 45	28 to 45	13 to 15
Stainless steel	15 to 30	10 to 12	16 to 30	10 to 15	5 to 8
Brass	70 to 150	70 to 150	50 to 100	45 to 80	25 to 40
Aluminium	200 to 250	200 to 250	150 to 200	60 to 80	20 to 30

 $\sigma_b$ : Ultimate StrengthSumber: *Automatic and Semi – Automatic Lathes, Boguslavsky, BL, Moskow***Tabel L. 2**Harga kecepatan-kecepatan spindel standar untuk berbagai nilai  $\varnothing$ 

$\varnothing = 1,12$	$\varnothing = 1,26$	$\varnothing = 1,41$	$\varnothing = 1,58$	$\varnothing = 1,78$	$\varnothing = 2$
10	10		10	10	
11,2		11,2			
12,5	12,5				
14					
16	16	16	16		16
18				18	
20	20				
22,4		22,4			
25	25		25		
28					
31,5	31,5	31,5		31,5	31,5
35,5					
40	40		40		
45		45			
50	50				
56				56	
63	63	63	63		63
71					
80	80				
90		90			
100	100		100	100	
112					
125	125	125			125
140					
160	160		160		
180		180		180	
200	200				
224					
250	250	250	250		250
280					
315	315			315	
355		355			

**Tabel L. 2**Harga kecepatan-kecepatan spindel standar untuk berbagai nilai  $\varnothing$  (Lanjutan)

400	400		400		
450					
500	500	500			500
560				560	
630	630		630		
710		710			
800	800				
900					
1000	1000	1000	1000	1000	1000

**Tabel L. 3**

Parameter yang dianjurkan untuk pemesinan untuk HSS.

Benda kerja	Cutting Speed (sfpm(m/men))	Feed rate (in/rev(mm/rev))	Deep of Cut (in/(mm))
<i>Free-machining carbon steel</i> AISI 1200, 140 – 190 BHN	1000 – 2000 (305 – 610)	0,005 – 0,015 (0,13 – 0,38)	Up to 0,180 (4,57)
<i>Plan carbon steel : AISI</i> 1000 series, 180 – 240 BHN	700 – 1600 (213 – 488)	0,005 – 0,015 (0,13 – 0,38)	Up to 0,180 (4,57)
<i>Alloysteel</i> , AISI 1300, 4000, 5000, 190 – 240 BHN	700 – 1600 (213 – 488)	0,005 – 0,015 (0,13 – 0,38)	Up to 0,180 (4,57)
<i>Cast Iron : gray, modular,</i> <i>malleable</i> , 150 – 210 BHN	550 – 1200 (168 – 366)	0,005 – 0,015 (0,13 – 0,38)	Up to 0,180 (4,57)
<i>Martensitic Staninles steel</i> , 175 – 210 BHN	200 – 750 (61 – 229)	0,005 – 0,015 (0,13 – 0,38)	Up to 0,180 (4,57)
<i>Austenitic Steinles steel</i> , 140 – 190 BHN	450 – 850 (137 – 198)	0,005 – 0,015 (0,13 – 0,38)	Up to 0,180 (4,57)
<i>Superalloys : iron,nickel,</i> <i>titanium, cobalt</i> , 240 – 300 BHN	150 – 400 (46 – 122)	0,005 – 0,015 (0,13 – 0,38)	Up to 0,180 (4,57)

Sumber : E Paul DeGeeromo, Materials Prosesses in Manufacturing, 8<sup>th</sup> ed.**Tabel L. 4**Unit  $HP_s$  Sejumlah Bahan Logam.

Material	Hardness (BHN or R)	$HP_s$ Hp/in <sup>3</sup> /min	$HP_s$ KW/cm <sup>3</sup> /min
<i>Stell, including plain carbon, alloy, tool, hot or cool rolled, or cast</i>	85 – 200 35 – 40 Rc 40 – 50 Rc 50 – 55 Rc 55 – 58 Rc	1,1 1,4 1,5 2,0 3,4	0,005 0,064 0,068 0,091 0,155
<i>Cast iron</i>	100 – 190 190 – 300	0,7 – 1,0 1,4 – 1,6	0,03 – 0,045 0,05 – 0,07
<i>Stainless stells</i>	150 450	1,2 – 1,4	0,05 – 0,086
<i>Iron based alloys</i>	180 – 320	1,2 – 1,6	0,055 – 0,073
<i>Nicke; alloys</i>	80 – 360	1,8 – 2,0	0,82 – 0,091

**Tabel L. 4**  
Unit HP, Sejumlah Bahan Logam (Lanjutan)

<i>Aluminium Magnesium alloys</i>	30 – 150 at 500 kg	0,16 – 1,34 1,16	0,014 – 1,016 0,007
<i>Copper</i>	40 – 90 at 500 kg	1,9 – 1,0	0,041 – 0,046
<i>Copper alloys</i>	50 R <sub>B</sub> 10 – 80 R <sub>B</sub>	1,5 – 1,6 0,8 – 1,0	0,022 – 0,030 0,036 – 0,046
<i>Titanium</i>	80 – 100 R <sub>B</sub>	1,8 – 2,8	0,82 – 0,091
<i>Tungsten, tantalum</i>	250 – 375 210 – 320	2,6 – 2,8	0,12 – 0,13

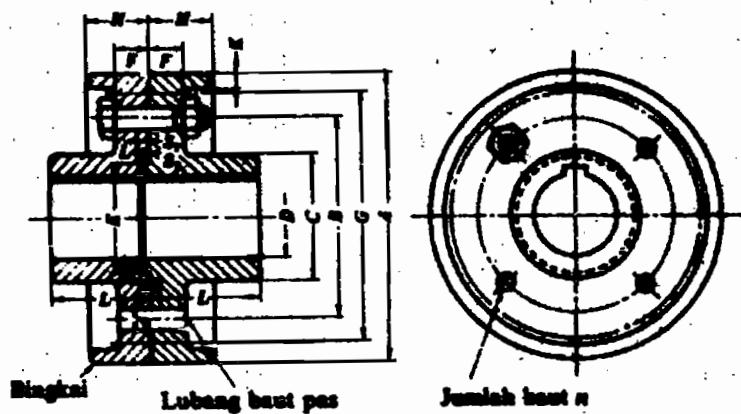
Sumber : E Paul DeGarmo, Materials Processes in Manufacturing, 8<sup>th</sup> ed.

**Tabel L. 5**  
Daya motor listrik tiga phase (380V/3Φ/50Hz)

HP	KW	Full Load Current (A)	Frame Size	Enclosure	Full Load (%)	¾ Load (%)	½ Load (%)	Full Load (%)	¾ Load (%)	½ Load (%)	Full Load (A)	Locked Load (A)	Full Load (A)	Locked Load (A)	Pull Out (%FLT)	GD2 Kg.m <sup>2</sup>
0,25	0,18	2725	63	F	56,0	59,5	54,0	76,5	71,0	59,0	0,66	3,5	0,067	400	330	0,002
		1345	63	F	60,5	63,5	58,5	69,5	62,0	49,0	0,67	3,5	0,135	270	270	0,002
		910	71	F	60,0	54,5	48,0	60,0	52,0	42,0	0,79	3,5	0,199	260	260	0,007
0,5	0,37	2815	71	F	75,0	74,5	70,5	85,5	78,0	67,0	0,89	7	0,129	320	280	0,002
		1370	71	F	65,5	66,0	60,5	70,0	62,0	49,0	1,24	7	0,265	200	230	0,005
		930	80	F	63,0	61,5	55,0	67,0	57,0	45,5	1,34	7	0,390	200	230	0,009
1	0,75	2800	80	F	76,5	79,0	76,0	87,0	82,0	73,0	1,70	11	0,259	220	280	0,005
		1395	80	F	72,0	72,5	68,5	74,0	67,0	54,0	2,13	11	0,520	250	280	0,009
		950	90L	F	71,0	71,5	66,5	70,0	61,0	49,0	2,28	11	0,764	190	230	0,017
2	1,5	2840	90L	F	80,0	82,0	80,0	88,0	84,0	75,5	3,22	23	0,511	250	280	0,010
		1400	90L	F	75,5	77,0	75,0	78,5	74,0	60,5	3,82	23	1,037	220	280	0,017
		930	100L	F	75,5	75,0	71,0	71,5	66,0	52,5	4,20	23	1,561	180	220	0,033
3	2,2	2845	90L	F	83,5	84,0	83,0	88,5	84,0	75,5	4,60	39	0,765	250	280	0,015
		1435	100L	F	80,0	81,0	79,0	82,0	74,0	62,0	5,18	39	1,517	210	260	0,033
		955	112M	F	78,0	79,5	76,5	76,0	67,5	55,0	5,74	39	2,280	180	230	0,059
5	3,7	2880	112M	F	85,5	86,5	84,5	90,0	87,0	79,0	7,36	63	1,260	240	320	0,038
		1445	112M	F	84,5	84,0	82,5	83,5	76,5	65,0	8,03	63	2,512	220	290	0,059
		960	132S	F	80,5	81,0	77,0	75,5	65,5	53,5	9,32	63	3,781	180	230	0,151
7,5	5,5	2905	132S	F	86,5	87,5	85,5	88,5	86,5	81,0	11,1	93	1,874	210	260	0,063
		1445	132S	F	86,0	85,5	83,0	82,5	77,0	65,5	12,0	93	3,767	220	280	0,104
		960	132M	F	84,5	84,0	81,0	77,5	71,0	60,0	13,0	93	5,671	200	230	0,217
10	7,5	2905	132S	F	88,5	88,5	87,0	88,5	85,0	78,0	14,5	116	2,499	200	250	0,076
		1450	132M	F	87,5	88,0	86,5	85,5	81,5	71,0	15,2	116	5,006	220	250	0,143
		975	160M	F	85,5	86,5	84,0	80,0	71,5	59,0	16,6	116	7,445	270	300	0,400
15	11	2940	160M	F	88,5	88,5	87,0	90,0	87,5	81,5	21,3	168	3,703	210	290	0,147
		1450	160M	F	89,5	90,0	89,0	88,0	84,0	76,0	21,6	168	7,457	220	250	0,297
		975	160L	F	88,5	89,5	88,0	84,0	79,5	69,5	22,9	168	11,225	220	260	0,588
20	15	2920	160M	F	90,0	91,0	90,5	91,0	90,0	87,5	27,7	209	4,972	210	260	0,183
		1465	160L	F	90,5	90,5	89,0	88,5	83,0	77,5	28,3	209	9,909	230	260	0,381
		975	180MC	F	89,0	90,5	90,0	82,5	79,0	71,0	30,9	209	14,889	210	230	1,054
25	18,5	2930	160L	F	90,0	91,0	90,0	89,5	91,5	88,0	35,2	268	6,193	240	290	0,237
		1455	180MC	F	91,0	91,5	91,0	86,5	82,0	76,0	36,0	268	12,472	210	240	0,571
		975	180LC	F	90,0	90,5	90,0	82,5	78,0	70,0	38,2	268	18,612	220	240	1,233
30	22	2940	180MA	F	91,5	91,5	90,0	90,0	87,5	82,5	41,3	319	7,407	210	250	0,302
		1465	180MC	F	90,5	92,0	92,0	85,5	82,0	75,0	43,9	319	14,864	210	240	0,706
		975	180LC	F	89,5	90,5	89,0	82,0	76,0	66,0	46,3	319	22,334	230	260	1,438
40	30	2920	180LA	F	92,0	92,0	91,0	91,0	90,0	86,0	54,2	398	9,943	210	240	0,358
		1465	180LC	F	91,0	91,5	91,0	85,0	82,0	75,0	58,6	398	19,955	220	230	0,810
		975	200LC	F	91,0	91,5	91,0	83,0	80,0	74,0	60,0	398	29,932	190	200	1,919
50	37	2940	200LA	F	91,5	92,0	90,5	87,5	87,5	84,5	70,8	463	12,345	150	210	0,602
		1470	200LC	F	91,5	91,5	92,5	86,0	86,0	82,0	72,0	463	24,689	190	210	1,422
		975	200LC	F	90,0	92,5	91,0	80,0	76,0	67,5	78,7	463	37,223	190	210	2,419
60	45	2955	200LA	F	92,5	92,0	90,0	87,0	85,0	80,0	84,5	582	14,738	160	220	0,633
		1465	200LC	F	92,0	93,0	93,0	88,5	87,0	81,5	83,5	582	29,728	190	200	1,643
		980	225SC	F	91,0	92,0	91,5	80,0	82,5	75,0	93,4	582	44,440	190	210	3,023

Tabel L. 6

Ukuran kopling flens JIS B1451-1962 (Sularso ,1997 hal 337)



(Satuan: mm)

A	G Tanpa ringan (Holes only)	D		L	C	B	F		H		K	n	d	
		Diameter lubang max.	Diameter lubang min				Kasar	Halus	Kasar	Halus			Kasar	Halus
(112)	(100)	25	20	40	45	75	11,2	18	22,4	31,5	4	4	10,5	10
125	112	28	22,4	45	50	85	11,2	18	22,4	31,5	4	4	10,5	10
140	124	35,5	28	50	63	100	11,2	18	22,4	31,5	4	4	10,5	10
160	140	45	35,5	56	80	112	15	20	28	35,5	6	4	14	14
(180)	(160)	50	40	63	90	132	15	20	28	35,5	6	6	14	14
200	180	56	45	71	100	140	18	22,4	35,5	40	6	6	16	16
(224)	(200)	63	50	80	112	160	18	22,4	35,5	40	6	6	18	16
250	224	71	56	90	125	180	23,6	28	45	50	8	6	21	20
(280)	(250)	80	63	100	140	200	23,6	28	45	50	8	6	21	20
315	280	90	71	112	160	236	26,5	35,5	50	63	8	6	24	25
(355)	(315)	100	80	125	180	265	26,5	35,5	50	63	8	6	24	25

Keterangan: 1. Jika tidak disebutkan secara khusus, angka-angka di dalam tabel berlaku untuk "halus" maupun untuk "kasar".  
 2. Pemakaian angka-angka di dalam kurung silang dilarang.

Sularso ,Dasar Perencanaan Elemen Mesin1997 ( hal 337)

**Tabel L.7**

Perhitungan beban ekivalen

$C_0/F_a$	5	10	15	20	25
$F_a/VF_r \leq e$	X		1		
<b>Y</b>			0		
$F_a/VF_r > e$	X		0,56		
<b>Y</b>	1,26	1,49	1,64	1,76	1,85
<b>E</b>	0,35	0,29	0,27	0,25	0,24

Sularso, Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin (hal. 143)

**Tabel L.8**Harga patokan untuk umur pakai  $L_h$ 

<b>Jenis pemakaian</b>	<b><math>L_h</math></b>		
Peralatan rumah tangga	1500	...	3000
Mesin pertanian	3000		6000
Mesin perkakas	15000		25000
Perkakas/mesin pengangkat	10000		15000
Kotak rodagigi universal	10000		25000
Kotak rodagigi mesin rol	20000		35000
Kipas angin	20000		30000
Motor listrik kecil (4 kW)	8000		15000
Motor listrik menengah	15000		25000
Motor listrik besar (100 kW), generator	20000		30000
Kendaraan tenaga listrik	20000		30000
Sepeda motor ringan	1000		2000
Sepeda motor berat, mobil person ringan	2000		4000
Mobil person berat, truk ringan	3000		5000
Truk berat, bus	4000		8000
Poros trem	50000		
Poros kereta api	40000		
Poros garpu angkat (fork lift)	20000		
Ventilator kecil	10000		
Puli tali baja perkakas tambang	50000		
Mesin kertas	80000		
Bantalan poros kapal	80000		
Mesin untuk penggeraan kayu	15000		20000
Mesin percetakan	15000		30000
Pompa pusingan	10000		30000

Sudibyo, Bantalan gelinding, ATMI

**Tabel L. 9**

Macam-macam bantalan kerucut dan spesifikasinya

				Taper roller bearing DIN 720 (AUG 1942)					Taper rolling bearing DIN 720 (AUG 1942)						
				$P = x \cdot P_r + y \cdot P_e$					$P = x \cdot P_r + y \cdot P_e$						
				$P > P_r$	$x = 0,5$	Bearing no.	$y$	$P > P_r$	$x = 0,5$	$y = 1,6$					
				$P \leq P_r$	$x = 1,0$	30203 / 04	1,8	$P \leq P_r$	$x = 1,0$						
				$P > 1,4 P_r$	$x = 0,7$	30205 / 22	1,6	$P > 1,4 P_r$	$x = 0,7$						
				$P \leq 1,4 P_r$	$x = 1,4$	30224 / 30	1,4	$P \leq 1,4 P_r$	$x = 1,4$						
<i>d</i>	<i>D</i>	<i>r</i>	<i>r<sub>1</sub></i>	Symbol	<i>b<sub>1</sub></i>	<i>b<sub>e</sub></i>	<i>B</i> max	<i>B</i> min	<i>C</i> kgf	Symbol	<i>b<sub>1</sub></i>	<i>b<sub>e</sub></i>	<i>B</i> max	<i>B</i> min	<i>C</i> Kgf
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	40	1,5	0,5	30203	12	11	13,5	13	1040	-	-	-	-	-	-
20	47			04	14	12	15,5	15	1600	-	-	-	-	-	-
25	52			05	15	13	16,5	16	1760	-	-	-	-	-	-
30	62			06	16	14	17,5	17	2400	32206	20	17	21,5	21	3250
35	72	2	0,8	07	17	15	18,5	18	3100	07	23	19	24,5	24	4300
40	80			08	18	16	20	19,5	3600	08	23	19	25	24,5	480
45	85			09	19	16	21	20,5	4150	09	23	19	25	24,5	5200
50	90			10	20	17	22	21,5	4550	10	23	19	25	24,5	5300
55	100	2,5		11	21	18	23	22,5	5600	11	25	21	27	26,5	6950
60	110			12	22	19	24	23,5	6100	12	28	24	30	29,5	8300
65	120			13	23	20	25	24,5	7200	13	31	27	33	32,5	10000
70	125			14	24	21	26,5	26	7800	14	31	27	33,5	33	10200
75	130			15	25	22	27,5	27	8650	15	31	27	33,5	33	10800
80	140	3	1	16	26	22	28,5	28	9650	16	33	28	35,5	35	12500
85	150			17	28	24	31	30	11400	17	36	30	39	38	14300
90	160			18	30	26	33	32	12700	18	40	34	43	42	17300
95	170	3,5	1,2	19	32	27	35	34	14000	19	43	37	46	45	19600
100	180			20	34	29	37,5	36,5	16300	20	46	39	49,5	48,5	22000
105	190			21	36	30	39,5	38,5	18300	21	50	43	53,5	52,5	25500
110	200			22	38	32	41,5	40,5	20400	22	53	46	56,5	55,5	28500
120	215			24	40	34	44	43	22800	24	58	50	62	61	34000
130	230	4	1,5	26	40	34	44,5	43	24500	-	-	-	-	-	-
140	250			28	42	36	46,5	45	28500	-	-	-	-	-	-

Niemann, Machine Elements I and II

**Tabel L. 10**

Pemilihan Pelumasan dan cara pelumasan

Kecepatan keliling m/det	Pelumas	Cara pelumasan	Bentuk konstruksi Kotak transmisi	Keistimewaan
sampai 2,5	Pelumas lengket	Dikenakan dengan kuas, sendok <sup>a,b</sup>		
sampai 4 (mungkin 6)		Pelumas semprot	Terbuka	Sedapat mungkin dijaga terselubung
sampai 8 (mungkin 10)	Gemuk alir			
sampai 15		Pelumasan celup. Tetapi pelumasan semprot pada kotak transmisi besar ( $>400 \text{ kW}$ ) kotak trans bantalan luncur, trans vertikal.		
sampai 25 (mungkin 30)	Minyak			Pelumasan celup dengan bak dari plat, sirip pendingin
di atas 25 (mungkin 30)		Pelumasan semprot		
sampai 40		Pelumasan kabut		Untuk beban kecil, operasi terbuka

- a. Pada kelas konsistensi rendah (NLGI 000-0) dapat juga pelumasan celup.
- b. Contohnya pengaduk semen, tungku tabung putar, ekskavator, pintu air. Sedapat mungkin dijaga terselubung (lumpur dan debu didalam pelumas bekerja sebagai amplas).



**UJIAN PENDADARAN TUGAS AKHIR / SKRIPSI**  
**TANGGAL : 23 Maret 2005**

NAMA Mhs. : PIUS ISAK A WERMASAUBUN

NIM : 995214121

JUDUL :  
***“ Radial Drilling Machine ”***

Pembimbing Utama : Ir. Rines, M.T.

Pembimbing Kedua : -

**USULAN REVISI DARI DOSEN PENGUJI**

1. 1 lembar untuk mahasiswa
2. 1 lembar untuk dosen pembimbing

1. judul (dalam cover ditulis S&G :)

MESIN DRILL RADIAL  
(RADIAL DRILLING MACHINE) ✓

2. Istilah dalam naskah " mesin radial drill " diganti " mesin drill radial " ✓
3. Hal 95 (a) - dihilangkan ✓
4. Hal 38 - transmisi putaran diganti variasi putaran ✓
5. ✓ Footnote dihilangkan, sumber dituliskan langsung dalam naskah
6. ✓ Daftar pustaka
7. Batasan masalah S30C %/d S45C ✓
8. Gambar ✓
9. Penggunaan S/T , satuan KW → k.W

xxcc. 23 Maret 2005

