

THE EIGHT-SPEED OF LATHE MACHINE GEARBOX FOR MEDIUM STEEL MATERIALS

TUGAS AKHIR

Nomor Soal : 299/FT.USD/TM/Februari/2003

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Jurusan Teknik Mesin



Disusun oleh :

HERRY WIBOWO

NIM : 99 5214 048



**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SANATA DHARMA
YOGYAKARTA**

2004

HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING

TUGAS AKHIR

The Eight-Speed of Lathe Machine Gearbox For Medium Steel Materials

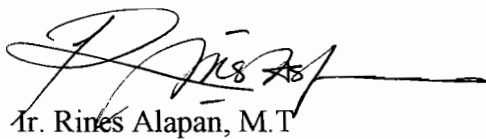
OLEH :

HERRY WIBOWO

NIM : 99 5214 048

Telah disetujui oleh

Dosen Pembimbing Utama



Ir. Rines Alapan, M.T

Tanggal 22-10-2004

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

Nomor Soal : 299/FT.USD/TM/Februari/2003

**The Eight-Speed of Lathe Machine Gearbox
For Medium Steel Materials**

OLEH :

HERRY WIBOWO

NIM : 99 5214 048

Telah Dipertahankan Di Depan Panitia Penguji

Pada Tanggal : **19 Oktober 2004**

Dan Dinyatakan Memenuhi Syarat

Susunan Panitia Penguji

	Nama Lengkap :
Ketua	I Gusti Ketut Puja, S.T., M.T.
Sekretaris	Budi Sugiharto, S.T., M.T.
Anggota	Budi Setyahandana, S.T., M.T.
Anggota	RB. Dwiseno Wihadi, S.T., M.Si.
Anggota	Ir. Rines Alapan, M.T.

Tanda tangan



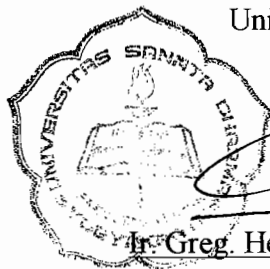
Yogyakarta, 22 Oktober 2004

Fakultas Teknik

Universitas Sanata Dharma

Yogyakarta

Dekan



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

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tetapi syukur bagi Allah, yang dalam Kristus selalu membawa kami di jalan kemenangan-Nya.

Sebab yang sangat kurindukan dan kuharapkan ialah bahwa aku dalam segala hal tidak akan beroleh malu, melainkan seperti sediakala, demikianpun sekarang, Kristus dengan nyata dimuliakan di dalam tubuhku, baik oleh hidupku, maupun oleh matiku.

Segala perkara dapat kutanggung di dalam Dia yang memberi kekuatan kepadaku

Tugas akhir ini kupersembahkan kepada :

Tuhan Yesus Kristus (The Great and The Best

Teacher in this world)

Papah dan Mamah (The best parents in my life)

Frankie dan Heppie (The best Brothers in my life)

Keluarga besar 'Assoy Family' (The pieceful place

where I learn how to be a disciple)

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tugas akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu 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, 19 Oktober 2004

Herry Wibowo

Kata Pengantar

Bagi Dia Yang sanggup memberikan hikmat dan kasih karunia pada Penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini, Nama diatas segala nama dan Raja diatas segala raja, Yesus Kristus Tuhan dan Juru Selamat, Penulis naikkan sembah dan syukur. Semua ini karena kasih-Nya yang besar yang senantiasa menuntun Penulis langkah demi langkah dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Yang dalam setiap kesulitan tiada pernah meninggalkan Penulis namun senantiasa memberikan jalan keluar sehingga Tugas Akhir yang berjudul *The Eight – Speed of Lathe Machine Gearbox For Medium Steel Materials* ini dapat Penulis selesaikan tepat pada waktunya. Biarlah semuanya ini boleh menjadi kemuliaan bagi nama-Nya Yang Kudus sebab semuanya berasal dari Dia dan kembali kepada-Nya Tuhan semesta Langit..

Semuanya ini juga tidak dapat terjadi tanpa dukungan dari pihak-pihak yang menjadi tangan Tuhan untuk membantu dalam berbagai cara baik moril maupun materiil. Oleh karena itu penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak Ir.Rines Alapan, M.T. selaku dosen pembimbing yang selalu membimbing dan mengarahkan, Penulis ucapkan banyak terima kasih atas dukungannya. Biarlah hanya Tuhan saja yang membalas kebaikan Bapak.
2. Buat Ayah (Tjandra Setiono), Ibu (Koentarti Soetanto), Frankie, dan Heppie, terima kasih buat segala dukungan doa, semangat, dana, dan restu kalian semua, sehingga Tugas Akhir ini boleh selesai.

3. Buat Nenek (Mulus), semua Paman dan Bibi sekalian yang banyak memberi dukungan pada Penulis.
4. Buat keluarga besar Assoy Family, saudara dan saudari dalam Tuhan yang luar biasa, serta semua pihak yang namanya tidak disebutkan di sini yang banyak sekali memberikan bantuan moril kepada penulis.
5. Team PD Ignatius Loyola dan Holy Spirit Team.
6. Buat pihak yang bersedia meminjamkan komputernya : Agung, Agung K, Yono, Sigit, dan Handoko, Linda, Radit, dan Stevie.
7. Semua penghuni kost Tangkadas (Niko, Wawan, Andi, Aris, Heri, Alven), Daeng, Dwi, Adi, Rita K, Irna, Wiwik, Benny, Bambang, Budi P, Suyud, Aseng, rekan-rekan '99, Penulis ucapkan terima kasih buat dukungan doa dan perhatiannya, tanpa kalian semua Penulis tidak akan dapat mencapai dan menyelesaikan semuanya ini.

Semoga Tugas Akhir ini boleh menjadi berkat bagi para Pembaca sekalian dan sekiranya ada banyak kekurangan disini Penulis mohon maaf sebesar-besarnya. Atas perhatiannya saya ucapkan banyak terima kasih.

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
PERNYATAAN KEASLIANKARYA.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
INTISARI.....	xi
ABSTRACT.....	xii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
BAB II. DASAR TEORI.....	14
BAB III. PERHITUNGAN DAYA.....	22
BAB IV. PERHITUNGAN SABUK.....	32
BAB V. PERHITUNGAN RODA GIGI LURUS.....	38
BAB VI. PERHITUNGAN POROS.....	59



A. Analisis gaya poros I	
A.1. Analisis gaya yang bekerja pada transmisi sabuk.....	61
A.2. Perhitungan gaya yang bekerja dalam arah bidang horisontal (P_h) dan vertikal (P_v).....	64
A.2.1. Perhitungan momen resultante.....	72
A.2.2. Bahan poros yang dipakai.....	72
A.2.3. Perhitungan defleksi pada poros.....	72
A.3. Perhitungan putaran kritis.....	73
A.4. Perhitungan poros spline.....	78
B. Analisis gaya poros II	
B.1. Perhitungan momen, defleksi, slope, dan diameter poros yang terjadi pada poros I dalam arah horisontal dan vertikal.....	80
B.2. Bahan poros yang dipakai.....	87
B.3. Perhitungan defleksi pada poros II.....	88
B.4. Perhitungan putaran kritis.....	88
B.5. Perhitungan poros spline.....	92
C. Analisis gaya poros III	
C.1. Perhitungan momen, defleksi, slope, dan diameter poros yang terjadi pada poros III dalam arah horisontal dan vertikal.....	93
C.2. Bahan poros yang dipakai.....	101

C.3. Perhitungan defleksi pada poros III.....	101
C.4. Perhitungan putaran kritis.....	102
C.5. Perhitungan poros spline.....	106
D. Analisis gaya poros IV	
D.1. Perhitungan momen, defleksi, slope, dan diameter poros yang terjadi pada poros III dalam arah horisontal dan vertikal.....	107
D.2. Bahan poros yang dipakai.....	114
D.3. Perhitungan sudut puntir dan defleksi pada poros IV.....	114
D.4. Perhitungan putaran kritis.....	115
BAB VII. PERHITUNGAN ELEMEN PENDUKUNG	
A. Bantalan.....	119
B. Pasak.....	128
BAB VIII. PELUMASAN DAN PERAWATAN.....	132
BAB IX. KESIMPULAN.....	136
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 5.1. Data dan hasil perhitungan untuk pasangan rodagigi Z_1 dan Z_2	53
Tabel 5.2. Data dan hasil perhitungan untuk pasangan rodagigi Z_3 dan Z_4	54
Tabel 5.3. Data dan hasil perhitungan untuk pasangan rodagigi Z_5 dan Z_6	55
Tabel 5.4. Data dan hasil perhitungan untuk pasangan rodagigi Z_7 dan Z_8	56
Tabel 5.5. Data dan hasil perhitungan untuk pasangan rodagigi Z_9 dan Z_{10}	57
Tabel 5.6. Data dan hasil perhitungan untuk pasangan rodagigi Z_{11} dan Z_{12}	58
Tabel 6.1. Harga gaya-gaya yang bekerja pada poros.....	60
Tabel 7.1. Data pasangan bantalan pada poros I.....	123
Tabel 7.2. Data pasangan bantalan pada poros II.....	123
Tabel 7.3. Data pasangan bantalan pada poros III.....	124
Tabel 7.4. Data pasangan bantalan pada poros IV.....	127
Tabel 7.5. Data pasak pada poros I.....	129
Tabel 7.6. Data pasak pada poros II.....	130
Tabel 7.7. Data pasak pada poros III.....	130
Tabel 7.8. Data pasak pada poros IV.....	131

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Bagian-bagian utama mesin bubut	3
Gambar 1.2. Bangku bubut	3
Gambar 1.3. Kepala tetap	4
Gambar 1.4. Carriage	6
Gambar 1.5. Kepala lepas	7
Gambar 1.6. Feed gear	8
Gambar 1.7. Apron	9
Gambar 2.1. Pembubutan memanjang	16
Gambar 2.2. Pembubutan melintang	16
Gambar 2.3. Pembubutan konus	17
Gambar 2.4. Pembubutan alur	17
Gambar 2.5. Pembubutan ulir	17
Gambar 3.1. Struktur diagram	30
Gambar 3.2. Speed chart	31
Gambar 3.3. Rangkaian rodagigi yang menghasilkan putaran I	31
Gambar 3.4. Rangkaian rodagigi yang menghasilkan putaran II	32
Gambar 3.5. Rangkaian rodagigi yang menghasilkan putaran III	32
Gambar 3.6. Rangkaian rodagigi yang menghasilkan putaran IV	33
Gambar 3.7. Rangkaian rodagigi yang menghasilkan putaran V	33
Gambar 3.8. Rangkaian rodagigi yang menghasilkan putaran VI	34

Gambar 3.9. Rangkaian rodagigi yang menghasilkan putaran VII	34
Gambar 3.10. Rangkaian rodagigi yang menghasilkan putaran VIII	35
Gambar 6.1. Putaran rodagigi yang menyebabkan gaya pada poros I	61
Gambar 6.2. Gaya-gaya yang terjadi pada puli	62
Gambar 6.3. Poros I dengan pembebanan arah horisontal	64
Gambar 6.4. Gambar BMD untuk strukturnya beserta bebannya	65
Gambar 6.5. Gambar BMD untuk batang A – B dengan asumsi arah slope .	65
Gambar 6.6. Asumsi arah gaya tiap luasan momen	67
Gambar 6.7. Poros I dengan pembebanan arah vertikal	68
Gambar 6.8. Gambar BMD untuk strukturnya beserta bebannya	69
Gambar 6.9. Gambar BMD untuk batang A – B dengan asumsi arah slope .	69
Gambar 6.10. Asumsi arah gaya tiap luasan momen	71
Gambar 6.11. Poros dengan pembebanan gaya dari rodagigi	74
Gambar 6.12. BMD yang terjadi pada poros I	75
Gambar 6.13. BMD dengan asumsi arah slope yang terjadi pada batang A – B	75
Gambar 6.14. Asumsi arah gaya pada tiap luasan momen	77
Gambar 6.15. Putaran rodagigi yang menyebabkan gaya pada poros II	80
Gambar 6.16. Poros II dengan pembebanan arah horisontal	81
Gambar 6.17. BMD dengan asumsi arah slope pada batang A – B	81
Gambar 6.18. Asumsi arah gaya pada tiap luasan momen	83
Gambar 6.19. Poros II dengan pembebanan arah vertikal	84
Gambar 6.20. BMD dengan asumsi arah slope pada batang A – B	85

Gambar 6.21. Asumsi arah gaya pada tiap luasan momen	86
Gambar 6.22. Poros II dengan beban akibat rodagigi	88
Gambar 6.23. BMD dan asumsi arah slope pada bidang A – B	89
Gambar 6.24. Asumsi arah gaya pada tiap luasan momen	91
Gambar 6.25. Putaran rodagigi yang menyebabkan gaya pada poros III	93
Gambar 6.26. Poros III dengan pembebanan arah horisontal	93
Gambar 6.27. BMD dan asumsi arah slope pada batang A – B.....	94
Gambar 6.28. Asumsi arah gaya pada tiap luasan momen	96
Gambar 6.29. Poros III dengan pembebanan arah vertikal	97
Gambar 6.30. BMD dan asumsi arah slope pada batang A – B.....	98
Gambar 6.31. Asumsi arah gaya pada tiap luasan momen	100
Gambar 6.32. Poros III dengan beban dari rodagigi	102
Gambar 6.33. BMD dan asumsi arah gaya pada batang A – B.....	103
Gambar 6.34. Asumsi arah gaya pada tiap luasan momen	104
Gambar 6.35. Putaran rodagigi yang menyebabkan gaya pada poros IV	107
Gambar 6.36. Poros IV dengan pembebanan arah horisontal	107
Gambar 6.37. Struktur BMD dari poros IV	108
Gambar 6.38. BMD dan asumsi arah gaya pada batang A – B	108
Gambar 6.39. Asumsi arah gaya pada tiap luasan momen	110
Gambar 6.40. Poros IV dengan pembebanan arah vertikal	111
Gambar 6.41. Struktur BMD dari poros IV	112
Gambar 6.42. BMD dan asumsi arah gaya pada batang A – B	112

Gambar 6.43. Asumsi arah gaya pada tiap luasan momen	113
Gambar 6.44. Arah gaya dari beban rodagigi yang bekerja pada poros IV	115
Gambar 6.45. Struktur BMD dari momen yang bekerja pada tiap titik	116
Gambar 6.46. BMD dan asumsi arah slope pada batang A – B	116
Gambar 6.47. Asumsi arah gaya pada tiap luasan momen	118

DAFTAR LAMPIRAN

- Tabel L.1. Harga K untuk baja dan besi cor
- Tabel L.2. Harga V_c untuk berbagai macam bahan
- Tabel L.3. Harga faktor koreksi rodagigi
- Tabel L.4. Harga daya motor
- Tabel L.5. Harga kecepatan potong
- Tabel L.6. Harga nilai rasio R_n untuk mesin perkakas
- Tabel L.7. Harga faktor koreksi daya yang akan ditransmisikan
- Tabel L.8. Harga kecepatan-kecepatan spindel standar untuk berbagai nilai \emptyset
- Tabel L.9. Diagram pemilihan sabuk – V
- Tabel L.10. Harga ukuran puli – V
- Tabel L.11. Harga diameter min puli yang diizinkan dan dianjurkan (mm)
- Tabel L.12. Harga faktor koreksi K_\emptyset
- Tabel L.13. Harga kapasitas daya yang ditransmisikan untuk sabuk – V
- Tabel L.14. Harga daerah penyetelan jarak sumbu poros
- Tabel L.15. Harga panjang sabuk – V standar
- Tabel L.16. Harga modul standar (JIS B 1701 – 1973)
- Tabel L.17. Harga faktor bentuk gigi
- Tabel L.18. Harga faktor dinamis f_v
- Tabel L.19. Harga tegangan lentur yang diizinkan σ_a pada bahan rodagigi

Tabel L.20. Harga faktor tegangan kontak pada bahan rodagigi

Tabel L.21. Harga perhitungan beban ekivalen

Tabel L.22. Harga patokan untuk umur pakai L_h

Tabel L.23. Harga ukuran dan alur pasak

Tabel L.24. Macam-macam bantalan gelinding dan spesifikasinya

Tabel L.25. Macam-macam bantalan kerucut dan spesifikasinya

Tabel L.26. Grafik pemilihan pelumas

INTISARI

Mesin bubut adalah sebuah mesin yang digunakan untuk mengerjakan benda kerja yang berputar. Dalam perancangan ini akan dibuat sebuah kotak kecepatan delapan variasi putaran yang akan dipergunakan untuk membubut baja medium (dengan $\sigma = 60 \text{ kg/mm}^2$) dengan alat iris HSS (High Speed Steel). Delapan variasi yang dihasilkan adalah 63/90/125/180/250/355/500/710. Diasumsikan diameter benda kerja minimum dan maksimum yang dikerjakan adalah 13 mm dan 100 mm. Sumber daya diperoleh dari motor listrik tiga phase 5,5 kW yang diteruskan melalui sabuk-V menuju ke pasangan rodagigi sampai ke spindel. Dari spindel inilah benda kerja dicekam untuk dikerjakan.

ABSTRACT

The lathe is a machine used to do a rotary workpiece. In this design will be made a speed gear box with 8 rotation variation for medium carbon steel materials (with $\sigma = 60 \text{ kg/mm}^2$) working by means of slice HSS (High Speed Steel). Eight variation that will be used are 63/90/125/180/250/355/500/710. While diameter of workpiece minimum and maximum to be done is 13 mm and 100 mm. The source power conducted from the three phase induction motor 5,5 kW through V-belt transmission to couple of gears to spindle. Then from this spindle the workpiece is clamped to be done.

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Mesin bubut mencakup segala mesin perkakas, dimana mesin perkakas itu sendiri pada umumnya dibuat dengan menggunakan dua komponen atau lebih yang dapat memproduksi bentuk silindris. Jenis yang paling tua dan paling umum adalah pembubut (*lathe*) yang melepas bahan dengan memutar benda kerja terhadap pemotong mata tunggal. Suku cadang yang harus dimesin dapat dipegang diantara kedua pusatnya, dipasangkan pada plat muka, didukung dalam pencekam rahang, atau dipegang dalam pencekam yang ditarik kedalam atau leher (*collet*). Meskipun mesin ini terutama disesuaikan untuk pekerjaan silindris, dapat juga dipakai untuk beberapa kepentingan lain. Permukaan rata dapat dicapai dengan menyangga benda kerja pada plat muka atau dalam pencekam.

Persyaratan yang penting untuk struktur mesin perkakas termasuk persyaratan fungsional dan kekakuan, bentuk, kemudahan didekati operator dan bagian (*part*), ke mesin perkakas, diperlukan kekakuan statis dan dinamis untuk ketepatan dan ketelitian.

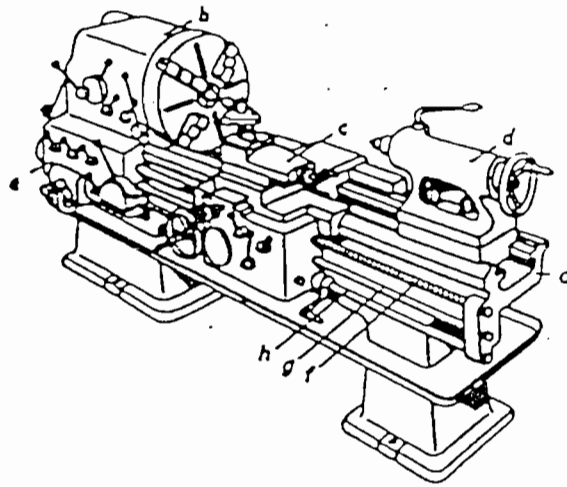
Sedangkan untuk ukuran mesin bubut dinyatakan dalam diameter benda kerja yang dapat diputar, sehingga sebuah mesin bubut 400 *mm* adalah mesin yang memiliki ruang bebas cukup diatas rel bangku untuk mengerjakan diameter 400 *mm*. Tetapi, ukuran kedua diperlukan untuk menentukan

kapasitas ukuran selanjutnya dari mesin, dalam pernyataan panjang benda kerja. Beberapa pabrik menyatakan dalam panjang maksimum benda kerja diantara kedua pusat mesin bubut, sedangkan pabrik lain menyatakan dalam panjang bangku.

B. Komponen Utama Pada Mesin Bubut

Mesin bubut yang kita bicarakan nantinya kita namakan *centre lathe*, karena pencekaman benda kerja tepat pada pusat poros utama mesin (*center*). Mesin bubut ini juga sering disebut mesin bubut memanjang (*longitudinal turning lathe*), karena bagian benda kerja yang dikerjakan pada umumnya sisi yang memanjang. Bagian-bagian utama mesin bubut pada dasarnya sama, seperti yang disebutkan dibawah ini :

- a. Bangku bubut (*lathe bed*)
- b. Kepala tetap (*headstock*)
- c. Eretan lintang dan kombinasi (*saddle with cross and compound-slide*)
- d. Kepala lepas (*tail stock*)
- e. Kotak roda gigi pengatur pemotongan (*feed gear box*)
- f. Sumbu pengatur jarak kisar (*lead screw*)
- g. Sumbu pengatur gerak laju pemakanan (*feed shaft*)
- h. Batang sakelar (*switch bar*)

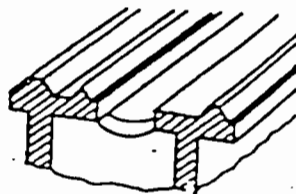


Gambar 1.1. Bagian-bagian utama mesin bubut
(Sumber : Gerling.H,1965)

Bagian mesin bubut ini akan dibahas bagian demi bagian, sehingga dapat lebih memperjelas penggambaran pada mesin bubut.

1. Bangku bubut

Yang dimaksud dengan bangku bubut adalah kerangka utama mesin bubut. Pada kerangka utama ini, diatas bertumpu *carriage* serta kepala lepas. Ada dua pasang alur pada bangku bubut, yang pertama yakni alur bagian luar yang berfungsi sebagai pemandu (*guide*) carriage dan yang kedua yakni alur bagian dalam yang berfungsi memandu kepala lepas.

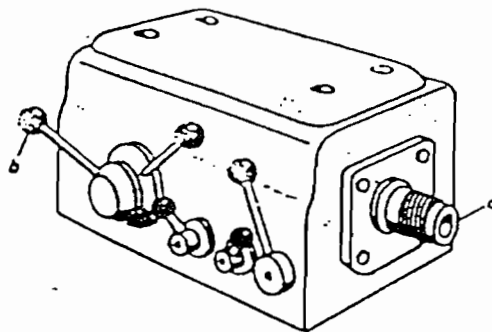


Gambar 1.2. Bangku bubut
(Sumber : Gerling.H,1965)

2. Kepala tetap

Didalam kepala tetap terdapat poros utama mesin yang terpasang pada bantalan. Pada kepala tetap terdapat transmisi roda gigi yang berfungsi memberikan variasi putaran pada poros utama. Dari poros utama putaran dipindahkan sampai pada benda kerja. Poros utama harus terpasang kokoh dan terbuat dari baja yang kuat. Pada umumnya bagian dalam poros utama dibuat berlubang. Permukaan poros utama biasanya dikeraskan dan digerinda.

Pada poros utama untuk mengurangi gesekan yang besar dipakai bantalan rol (*roller bearing*). Selain itu dapat pula digunakan bantalan luncur yang terbuat dari perunggu. Poros utama harus berputar dengan baik pada bantalan. Bila antara poros utama dan bantalan terlalu longgar akan mengakibatkan oleng pada benda kerja dan akhirnya hasil dari benda kerja yang dibubut itu akan eksentrik.



Gambar 1.3. Kepala tetap
(Sumber : Gerling.H,1965)

Kelonggaran bantalan dapat dikurangi dengan cara penyetelan pada bantalan. Bantalan aksial (*trust bearing*) dipakai untuk menahan beban aksial. Pada ujung poros utama dilengkapi dengan ulir, yang berguna untuk memasang pemegang benda kerja (*chuck*). Poros utama digerakkan oleh penggerak utama dari mesin bubut. Pada mesin bubut modern penggerak utama digunakan motor listrik. Pada headstock terdapat sebuah pencekam (*chuck*) yang digunakan untuk memegang bagian yang besar dan bentuknya tidak umum dan mungkin dibautkan atau disekerupkan kepada spindel, sehingga pemasangannya kaku. Pencekam terbuat dalam beberapa desain, dan dapat diklasifikasikan dengan :

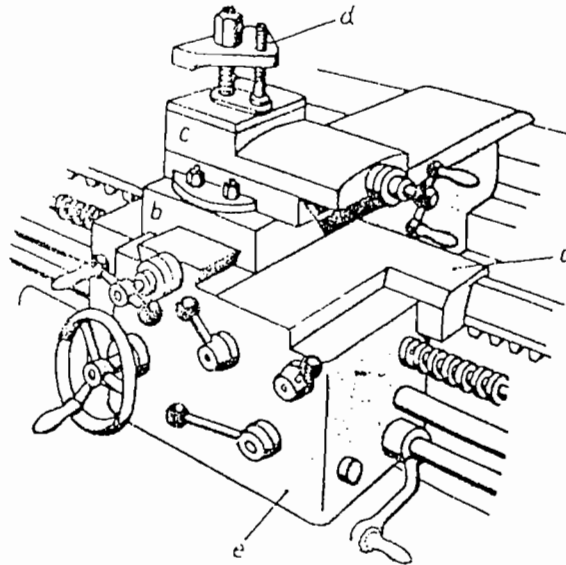
- a. *Pencekam universal*. Seluruh rahang mempertahankan hubungan yang konsentris ketika kunci pencekam diputar.
- b. *Pencekam tak tergantung (independent)*. Setiap rahang mempunyai penyetelan tak tergantung.
- c. *Pencekam kombinasi*. Setiap pencekam mempunyai penyetelan tak tergantung dan sebagai tambahan mempunyai hubungan kunci terpisah yang mengendalikan seluruh rahang secara serentak.
- d. *Pencekam gurdi*. Suatu pencekam sekerup universal yang pada dasarnya digunakan pada kempa gurdi tetapi sering digunakan pada mesin bubut untuk menggurdi dan menyenter.

3. Pembawa

Pembawa (*carriage*) adalah penopang utama dan pembawa pahat bubut yang dapat disetel kedudukannya. Carriage harus bergerak tanpa kocak

pada alur bangku bubut. Carriage dapat digerakkan dengan tangan (*manual*) maupun otomatis. Untuk gerak laju pemakanan carriage digerakkan oleh *feed shaft* dan *lead screw*.

Bentuk dari carriage adalah seperti gambar dibawah ini :



Gambar 1.9. Carriage
(Sumber : Gerling H, 1965)

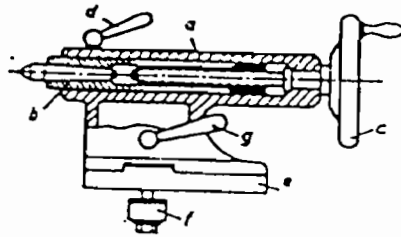
Adapun nama bagian-bagian dari carriage adalah sebagai berikut :

- a. Sadel
 - b. Eretan lintang (*cross slide*)
 - c. Eretan kombinasi (*compound slide*)
 - d. Pemegang pahat (*tool holder*)
 - e. Kotak apron (*apron box*)
4. Kepala lepas

Kepala lepas dipakai sebagai penyangga benda kerja yang panjang saat membubut memanjang, mengebor, dan memperbesar lobang (*reamer*).

Kepala lepas dilengkapi dengan kerucut morse (*morse taper*), gunanya untuk memasang alat-alat yang akan dipasang pada kepala lepas, seperti : bor, reamer, life centre, dan lain-lain. Dengan kerucut morse itu alat-alat tersebut dapat terkunci.

Kepala lepas dapat diangkat dari bangku bubut dan dapat dipasang terkunci dengan baut pengikat. Roda kemudi pada kepala lepas dipakai untuk menggerakkan selongsong (*sleeve*). Ada kepala lepas yang selongsongnya digerakkan dengan hidrolik atau kompresor, sehingga tekanan pada benda kerja dapat merata.



Gambar 1.10. Kepala lepas
(Sumber : Gerling,H,1965)

Keterangan :

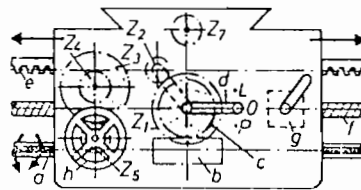
- a. Spindel (poros transmisi yang relatif pendek, dimana beban utamanya berupa puntiran. Syarat yang harus dipenuhi adalah deformasinya harus kecil dan bentuk serta ukurannya harus teliti).
- b. Sarung, selongsong (*sleeve*)
- c. Roda kemudi (*hand wheel*)

- d. Sekrup pengencang (*set screw*)
- e. Alas (*base*)
- f. Penjepit (*clamping piece*)
- g. Tuas penjepit (*clamping lever*)

5. Kotak roda gigi pengatur pemotongan

Pemakanan dan gerak penyetelan dapat dilakukan dengan tuas pada sadel.

Pemakanan otomatis dapat dilakukan dengan menghubungkan *feed shaft* yang berputar dari kepala tetap ke kotak roda gigi pengatur pemotongan (*feed gear*)



Gambar 1.11. Feed gear
(Sumber : Gerling, H, 1965)

6. Sumbu pengatur jarak kisar

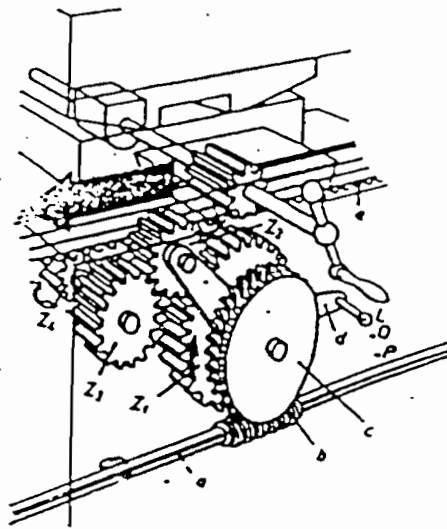
Sumbu pengatur jarak kisar (*lead screw*) hanya dipakai untuk membuat ulir. Dari kepala tetap *lead screw* digerakkan melalui *gear box*.

7. Apron

Apron dipasang di sadel. Apron membawa pengontrol seperti pengungkit (*lever*), roda kemudi (*hand wheel*) dan lain-lain. Beberapa bagian utama yang terdapat pada apron :

Keterangan :

- a. Feed shaft
- b. Poros cacing (*worm shaft*)
- c. Roda gigi cacing (*worm gear*)
- d. Tuas penghubung (*engagement lever*)
- e. Batang biji (*gear rack*)



Gambar 1.12. Apron
(Sumber : Gerling.H,1965)

8. Transmisi penggerak utama

Pada proses pembubutan putaran poros utama mesin dapat diubah menurut variasi putaran output mesin. Putaran ini dapat diatur menurut kebutuhan dan dapat diubah, karena adanya transmisi penggerak. Transmisi penggerak mesin dapat digunakan dengan transmisi penggerak sabuk atau transmisi penggerak roda gigi. Pada suatu mesin bubut dapat pula digunakan kedua transmisi di atas.

8.1. Transmisi sabuk (*belt drive*)

Pada transmisi sabuk ini, tenaga dan putaran dipindahkan oleh gesekan diantara puli dan sabuk dari poros yang satu ke poros yang lain. Segi positif dari penggunaan transmisi sabuk adalah bila ada beban berlebih yang ditanggung oleh transmisi maka mengakibatkan sabuk kadang-kadang bisa slip dari pulinya, sehingga ini membuat keamanan bagi transmisi gear box terutama bagi motor listriknya , karena beban berlebih tersebut diantisipasi oleh adanya slip tersebut.

8.2. Transmisi roda gigi

Berbeda dengan transmisi sabuk, gerakan putar yang dipindahkan oleh roda gigi karena diantara sela-sela roda gigi itu saling pegang memegang. Sehingga segi positif yang dimiliki oleh transmisi roda gigi ini adalah tidak adanya slip.

C. Pembagian mesin bubut

Untuk pembagian yang sesuai dari mesin ini adalah sulit karena terdapat keaneka ragaman dalam ukuran, desain, metode penggerakan, dan kegunaan. Untuk ukuran mesin bubut ditentukan oleh panjang dan tingginya. Panjang mesin bubut diukur dari jarak kedua senternya, yakni jarak antara kepala tetap dengan kepala lepas pada kedudukan terjauh. Sedangkan tingginya diukur dari jarak senter terhadap alasnya, yakni jarak antara poros utama dengan alas mesin (*bed*) secara tegak lurus. Ukuran ini menunjukkan kapasitas kerja dari

mesin bubut tersebut. Pada umumnya pembagian ini diberi nama sesuai dengan karakteristik desainnya yang menonjol, yang diberikan seperti dibawah ini antara lain :

a. Pembubut kecepatan (*speed lathe*)

Ini adalah suatu bentuk yang paling sederhana dari segala pembubut, terdiri atas bangku, kepala tetap, ekor tetap, dan peluncur yang dapat disetel untuk mendukung pahat. Biasanya, digerakkan oleh motor kecepatan variabel yang dipasangkan kedalam kepala tetap, meskipun penggeraknya mungkin sabuk kepada puli kerucut bertingkat. Karena digunakan pahat tangan dan pemotongan sedikit, maka pembubut digerakkan pada kecepatan tinggi, dan bendakerja dipegang diantara pusatnya atau dipasangkan pada plat muka pada kepala tetap. Pembubut kecepatan terutama digunakan dalam pembubutan kayu, memberikan pusat pada silinder logam sebelum dikerjakan lebih lanjut pada pembubut mesin dan dalam pemusingan logam.

b. Pembubut mesin (*engine lathe*)

Yang membedakan dari pembubut kecepatan adalah dipunyainya ciri tambahan untuk mengendalikan kecepatan spindel dan untuk menyangga dan mengendalikan hantaran dari pahat pemotong tetap.

c. Pembubut bangku (*bench lathe*)

Nama ini diberikan kepada pembubut kecil yang dipasangkan pada bangku kerja. Dalam desainnya mempunyai ciri yang sama dengan pembubut kecepatan atau pembubut mesin dan hanya berbeda dalam ukuran dan

pemasangannya. Disesuaikan untuk benda kerja kecil, dan mempunyai kapasitas putaran maksimum sebesar 250 mm pada plat muka.

d. Pembubut ruang perkakas (*toolroom lathe*)

Pembubut ini dilengkapi dengan segala perlengkapan yang diperlukan untuk pekerjaan perkakas yang teliti, merupakan pembubut kepala beroda gigi yang digerakkan secara tersendiri dengan kecepatan spindel yang jangkauannya sangat luas. Yang dilengkapi dengan peletakan stedi pusat, roda gigi perubah cepat, ulir pengarah, batang hantaran, perlengkapan penirus, piringan ulir, pencekam, indikator, perlengkapan leher ditarik ke dalam, dan pompa untuk media pendingin. Semua pembubut ruang perkakas dicoba secara berhati-hati untuk ketelitiannya, dan sesuai dengan namanya, terutama disesuaikan untuk membuat perkakas kecil, alat ukur, cetakan, dan bagian presisi yang lain.

e. Pembubut turet

Mesin ini memiliki ciri khusus yang terutama menyesuaikan kepada produksi. "Keterampilan pekerja" dibuat di dalam mesin ini sehingga memungkinkan bagi operator yang tidak berpengalaman untuk memproduksi kembali suku cadang yang identik.

Sedangkan berdasarkan ukurannya mesin bubut itu sendiri dapat diklasifikasikan dalam empat kelompok :

1. Mesin bubut ringan

Mesin ini bentuk peralatannya kecil dan sederhana, serta digunakan untuk mengerjakan benda kerja yang berukuran kecil.

2. Mesin bubut sedang

Konstruksi mesin bubut ini lebih cermat dan dilengkapi dengan penggabungan peralatan khusus. Mesin bubut ini digunakan untuk pekerjaan yang lebih banyak variasinya dan lebih teliti.

3. Mesin bubut standard

Mesin bubut ini mempunyai tenaga (daya kuda) yang lebih besar dan digunakan untuk pekerjaan yang lebih besar daripada yang dikerjakan mesin bubut ringan dan sedang. Mesin bubut ini merupakan standard dalam pembuatan mesin bubut pada umumnya.

4. Mesin bubut beralas panjang

Mesin bubut ini termasuk mesin bubut yang digunakan untuk mengerjakan pekerjaan yang panjang dan besar. Misalnya poros-poros pada kapal.

Sebagai batasan, mesin bubut yang akan diuraikan dalam perancangan ini adalah mesin bubut standard. Sebagai salah satu mesin perkakas, mesin bubut ini mempunyai jangkauan pengerjaan benda kerja yang cukup luas. Mesin bubut ini umumnya menjadi dasar pada perancangan mesin bubut.

BAB II

DASAR TEORI

A. Pengantar

Mesin bubut adalah suatu mesin dengan gerak utama berputar. Benda kerja dipegang dengan chuck, kemudian bila mesin dihidupkan benda akan berputar pada sumbu utamanya. Sedang alat irisnya diam, maka untuk mendapatkan hasil yang baik alat iris dipasang pada rumah pahat dan pahat diatur ujungnya tepat pada sumbu utamanya, bila pemasangan tidak tepat, pahat dapat patah atau benda kerja menjadi bengkok, ini terutama terjadi sewaktu membuat ulir dengan mesin bubut.

Apabila membuat suatu benda yang mempunyai selisih diameter antara bahan dengan benda yang akan dibuat kecil, maka pemasangan benda diatur sedemikian hingga diputar tidak oleng dan bila kerjanya bengkok harus diluruskan terlebih dahulu dengan jalan dipukul pada paron.

B. Sistem operasi pada mesin bubut

Operasi pada pembubut yang agak beraneka ragam mencakup pembubutan, pengeboran, pengerjaan tepi, penguliran, dan pembubutan tirus. Untuk operasi ini, sebuah pemotong mata tunggal dihantarkan disepanjang benda kerja yang berputar. Menggurdi dan meluaskan lubang (*reaming*) memerlukan pemotong dari jenis lain. Berikut ini uraian singkat beberapa dari operasinya.

1. Pembubutan memanjang (*longitudinal turning*)

Gerakan laju pemakanan berlangsung sejajar dengan sumbu putaran, pahat bergerak dari kanan ke kiri, dan dengan demikian bahan dipotong menjadi silinder dengan diameter yang lebih kecil. Dengan demikian permukaan luar benda kerja yang dikerjakan merupakan bidang garapan lengkung. Kedalaman pemakanan ditentukan oleh penyetelan tegak lurus terhadap sumbu perputaran. Keterangan dapat dilihat pada gambar 2.1 dibawah.

2. Pembubutan melintang (*transversal turning*)

Gerakan laju pemakanan berlangsung tegak lurus terhadap sumbu putaran. Dengan demikian dihasilkan bidang rata dan tegak lurus terhadap sumbu putaran yang merupakan bidang garapan datar. Selain itu benda kerja memperoleh panjang yang tepat. Arah laju pemakanan dapat dari luar ke pusat perputaran atau sebaliknya. Penyetelan kedalaman penusukan berlangsung sejajar dengan sumbu putaran pada setiap penyayatan. Keterangan ada pada gambar 2.2 dibawah.

3. Pembubutan konus (*taper turning*)

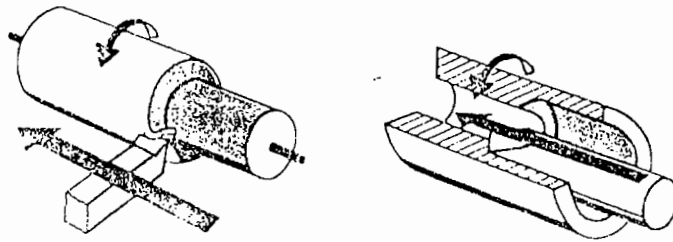
Gerakan laju pemakanan berlangsung tegak lurus terhadap sumbu putaran, sehingga dengan demikian pembubutan ini dapat juga disebut pembubutan tirus. Dengan demikian dihasilkan bidang rata dan tegak lurus terhadap sumbu putaran yang merupakan bidang garapan datar. Selain itu benda kerja memperoleh panjang yang tepat. Arah laju pemakanan dapat dari luar ke pusat perputaran atau sebaliknya. Dapat dilihat pada gambar 2.3 dibawah.

4. Pembubutan alur (*profil turning*)

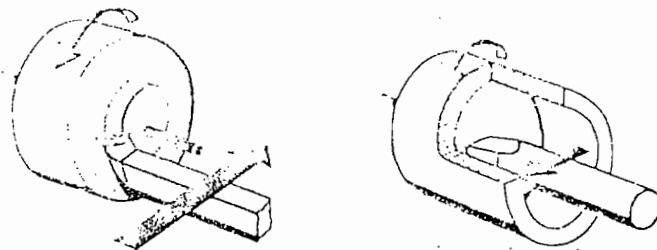
Gerakan laju pemakanan berlangsung tegak lurus terhadap sumbu putaran. demikian pula penyetelan kedalaman berlangsung tegak lurus terhadap sumbu putaran. Dapat dilihat pada gambar 2.4 dibawah.

5. Pembubutan ulir (*thread turning*)

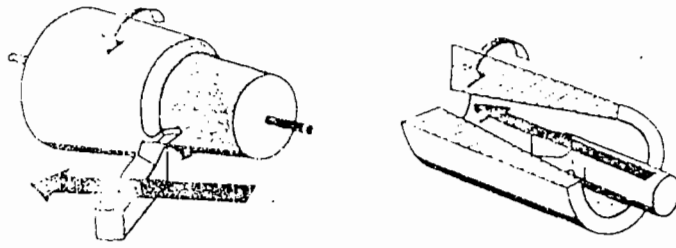
Seperti halnya pembubutan alur, hanya saja laju pemakanan yang terjadi sesuai dengan jarak kisar (*pitch*) dari ulir yang diinginkan. Keterangan seperti gambar 2.5 dibawah ini.



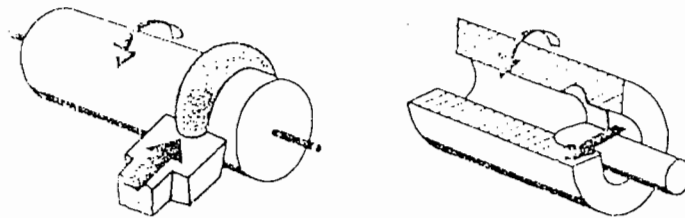
Gambar 2.1
Pembubutan memanjang
(Sumber : Gerling,H,1965)



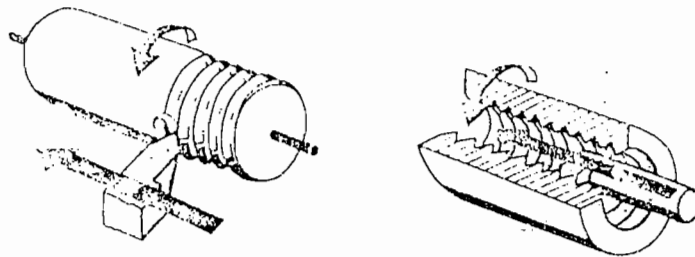
Gambar 2.2
Pembubutan melintang
(Sumber : Gerling,H,1965)



Gambar 2.3
Pembubutan konus
(Sumber : Gerling.H,1965)



Gambar 2.4
Pembubutan alur
(Sumber : Gerling.H,1965)



Gambar 2.5
Pembubutan alur
(Sumber : Gerling.H,1965)

C. Sistem Mekanisme Penggerak

Untuk kategori mesin bubut yang dipilih dalam perancangan ini adalah mesin bubut standard. Mesin bubut ini karena selain menjadi dasar perancangan mesin bubut juga jangkauan kerjanya yang cukup luas. Hal ini

dapat diinjau dari variasi putaran output yang dihasilkannya. Mesin bubut ini direncanakan untuk dapat menghasilkan delapan variasi putaran output. Dimana mesin bubut ini nantinya akan digunakan untuk pengerjaan bahan dari baja berkekuatan medium.

Kalau dilihat dari banyaknya variasi putaran mesin bubut maka kemungkinan jangkauan kecepatan potong dapat semakin luas untuk pengerjaan pada jenis material yang digunakan dengan kata lain bahan yang dipakai tidak melebihi bahan baja berkekuatan medium.

Kecepatan potong itu sendiri adalah kecepatan putaran pada poros utama mesin, bila benda kerja berputar satu kali, panjang yang dilalui oleh ujung pahat sama dengan keliling benda kerja.

Untuk kecepatan potong ini tidak dapat dipilih dengan sembarangan. Karena apabila kecepatan potong rendah maka proses pengerjaannya akan memakan waktu lama. Sedangkan apabila kecepatan potong terlalu tinggi pahat akan kehilangan kekerasan oleh karena panas, sehingga mengakibatkan pahat akan cepat tumpul atau rusak. Untuk menghindari hal itu maka perlu sekali untuk mengadakan perhitungan dalam pemilihan kecepatan potong. Hal ini akan meningkatkan optimalisasi waktu pengerjaan, dengan mengurangi seringnya waktu penggantian pahat.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan kecepatan potong adalah sebagai berikut :

1. Bahan dasar benda kerja

Benda kerja yang bahan dasarnya keras pada waktu dibubut menimbulkan panas yang lebih banyak daripada benda kerja dengan bahan dasar yang lebih lunak. Maka pembubutan dengan bahan dasar yang keras digunakan kecepatan potong rendah.

2. Bahan dari pahat

Bahan yang lebih tahan panas, sebagai contoh *cemented carbid* lebih tahan panas dari pada *HSS*. Pahat dengan bahan dasar lebih tahan panas dapat dipakai untuk kecepatan potong yang tinggi.

3. Penampang dari tatal

Pada proses pengerjaan *finishing*, dengan hasil tatal yang tipis kecepatan potong dapat lebih tinggi daripada pengerjaan *roughing*, dengan hasil tatal yang tebal. Karena hasil pengerjaan yang menghasilkan tatal yang tebal lebih banyak menimbulkan panas daripada pengerjaan yang menghasilkan tatal yang tipis.

4. Macam mesin bubut

Mesin bubut yang besar mempunyai kemampuan kecepatan potong lebih besar daripada mesin bubut yang kecil. Mesin bubut ini dilengkapi sedemikian rupa sehingga kecepatan potong dapat dipilih dengan tepat

5. Pendingin

Saat pengerjaan pembubutan dengan kecepatan potong yang tinggi diperlukan cairan pendingin. Tujuan dari pendinginan dan pelumasan pada waktu penyayatan ada dua :

- a. Untuk dapat menggunakan kecepatan menyayat memotong yang tinggi.
- b. Memperpanjang waktu tahan alat.
- c. Memperbaiki keadaan permukaan dan ketelitian ukuran.

Fungsi utama dari minyak untuk pengerjaan logam adalah :

1. Penyaluran panas dari perkakas, benda kerja dan serpih-serpih.
2. Pelumasan untuk mengurangi gesekan antara serpih dan bidang serpih dan antara benda kerja dan bidang jalan bebas.
3. Pencucian serpih.

Beberapa hal seperti jenis pengerjaan pembubutan dan ukuran benda kerja juga harus dipertimbangkan. Benda kerja yang besar biasanya sukar untuk dicekam, maka harus digunakan kecepatan potong yang sesuai.

Ber macam-macam kecepatan potong telah ditetapkan pada mesin bubut berdasarkan pengujian dan perhitungan. Kecepatan potong ini dihasilkan oleh penggerak utama mesin.

D. Penggunaan rangka mesin perkakas

Bahan besi cor kelabu lebih disukai untuk mesin berukuran sedang pada umumnya, yang mungkin mempunyai masalah gaya getaran, karena memiliki kapasitas peredaman yang sangat besar. Rangka yang besar dan bertugas berat yang harus mengatasi beban tumbukan seringkali dibuat dari baja cor.

Penggunaan rangka yang dilas atau dibangun makin meningkat untuk alasan berikut :

1. Penghematan berat dapat sebesar 25%.
2. Perbaikan relatif lebih mudah dikerjakan pada rangka yang rusak.
3. Berbagai jenis baja mungkin digunakan dalam rangka yang sama tergantung pada karakteristik dari anggota masing-masing.
4. Perubahan desain lebih murah karena tidak ada penanaman modal pada pola dari inti.
5. Kesalahan dalam pemesinan atau desain lebih mudah untuk dikoreksi.
6. Benda kerja dapat diletakkan relatif terhadap tegangan yang ditimbulkan, sehingga getaran dan defleksi dapat lebih mudah dikendalikan.

Sedang keuntungan dari penggunaan baja cor antara lain :

1. Besi cor kelabu menyerap getaran lebih baik.
2. Bahan coran adalah homogen sehingga reaksi kimia dapat diabaikan.
3. Proses pengecor mungkin lebih sesuai untuk kecepatan produksi tinggi.
4. Rangka untuk mesin tugas berat mungkin harus sangat berat untuk menyerap beban.

BAB III

PERHITUNGAN DAYA

Pada bab ini kita akan membahas mengenai pemakaian daya yang akan dibutuhkan untuk membubut bahan dari baja karbon medium. Perhitungan inilah yang kemudian dijadikan acuan untuk proses penghitungan komponen-komponen pendukung lainnya. Pertama kita akan menentukan diameter maksimum yang dapat dibubut dengan ketentuan sebagai berikut :

$$D_{mak} = 100 \text{ mm}$$

$$D_{min} = 13 \text{ mm}$$

Prinsip gerakan pada waktu membubut terdiri dari 3 (tiga) macam gaya yang terdiri dari :

1. Gaya pemotongan utama (F_u)

Gerakan untuk mengurangi kecepatan benda kerja dengan pahat.

2. Gaya aksial / thrust (F_t)

Bila pahat dipasang sesuai dengan dalamnya pemotongan, pahat dimajukan ke arah melintang sampai kedalaman pemotongan yang dikehendaki.

3. Gaya pemakanan (F_f)

Pahat yang bergerak maju secara teratur, dimana akan menghasilkan tatal.

Sebelum menghitung F_u ada batasan yang dilakukan diantaranya untuk pemilihan s dan t menggunakan acuan proses pengerjaan kasar, dengan alat iris HSS.

Berdasarkan Tabel L.5 pada Lampiran maka didapat data sebagai berikut :

$$s_{mak} = 1 \text{ mm/put}$$

$$t_{mak} = 10 \text{ mm} \approx \text{dipakai } 5 \text{ mm}$$

sehingga perhitungannya menjadi (Samsudin, -):

$$F_u = k \times t \times s^m \quad (3-1)$$

$$= 157 \times 5 \times 1^{0,75}$$

$$= 785 \text{ kg}$$

dengan : k = koefisien jenis material yang digarap

t = tebal pemotongan (mm)

s = kecepatan feeding (mm/put)

m = eksponen yang tergantung pada bahan yang dikerjakan.

$$= 0,75 \text{ (untuk baja dan besi tuang)}$$

Untuk perhitungan F_f dan F_t dihitung dengan rumus :

$$F_f = (0,1 \sim 0,3) \times F_u \quad (3-2)$$

$$= 0,4 \times 785$$

$$= 235,5 \text{ kg}$$

$$F_t = (0,4 \sim 0,5) \times F_u \quad (3-3)$$

$$= 0,5 \times 785$$

$$= 392,5 \text{ kg}$$

Untuk harga konstanta F_f dan F_t diatas diambil angka maksimum.

Perhitungan daya motor listrik yang akan dipergunakan :

Daya ini diperoleh dari penjumlahan antara daya pemotongan utama (P_c)

ditambah dengan 5% dari daya total untuk feeding (P_f).

$$\begin{aligned}
 P_c &= \frac{F_u \times V_c}{60 \times 102} \text{ kW} & (3-4) \\
 &= \frac{785 \times 30}{60 \times 102} \\
 &= 3,85 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

untuk harga $V_c = 30$ m/min diperoleh dari Tabel L.2 pada Lampiran.

Untuk menyediakan daya pada proses pemakanan diambil sebagai berikut (Mehta, N.K,1983) :

$$\begin{aligned}
 P_f &= 3,85 \times 5\% & (3-5) \\
 &= 0,19 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

Setelah semua daya dihitung maka langkah terakhir adalah menghitung penyediaan daya motor (P_m) dengan menjumlahkan masing-masing daya dibagi dengan efisiensi motor, sabuk, dan rodagigi.

$$\begin{aligned}
 P_m &= \frac{P_c + P_f}{\eta_m \times \eta_s \times \eta_{rg}} \text{ kW} & (3-6) \\
 &= \frac{3,85 + 0,19}{0,86 \times 0,99 \times 0,96} \\
 &= 4,9 \approx 5,5 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

dengan : $\eta_m = 0,86$ (harga η diperoleh dari Tabel L.3 pada Lampiran)

$$\eta_b = 0,99$$

$$\eta_{rg} = 0,96$$

Berdasarkan Tabel L.4 pada Lampiran maka dipakai motor listrik dengan daya 5,5 kW dan putaran 960 rpm.

Setelah daya motor diketahui maka untuk selanjutnya dilakukan perhitungan untuk macam-macam putaran spindel yang akan dipergunakan untuk proses pembubutan. Berdasar Tabel L.5 pada Lampiran maka untuk material baja karbon medium dipilih $V_{min} = 20$ m/min dan $V_{mak} = 30$ m/min

$$\begin{aligned} \text{Sehingga : } n_{min} &= \frac{V_{min} \times 1000}{\pi \times D_{mak}} \quad (3-7) \\ &= \frac{20 \times 1000}{\pi \times 100} \\ &= 63,69 \approx 63 \text{ rpm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} n_{mak} &= \frac{V_{mak} \times 1000}{\pi \times D_{min}} \\ &= \frac{30 \times 1000}{\pi \times 13} \\ &= 734,9 \approx 710 \text{ rpm} \end{aligned}$$

Dengan acuan tersebut diatas maka dapat dipilih delapan variasi putaran standar, dengan harga :

$$\begin{aligned} \phi &= \sqrt[8-1]{\frac{n_{mak}}{n_{min}}} \\ &= \sqrt[8-1]{\frac{710}{63}} \\ &= 1,41 \end{aligned}$$



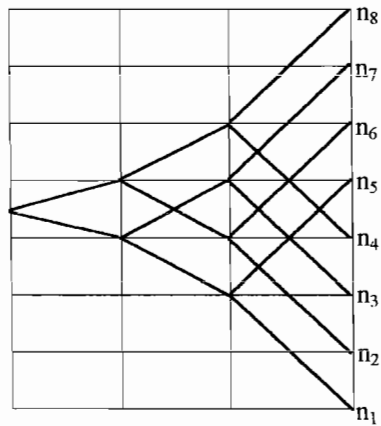
Dengan acuan perhitungan diatas maka diperoleh delapan variasi putaran yang akan digunakan untuk pembubutan dengan rumusan :

$$n_{1-8} = n_{\min} \times \phi^{z-1} \quad (\text{dengan : } Z = \text{putaran } 1 - 8)$$

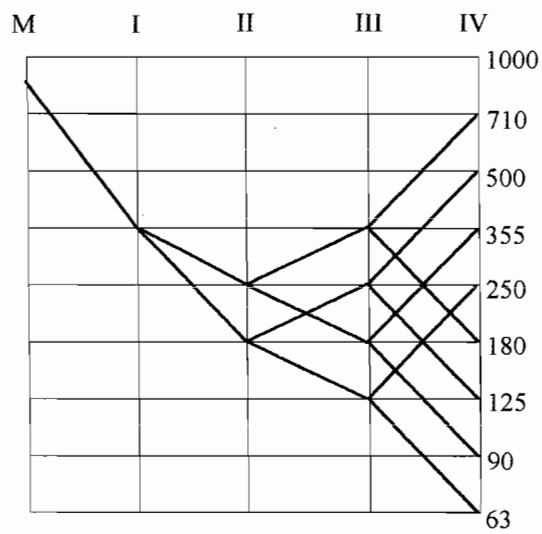
$n_1 = n_{\min} \times \phi^{z-1}$	$n_4 = n_{\min} \times \phi^{4-1}$	$n_7 = n_{\min} \times \phi^{7-1}$
$= 63 \times 1,41^{1-1}$	$= 63 \times 1,41^{4-1}$	$= 63 \times 1,41^{7-1}$
$= 63 \text{ rpm}$	$= 176,6 \approx 180 \text{ rpm}$	$= 495,05 \approx 500 \text{ rpm}$
$n_2 = n_{\min} \times \phi^{2-1}$	$n_5 = n_{\min} \times \phi^{5-1}$	$n_8 = n_{\min} \times \phi^{8-1}$
$= 63 \times 1,41^{2-1}$	$= 63 \times 1,41^{5-1}$	$= 63 \times 1,41^{8-1}$
$= 88,83 \approx 90 \text{ rpm}$	$= 249 \approx 250 \text{ rpm}$	$= 698,03 \approx 710 \text{ rpm}$
$n_3 = n_{\min} \times \phi^{3-1}$	$n_6 = n_{\min} \times \phi^{6-1}$	
$= 31,5 \times 1,41^{3-1}$	$= 31,5 \times 1,41^{6-1}$	
$= 125,25 \approx 125 \text{ rpm}$	$= 351,1 \approx 355 \text{ rpm}$	

Delapan tingkat kecepatan yang didapat harus sesuai dengan kecepatan spindle standar yang telah ditentukan berdasarkan geometric progression ratio yang tertera Tabel L.8 pada Lampiran.

Formula struktur yang akan dipakai dari delapan variasi putaran diatas adalah $2 (1) \times 2 (2) \times 2 (4)$, larik-larik tersebut digambarkan dengan mengingat batas-batas rasio transmisi. Batasan rasio transmisi yang dipakai adalah $I_{maks} \leq 2$ dan $I_{min} \geq 0,25$ sehingga dengan demikian dapat dibuat diagram struktur dan speed chart seperti berikut ini.



Gambar 3.1
Diagram Struktur dari putaran rodagigi yang dihasilkan

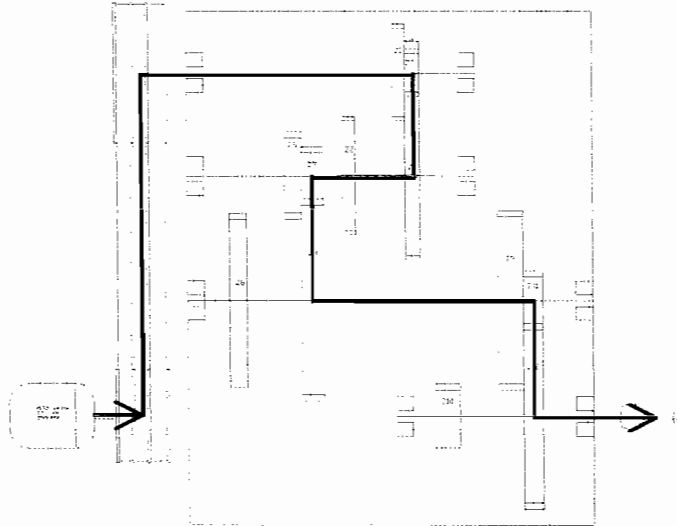


Gambar 3.2
Speed chart dari putaran rodagigi yang dihasilkan

Berikut ini adalah gambar sistem transmisi pandangan depan pada tiap-tiap variasi putaran beserta mekanisme tiap-tiap variasi putarannya :

Untuk putaran 63 rpm roda gigi yang beroperasi antara lain :

$Z_3, Z_4, Z_7, Z_8, Z_{11}, Z_{12}$

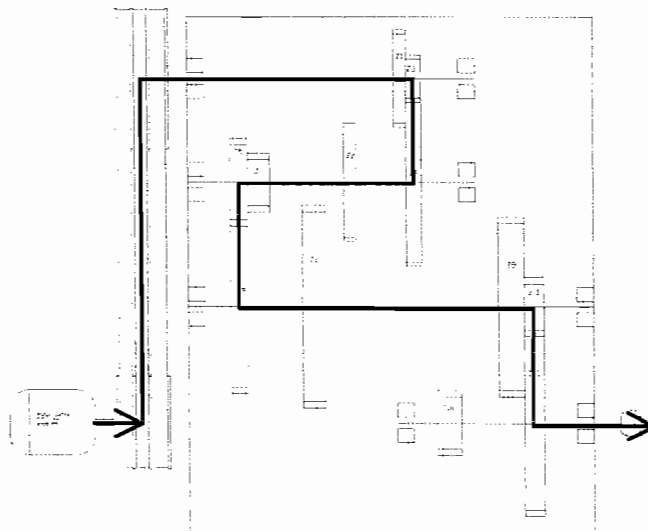


Gambar 3.3

Rangkaian rodagigi yang menghasilkan putaran I

Untuk putaran 90 rpm roda gigi yang beroperasi antara lain :

$Z_3, Z_4, Z_5, Z_6, Z_{11}, Z_{12}$

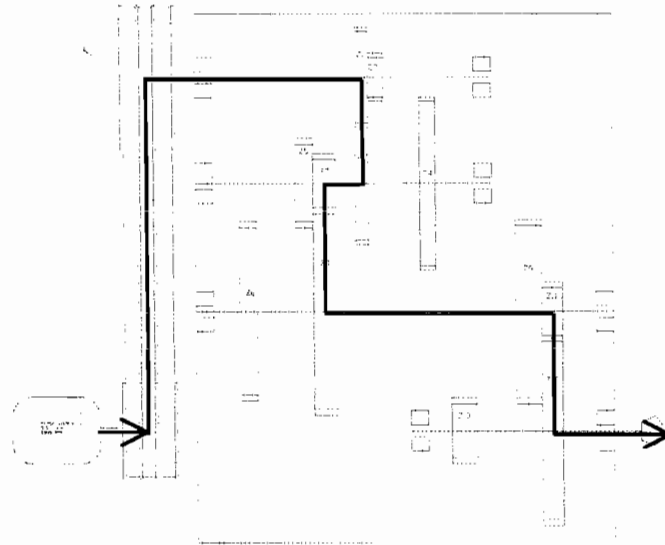


Gambar 3.4

Rangkaian rodagigi yang menghasilkan putaran II

Untuk putaran 125 rpm roda gigi yang beroperasi antara lain :

$Z_1, Z_2, Z_7, Z_8, Z_{11}, Z_{12}$

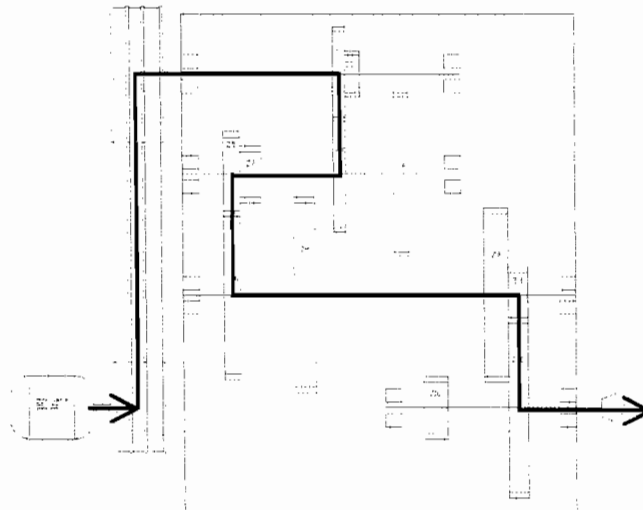


Gambar 3.5

Rangkaian rodagigi yang menghasilkan putaran III

Untuk putaran 180 rpm roda gigi yang beroperasi antara lain :

$Z_1, Z_2, Z_5, Z_6, Z_{11}, Z_{12}$

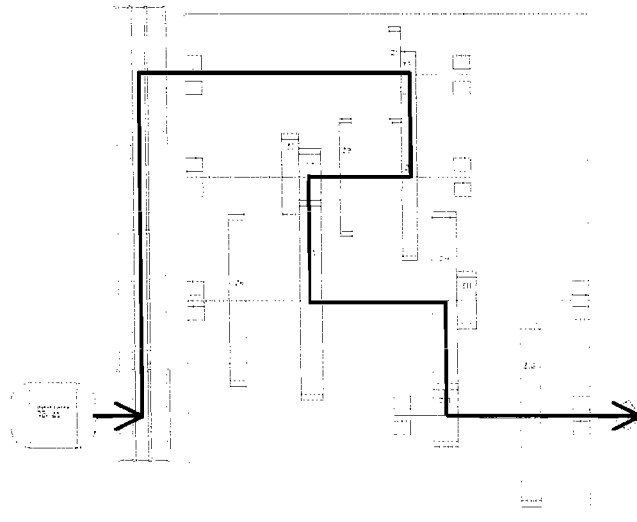


Gambar 3.6

Rangkaian rodagigi yang menghasilkan putaran IV

Untuk putaran 250 rpm roda gigi yang beroperasi antara lain :

$Z_3, Z_4, Z_7, Z_8, Z_9, Z_{10}$

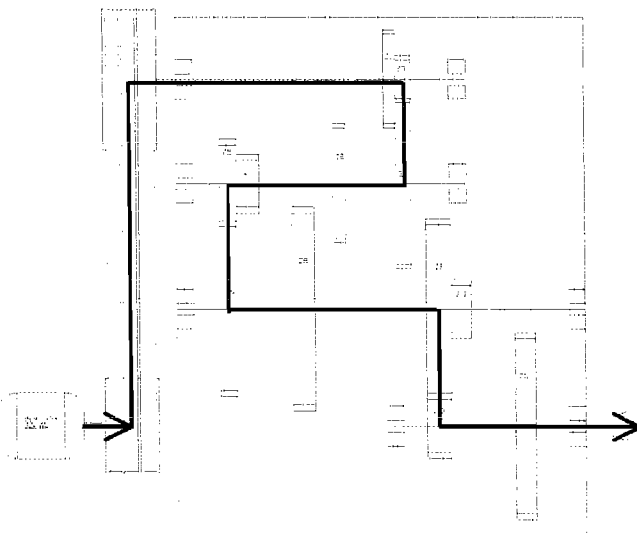


Gambar 3.7

Rangkaian rodagigi yang menghasilkan putaran V

Untuk putaran 355 rpm roda gigi yang beroperasi antara lain :

$Z_3, Z_4, Z_5, Z_6, Z_9, Z_{10}$

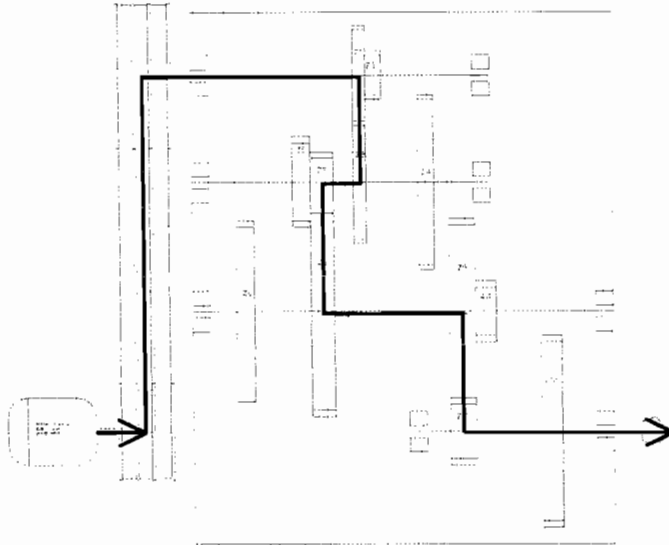


Gambar 3.8

Rangkaian rodagigi yang menghasilkan putaran VI

Untuk putaran 500 rpm roda gigi yang beroperasi antara lain :

$Z_1, Z_2, Z_7, Z_8, Z_9, Z_{10}$

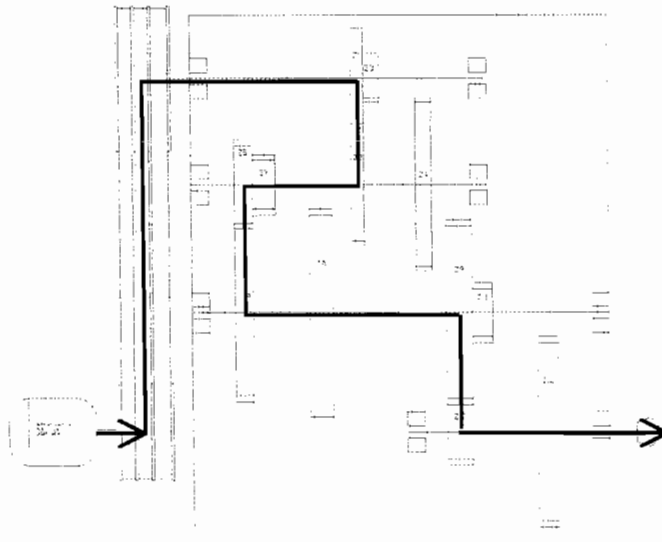


Gambar 3.9

Rangkaian rodagigi yang menghasilkan putaran VII

Untuk putaran 710 rpm roda gigi yang beroperasi antara lain :

$Z_1, Z_2, Z_5, Z_6, Z_9, Z_{10}$



Gambar 3.10

Rangkaian rodagigi yang menghasilkan putaran VIII

BAB IV

PERHITUNGAN SABUK

Berdasarkan data yang telah diperoleh dari perhitungan sebelumnya maka akan memudahkan kita untuk memilih sabuk yang tepat untuk pemakaian dalam pengerjaan mesin bubut yang akan dirancang. Data yang diketahui adalah sebagai berikut : daya motor listrik (P) = 5,5 kW

$$\text{putaran motor } (n) = 960 \text{ rpm}$$

$$\begin{aligned} \text{rasio transmisi } (i) &= 960/355 \\ &= 2,7 \end{aligned}$$

1. Menentukan faktor koreksi

Untuk faktor koreksi ini dipilih berdasarkan lama pemakaian yang dapat dilihat pada Tabel L.7 pada Lampiran. Disini kita pilih faktor koreksi (f_c) 1,1

Sehingga daya rencana $P_d = 5,5 \times 1,1 = 6,05$ kW

2. Perhitungan momen rencana (T_1 dan T_2)

Momen ini merupakan suatu beban yang ditanggung oleh sebuah poros.

Sehingga dengan demikian maka kita dapat mengetahui kemampuan poros

dengan beban yang telah diketahui kedua puli itu (Sularso,1997).

$$\begin{aligned} T_1 &= 9,74 \cdot 10^5 \left(\frac{P_d}{n_1} \right) \\ &= 9,74 \cdot 10^5 \left(\frac{6,05}{960} \right) \\ &= 6138,2 \text{ kg.mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 T_2 &= 9,74 \cdot 10^5 \left(\frac{P_d}{n_1} \right) \\
 &= 9,74 \cdot 10^5 \left(\frac{6,05}{355} \right) \\
 &= 16599,15 \text{ kg.mm}
 \end{aligned}$$

3. Pemilihan tipe dan penampang sabuk yang akan digunakan.

Berdasar Tabel L.9 pada Lampiran, maka dipilih penampang sabuk-V tipe B, sehingga berdasar Tabel L.11 pada Lampiran maka diameter minimum yang diizinkan $d_{min} = 145 \text{ mm}$.

4. Menentukan diameter lingkaran jarak bagi puli (d_p dan D_p) dan diameter luar puli (d_k dan D_k).

Perhitungan ini digunakan untuk menentukan diameter untuk puli penggerak dan puli yang akan digerakkan.

$$d_p = d_{min} = 145 \text{ mm}$$

$$d_k = d_p + (2 \times K)$$

$$= 145 + (2 \times 5,5)$$

$$= 156 \text{ mm}$$

$$D_p = d_p \times i$$

$$= 145 \times 2,7$$

$$= 391,5 \text{ mm}$$

$$D_k = D_p + (2 \times K)$$

$$= 391,5 + (2 \times 5,5)$$

$$= 402,5 \text{ mm}$$

faktor K diatas diambil berdasar Tabel L.10 pada Lampiran.

5. Perhitungan kecepatan sabuk (V)

Kecepatan sabuk ini sangat penting sekali sebab apabila kecepatannya melebihi kecepatan yang ditentukan sabuk tidak dapat mentransfer daya secara maksimal dan tentu saja material sabuk akan rusak oleh adanya gesekan yang terlampau besar.

$$\begin{aligned} V &= \frac{\pi \times d_p \times n_1}{60 \times 1000} \\ &= \frac{\pi \times 145 \times 355}{60 \times 1000} \\ &= 2,69 \text{ m/s} < 30 \text{ m/s (baik)} \end{aligned}$$

6. Perhitungan panjang keliling sabuk (L_k)

Untuk jarak sumbu poros (C) digunakan asumsi sesuai dengan rumusan bahwa $C = 1,5 \sim 2 \times$ diameter puli besar. Untuk C yang sesungguhnya dapat diketahui setelah nomor nominal sabuk diketahui. Untuk sementara kita ambil $C = 300 \text{ mm}$.

$$\begin{aligned} L_k &= C - \frac{D_p + d_p}{2} \\ &= 620 - \frac{391,5 + 156}{2} \\ &= 346,25 \text{ mm} < 500 \text{ mm (baik)} \end{aligned}$$

panjang sabuk perhitungan (Sularso,1997) :

$$L = (2 \times C) + \frac{\pi}{2} (D_p + d_p) + \frac{(D_p - d_p)^2}{4 \times C}$$

$$= (2 \times 620) + \frac{\pi}{2} (391,5 + 156) + \frac{(391,5 - 156)^2}{4 \times 620}$$

$$= 2121,9 \approx 2122 \text{ mm}$$

sehingga berdasar Tabel L.15 pada Lampiran maka jarak sumbu poros sesungguhnya adalah nomor sabuk 84 dengan panjang sabuk dalam perdagangan 2134 mm.

7. Perhitungan jarak sumbu poros (C)

Jarak sumbu poros ini dihitung dari titik pusat antara kedua diameter puli.

$$C = \frac{b + \sqrt{b^2 - 8(D_p - d_p)^2}}{8}$$

$$= \frac{2549 + \sqrt{2549^2 - 8(391,5 - 156)^2}}{8}$$

$$= 626,17 \approx 626 \text{ mm}$$

$$b = 2 \times L_n - \pi(D_p + d_p)$$

$$= 2 \times 2134 - \pi(391,5 + 156)$$

$$= 2548,85 \approx 2549 \text{ mm}$$

8. Perhitungan sudut kontak (θ) yang terjadi dan faktor koreksi (K_θ)

Semakin besar sudut kontak yang dialami puli maka semakin baik puli tersebut mentransfer daya dari motor listrik sampai komponen output.

$$\theta = 180 - \frac{57(D_p - d_p)}{C}$$

$$= 180 - \frac{57(391,5 - 156)}{626}$$

$$= 158,5$$

$$K_{\theta} \rightarrow \frac{D_p - d_p}{C} \quad (\text{Sularso, 1997})$$

$$= \frac{391,5 - 156}{626}$$

$$= 0,37$$

$\therefore K_{\theta} = 0,946$ (berdasar Tabel L.12 pada Lampiran)

9. Perhitungan jumlah sabuk yang diperlukan (n)

Jumlah ini sangat menentukan kemampuan pasangan puli untuk mentransfer daya yang berasal dari motor listrik. Perhitungan dapat dilakukan sebagai berikut (Sularso, 1997) :

$$P_o = 3,17 + (3,79 - 3,17) \left(\frac{160}{200} \right) + 0,34 + (0,42 - 0,34) \left(\frac{160}{200} \right)$$

$$= 4,07 \text{ HP} = 4,07(0,735) = 2,9 \text{ kW}$$

$$n = \frac{P_d}{P_o \times K_{\theta}}$$

$$= \frac{6,05}{2,9 \times 0,946}$$

$$= 2,13 \approx 3 \text{ buah}$$

Harga P_o diperoleh berdasarkan Tabel L.13 pada Lampiran.

10. Menentukan material puli

Untuk pembebanan normal dipergunakan besi tuang (GG-15, GG-20) sebagai material puli sabuk.

Puli sabuk untuk beban berat dan angka putaran yang tinggi dibuat dari baja tuang (GS-38, GS-45) atau dari baja (dibuat dari material pejal yang dibubut atau dengan konstruksi las).

Puli sabuk untuk beban ringan juga dibuat dari material ringan (misalnya : aluminium, aluminium tuang) dengan pengerjaan mesin seperti biasanya atau dengan konstruksi tuang. Kerap kali juga puli tersebut dibuat dari plastik atau dari kayu.

Dalam perancangan puli ini dipergunakan besi tuang (GG-15, GG-20) sebagai material puli.

BAB V

PERHITUNGAN RODA GIGI LURUS

Untuk perancangan mesin bubut ini digunakan motor listrik tiga phase dengan daya 5,5 kW dan dengan kecepatan putarnya sebesar 960 rpm. Dalam perancangan mesin bubut ini ditentukan mempunyai delapan variasi putaran.

- I. 63 rpm
- II. 90 rpm
- III. 125 rpm
- IV. 180 rpm
- V. 250 rpm
- VI. 355 rpm
- VII. 500 rpm
- VIII. 710 rpm

Untuk memenuhi masing-masing putaran seperti tersebut diatas maka untuk transmisi roda gigi dibawah ini dibuat variasi rasio yang didapat dari perbandingan putaran sabuk dengan putaran (output) spindel standar. Pada mesin perkakas, khususnya untuk mesin bubut digunakan tiga tingkat roda gigi baik untuk mereduksi maupun untuk menginkrasi putaran input menjadi delapan putaran output. Untuk reduksi (pengurangan kecepatan) roda gigi $i_{tot} < 1$ sedangkan untuk inkripsi (pertambahan kecepatan) $i_{tot} > 1$. Masing-masing rasio tersebut didapat dari perhitungan berikut ini.

1. Perhitungan untuk putaran output 63 rpm :

$$i_{63} = \frac{n_1}{n_0} = \frac{63}{355} = 0,17 \quad (5-1)$$

$$\begin{aligned} i_{63} &= i_{11-12} \times i_{7-8} \times i_{3-4} \\ &= 0,506 \times 0,71 \times 0,509 \end{aligned}$$

$$\frac{n_1}{355} = \frac{Z_{11}}{Z_{12}} \times \frac{Z_7}{Z_8} \times \frac{Z_3}{Z_4} \quad (5-2)$$

$$= \frac{40}{79} \times \frac{27}{38} \times \frac{27}{53}$$

$$n_1 = 65,06 \approx 63 \text{ rpm}$$

dengan : i_{3-4} = perbandingan roda gigi Z_3 dan Z_4

i_{7-8} = perbandingan roda gigi Z_7 dan Z_8

i_{11-12} = perbandingan roda gigi Z_{11} dan Z_{12}

(untuk semua harga i diatas diperoleh dengan pengasumsian)

2. Perhitungan untuk putaran output 90 rpm :

$$i_{90} = \frac{n_2}{n_0} = \frac{90}{355} = 0,25$$

$$\begin{aligned} i_{90} &= i_{1-2} \times i_{7-8} \times i_{11-12} \\ &= 0,702 \times 0,71 \times 0,506 \end{aligned}$$

$$\frac{n_2}{355} = \frac{Z_1}{Z_2} \times \frac{Z_7}{Z_8} \times \frac{Z_{11}}{Z_{12}}$$

$$= \frac{33}{47} \times \frac{27}{38} \times \frac{40}{79}$$

$$n_2 = 89,6 \approx 90 \text{ rpm}$$

maka : i_{1-2} = perbandingan roda gigi Z_1 dan Z_2

i_{7-8} = perbandingan roda gigi Z_7 dan Z_8

i_{11-12} = perbandingan roda gigi Z_{11} dan Z_{12}

3. Perhitungan untuk putaran output 125 rpm :

$$i_{tot} = \frac{n_3}{n_0} = \frac{125}{355} = 0,35$$

$$\begin{aligned} i_{125} &= i_{3-4} \times i_{5-6} \times i_{11-12} \\ &= 0,509 \times 1,407 \times 0,506 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{n_3}{355} &= \frac{Z_3}{Z_4} \times \frac{Z_5}{Z_6} \times \frac{Z_{11}}{Z_{12}} \\ &= \frac{27}{53} \times \frac{38}{27} \times \frac{40}{79} \end{aligned}$$

$$n_3 = 128,87 \approx 125 \text{ rpm}$$

maka : i_{3-4} = perbandingan roda gigi Z_3 dan Z_4

i_{5-6} = perbandingan roda gigi Z_5 dan Z_6

i_{11-12} = perbandingan roda gigi Z_{11} dan Z_{12}

4. Perhitungan untuk putaran output 180 rpm :

$$i_{tot} = \frac{n_4}{n_0} = \frac{180}{355} = 0,507$$

$$\begin{aligned} i_{180} &= i_{1-2} \times i_{5-6} \times i_{11-12} \\ &= 0,702 \times 1,407 \times 0,506 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{n_4}{355} &= \frac{Z_1}{Z_2} \times \frac{Z_5}{Z_6} \times \frac{Z_{11}}{Z_{12}} \\ &= \frac{33}{47} \times \frac{38}{27} \times \frac{40}{79} \end{aligned}$$

$$n_4 = 177,6 \approx 180 \text{ rpm}$$

maka : i_{1-2} = perbandingan roda gigi Z_1 dan Z_2

i_{5-6} = perbandingan roda gigi Z_5 dan Z_6

i_{11-12} = perbandingan roda gigi Z_{11} dan Z_{12}

5. Perhitungan untuk putaran output 250 rpm :

$$i_{tot} = \frac{n_5}{n_0} = \frac{250}{355} = 0,704$$

$$\begin{aligned} i_{250} &= i_{3-4} \times i_{7-8} \times i_{9-10} \\ &= 0,509 \times 0,71 \times 1,975 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{n_5}{355} &= \frac{Z_3}{Z_4} \times \frac{Z_7}{Z_8} \times \frac{Z_9}{Z_{10}} \\ &= \frac{27}{53} \times \frac{27}{38} \times \frac{79}{40} \end{aligned}$$

$$n_5 = 253,78 \approx 250 \text{ rpm}$$

maka : i_{3-4} = perbandingan roda gigi Z_3 dan Z_4

i_{7-8} = perbandingan roda gigi Z_7 dan Z_8

i_{9-10} = perbandingan roda gigi Z_9 dan Z_{10}

6. Perhitungan untuk putaran output 355 rpm :

$$i_{tot} = \frac{n_6}{n_0} = \frac{355}{355} = 1$$

$$\begin{aligned} i_{355} &= i_{1-2} \times i_{7-8} \times i_{9-10} \\ &= 0,702 \times 0,71 \times 1,975 \end{aligned}$$

$$\frac{n_6}{355} = \frac{Z_3}{Z_4} \times \frac{Z_5}{Z_6} \times \frac{Z_9}{Z_{10}}$$

$$= \frac{33}{47} \times \frac{27}{38} \times \frac{79}{40}$$

$$n_6 = 349,77 \approx 355 \text{ rpm}$$

maka : i_{1-2} = perbandingan roda gigi Z_1 dan Z_2

i_{7-8} = perbandingan roda gigi Z_7 dan Z_8

i_{9-10} = perbandingan roda gigi Z_9 dan Z_{10}

7. Perhitungan untuk putaran output 500 rpm :

$$i_{tot} = \frac{n_7}{n_0} = \frac{500}{355} = 1,408$$

$$\begin{aligned} i_{500} &= i_{3-4} \times i_{5-6} \times i_{9-10} \\ &= 0,509 \times 1,407 \times 1,975 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{n_7}{355} &= \frac{Z_3}{Z_4} \times \frac{Z_5}{Z_6} \times \frac{Z_9}{Z_{10}} \\ &= \frac{27}{53} \times \frac{38}{27} \times \frac{79}{40} \end{aligned}$$

$$n_7 = 502,69 \approx 500 \text{ rpm}$$

maka : i_{3-4} = perbandingan roda gigi Z_3 dan Z_4 = 0,819

i_{5-6} = perbandingan roda gigi Z_5 dan Z_6 = 0,271

i_{9-10} = perbandingan roda gigi Z_9 dan Z_{10} = 2,95

8. Perhitungan untuk putaran output 710 rpm :

$$i_{tot} = \frac{n_8}{n_0} = \frac{710}{355} = 2$$

$$\begin{aligned} I_{710} &= i_{1-2} \times i_{5-6} \times i_{9-10} \\ &= 0,702 \times 0,407 \times 1,975 \end{aligned}$$

$$\frac{n_8}{355} = \frac{Z_1}{Z_2} \times \frac{Z_5}{Z_6} \times \frac{Z_9}{Z_{10}}$$

$$= \frac{33}{47} \times \frac{38}{27} \times \frac{79}{40}$$

$$n = 692,83 \approx 710 \text{ rpm}$$

maka : i_{1-2} = perbandingan roda gigi Z_1 dan Z_2

i_{5-6} = perbandingan roda gigi Z_5 dan Z_6

i_{9-10} = perbandingan roda gigi Z_9 dan Z_{10}

Perhitungan Roda Gigi :

Dalam perhitungan roda gigi lurus ini perlu diketahui data-data yang diperlukan antara lain :

Daya motor listrik (P) = 5,5 kW

Faktor koreksi (f_c) = 1,1

Daya rencana (P_d) = 6,05 kW

A. Roda gigi Z_1 dan Z_2

1. Menentukan modul

Hal ini diambil karena jarak bagi lingkaran selalu mengandung faktor π , pemakaiannya sebagai ukuran gigi dirasakan kurang praktis. Untuk mengatasi hal ini, diambil suatu ukuran yang disebut modul, dengan lambang m .

$$m = 4 \text{ dan } \alpha_0 = 20^\circ$$

dengan :

m = modul diambil dari Tabel L.16 pada Lampiran ‘Harga modul standar (JIS B 1701 – 1973)’

α_0 = sudut tekanan pahat, yang merupakan arah tekanan pada permukaan gigi. Jika sudut tekanan besar, maka hal ini berarti bahwa gigi mempunyai penampang yang gemuk dan kuat, tetapi gaya yang akan memisahkan pasangan roda gigi tersebut juga bertambah besar.

2. Perhitungan jumlah gigi (Z_1 dan Z_2) dan perbandingan gigi (i)

Jumlah gigi ini dihitung dengan menentukan jumlah gigi sendiri.

Jumlah minimum sebuah roda gigi adalah 20.

$$\frac{Z_1}{Z_2} = i \quad (5-3)$$

misal $Z_1 = 33$

maka $Z_2 = Z_1 / i$

$$= 33 / 0,702$$

$$= 47$$

3. Perhitungan kelonggaran sisi (C_o) dan kelonggaran puncak (C_k)

Agar profil pahat dapat memotong kelonggaran puncak, harus dipertinggi dengan (Sularso, 1997) :

$$C_k = 0,25 \times m \quad (5-4)$$

$$= 0,25 \times 4$$

$$= 1$$

$$C_o = 0$$

4. Perhitungan diameter kepala (d_{k1} dan d_{k2}), diameter kaki (d_{f1} dan d_{f2}), dan kedalaman pemotongan (H)

Diameter kepala disini adalah jarak dari titik pusat sampai kepala gigi, sedangkan diameter kaki adalah jarak dari titik pusat sampai kaki gigi.

$$d_{k1} = (Z_1 + 2) m \quad (5-5)$$

$$= (33 + 2) 4$$

$$= 140 \text{ mm}$$

$$d_{k2} = (Z_2 + 2) m \quad (5-6)$$

$$= (47 + 2) 4$$

$$= 196 \text{ mm}$$

$$d_{f1} = (Z_1 - 2) m - 2C_k \quad (5-7)$$

$$= (33 - 2) 4 - 2 \cdot 1$$

$$= 122 \text{ mm}$$

$$d_{f2} = (Z_2 - 2) m - 2C_k \quad (5-8)$$

$$= (47 - 2) 4 - 2 \cdot 1$$

$$= 178 \text{ mm}$$

$$H = 2m + C_k \quad (5-9)$$

$$= 2 \cdot 4 + 1$$

$$= 9 \text{ mm}$$

5. Perhitungan diameter sementara lingkaran jarak bagi

Diameter lingkaran jarak bagi ini diukur dari titik pusat sampai tinggi kaki gigi.

$$d_{o1} = \frac{d_{k1} - d_{f1}}{2} + d_{f1} \quad (5-10)$$

$$= \frac{140 - 122}{2} + 122$$

$$= 131 \text{ mm}$$

$$d_{o2} = \frac{d_{k2} - d_{f2}}{2} + d_{f2} \quad (5-11)$$

$$= \frac{196 - 178}{2} + 178$$

$$= 187 \text{ mm}$$

dengan :

d_{o1} = diameter sementara roda gigi pertama

d_{o2} = diameter sementara roda gigi kedua

5. Menentukan faktor bentuk gigi (Y_1 dan Y_2).

Faktor Y ini adalah harga-harga untuk profil rodagigi standar dengan sudut tekan 20^0 . faktor ini diambil berdasarkan pada Tabel L.17 pada Lampiran.

$$Y_1 = 0,4$$

$$Y_2 = 0,367$$

6. Perhitungan kecepatan keliling (v) dan gaya tangensial (F_t)

F_t disini adalah gaya yang bekerja dalam arah putaran roda gigi pada titik jarak bagi.

$$v = \frac{3,14 \times d_{o1} \times n_1}{60 \times 1000} \quad (5-12)$$

$$= \frac{3,14 \times 131 \times 355}{60 \times 1000}$$

$$= 2,43 \text{ m/det}$$

$$F_t = \frac{102 \times P}{v} \quad (5-13)$$

$$= \frac{102 \times 6,05}{2,43}$$

$$= 253,95 \text{ kg}$$

7. Perhitungan faktor dinamis (f_v)

Untuk penggunaan rumus f_v disesuaikan dengan hasil perhitungan (v) yang tertera pada Tabel L.18 pada Lampiran , 'Faktor dinamis f_v '

Untuk kecepatan sedang (Sularso, 1997) :

$$f_v = \frac{3}{3 + v} \quad (5-14)$$

$$= \frac{3}{3 + 2,43}$$

$$= 0,55$$

12. Menentukan bahan masing-masing gigi perlakuan panas, kekuatan tarik (σ_{B1} dan σ_{B2}) dan kekerasan permukaan gigi (H_{B1} dan H_{B2}).

Roda gigi biasanya terbuat dari baja, besi tuang perunggu, atau bahan sintetis. Yang mutakhir nylon, teflon, titanium, dan serbuk besi yang disinter telah dipakai dengan memuaskan. Banyak variasi bahan yang tersedia memberi kesempatan bagi perencana untuk mendapatkan

bahan yang optimum untuk setiap keperluan tertentu, apakah itu berupa kekuatan yang tinggi, umur keausan yang panjang, ketidakbisingan operasi, atau keandalan yang tinggi.

Dalam kebanyakan pemakaian, baja adalah bahan yang paling memuaskan karena ia menggabungkan kekuatan yang tinggi dan biaya yang rendah. Roda gigi dibuat baik dari baja karbon biasa maupun baja campuran, dan sebetulnya tak ada suatu bahan yang merupakan bahan terbaik. Dalam banyak hal, pemilihan tergantung pada kesuksesan relatif dari bagian perlakuan panas atas berbagai baja yang ada. Bila roda gigi harus dicelup cepat (quenched) atau disepuh (tempered), maka baja dengan karbon 0,4 s/d 0,6 digunakan. Bila harus diperkeras setempat (case hardened), baja yang dipakai adalah berkadar karbon 0,2 atau kurang. Sifat bagian inti dan bagian permukaan harus selalu dipertimbangkan.

Besi tuang adalah suatu bahan yang sangat penting karena besi tuang mempunyai ketahanan aus yang baik. Bahan ini mudah dituang dan dibubut dan memberi suara yang tidak sebisings baja.

Perunggu bisa dipakai untuk roda gigi bila korosi adalah merupakan persoalan, dan bahan ini cukup berguna dalam mengurangi gesekan dan keausan bila kecepatan luncur tinggi, seperti pada pemakaian roda gigi cacing.

Suatu roda gigi yang bukan-logam akan membawa beban yang hampir sama seperti yang dapat dibawa oleh roda gigi besi tuang atau baja-

sedang yang baik, walaupun mungkin kekuatannya agak lebih rendah, karena rendahnya elastisitas modulusnya.

Kerendahan modulus ini memungkinkan roda gigi yang bukan-logam untuk menyerap pengaruh-pengaruh kesalahan gigi sehingga beban dinamis tidak terjadi. Suatu roda gigi yang bukan-logam juga mempunyai keuntungan yang penting dalam operasinya terutama pada kelonggaran pelumasannya.

Lapisan yang dibuat tahan panas (thermosetting laminate) banyak dipakai untuk roda gigi. Bahan ini dibuat dari bahan lembaran yang terdiri dari bahan serat atau anyaman, bersama-sama dengan bahan pengikat atau pencetak. Kedua nylon dan teflon, adalah bahan roda gigi, yang telah memberi hasil yang sangat memuaskan di dalam pemakaiannya.

Pinyon (roda gigi pemutar) :

Berdasarkan pemilihan pada Tabel L.19 pada Lampiran diperoleh data :

Kekuatan tarik S15CK : $\sigma_{B1} = 50 \text{ kg/mm}^2$

Kekerasan permukaan sisi gigi : $H_{B1} = 350$

Roda gigi terputar :

Kekuatan tarik S35C : $\sigma_{B2} = 30 \text{ kg/mm}^2$

Kekerasan permukaan sisi gigi : $H_{B2} = 250$

13. Menentukan tegangan lentur yang diizinkan (σ_{a1} dan σ_{a2}) serta faktor tegangan kontak (k_H)

Untuk tegangan lentur ini besarnya tergantung pada macam bahan dan perlakuan panas. Sedangkan k_H disini mempunyai hubungan erat dengan bahan, sudut tekanan kerja dan kekerasan permukaan gigi.

Berdasarkan pemilihan pada Tabel L.19 pada Lampiran maka diperoleh data sebagai berikut :

$$\text{Tegangan lentur diizinkan} : \sigma_{a1} = 30 \text{ kg/mm}^2$$

$$\text{Tegangan lentur diizinkan} : \sigma_{a2} = 13 \text{ kg/mm}^2$$

$$\text{maka : } k_H = 0,086 \text{ (dipilih dari Tabel L.20 pada Lampiran)}$$

14. Menentukan beban lentur yang diizinkan persatuan lebar (F'_{b1} dan F'_{b2}) dan beban permukaan yang diizinkan persatuan lebar (F'_H) serta harga minimum (F_{min})

$$F'_{b1} = \sigma_{a1} \times m \times Y_1 \times f_v \quad (5-15)$$

$$= 30 \times 4 \times 0,408 \times 0,55$$

$$= 26,9 \text{ kg/mm}$$

$$F'_{b2} = \sigma_{a2} \times m \times Y_2 \times f_v \quad (5-16)$$

$$= 26 \times 4 \times 0,367 \times 0,55$$

$$= 20,9 \text{ kg/mm}$$

$$F'_H = f_v \times K_H \times d_{o1} \times \frac{2 \times z_2}{z_1 + z_2} \quad (5-17)$$

$$= 0,55 \times 0,086 \times 131 \times \frac{2 \times 47}{33 + 47}$$



$$= 7,28 \text{ kg/mm}$$

$$\text{Harga } F_{min} = F'_{b2} = 7,28 \text{ kg/mm}$$

15. Perhitungan lebar sisi (b_1)

Pada umumnya harga b ditetapkan antara (6-10)m, dan untuk daya besar antara (10-16)m. Roda gigi dengan sisi yang sangat lebar cenderung mengalami deformasi, khususnya jika bekerja sebagai pinyon, terutama jika ketelitiannya rendah dan mempunyai kesalahan dalam pemasangan, sehingga distribusi tekanannya pada sisi gigi tidak merata. Jika dari suatu perhitungan kekuatan ternyata diperlukan lebar sisi yang besarnya diluar daerah tersebut diatas, maka perlu dilakukan perhitungan kembali dengan mengambil bahan lain termasuk perlakuan panasnya atau merubah modul. Untuk ketelitian dan pemasangan yang baik, roda gigi dengan bantalan pada satu ujung poros dapat mempunyai lebar sisi $b \leq 0,75 d_{01}$. Selanjutnya, koreksi pada permukaan sisi gigi akan diperlukan jika lebar sisi yang direncanakan lebih besar daripada ketentuan diatas (Saularso, 1997) :

$$\begin{aligned} b_1 &= \frac{F_r}{F'_{min}} & (5-18) \\ &= \frac{253,95}{7,28} \\ &= 34,8 \approx 35 \text{ mm} \end{aligned}$$

16. Perbandingan lebar sisi dengan modul dan diameter roda gigi dengan

lebar sisi :

$$b/m \leq (6 - 10)$$

$$35/4 = 8,75 \text{ (memenuhi syarat diatas)}$$

$$d/b = 131 / 35$$

$$= 3,74$$

17. Sehingga diperoleh hasil perhitungan sebagai berikut :

$$m = 4 \quad \alpha_0 = 20^0 \quad d_{o1} = 131 \text{ mm} \quad d_{f1} = 122 \text{ mm}$$

$$Z_1 = 33 \quad i = 0,819 \quad d_{o2} = 187 \text{ mm} \quad d_{f2} = 178 \text{ mm}$$

$$Z_2 = 47 \quad a = 159 \text{ mm} \quad H = 6,75 \text{ mm}$$

$$d_{k1} = 140 \text{ mm} \quad d_{k2} = 196 \text{ mm}$$

Pinyon : S15CK

Roda gigi besar : S35C

Dengan perhitungan yang sama dengan rumusan diatas maka untuk pasangan roda gigi-roda gigi yang lain dapat dituliskan dalam tabel sebagai berikut :

Tabel 5.1 Data dan Hasil Perhitungan Untuk Pasangan Roda Gigi Z_1 dan Z_2

Daya motor	(P)	5,5	kW
Putaran poros	(n)	355	rpm
Jarak sumbu poros	(a)	159	mm
Faktor koreksi	(f_c)	1,1	
Daya rencana	(P_d)	6,05	kW
Modul	(m)	4	
Perbandingan reduksi	(i)	0,702	
Jumlah gigi	(Z_1)	33	
Jumlah gigi	(Z_2)	47	
Tinggi gigi	(H)	6,75	mm
Gaya tangensial	(F_t)	253,95	kg
Kecepatan keliling	(v)	2,43	m/s
Bahan pinion		S15CK	
Tegangan tarik	(σ_{b1})	50	kg/mm ²
Kekerasan permukaan	(HBN)	400	
Bahan roda gigi terputar		S35C	
Tegangan tarik	(σ_{b2})	50	kg/mm ²
Kekerasan permukaan	(HBN)	350	
Tegangan lentur izin	(σ_{a1})	30	kg/mm ²
Tegangan lentur izin	(σ_{a2})	13	kg/mm ²
Beban lentur izin	(F'_{b1})	11,016	kg/mm
Beban lentur izin	(F'_{b2})	4,9	kg/mm
Beban permukaan	(F'_H)	2,134	kg/mm
Faktor tegangan kontak	(k_h)	0,053	kg/mm ²
Lebar gigi	(b)	35	mm
Sudut tekan pahat	(α)	20 ⁰	
Diameter jarak bagi	(d_{o1})	131	mm
Diameter jarak bagi	(d_{o2})	187	mm
Diameter kaki	(d_f1)	122	mm
Diameter kaki	(d_f2)	178	mm
Diameter kepala	(d_{k1})	140	mm
Diameter kepala	(d_{k2})	196	mm

Tabel 5.2 Data dan Hasil Perhitungan Untuk Pasangan Roda Gigi Z_3 dan Z_4

Daya motor	(P)	5,5	kW
Putaran poros	(n)	355	rpm
Jarak sumbu poros	(a)	159	mm
Faktor koreksi	(f_c)	1,1	
Daya rencana	(P_d)	6,05	kW
Modul	(m)	4	
Perbandingan reduksi	(i)	0,509	
Jumlah gigi	(Z_3)	27	
Jumlah gigi	(Z_4)	53	
Tinggi gigi	(H)	6,75	mm
Gaya tangensial	(F_t)	311,67	kg
Kecepatan keliling	(v)	1,98	m/s
Bahan pinion		S15CK	
Tegangan tarik	(σ_{b3})	80	kg/mm ²
Kekerasan permukaan	(HBN)	350	
Bahan roda gigi terputar		S355C	
Tegangan tarik	(σ_{b4})	50	kg/mm ²
Kekerasan permukaan	(HBN)	250	
Tegangan lentur izin	(σ_{a3})	35	kg/mm ²
Tegangan lentur izin	(σ_{a4})	30	kg/mm ²
Beban lentur izin	(F'_{b3})	15,6	kg/mm
Beban lentur izin	(F'_{b4})	21,25	kg/mm
Beban permukaan	(F'_H)	4,55	kg/mm
Faktor tegangan kontak	(k_h)	0,348	kg/mm ²
Lebar gigi	(b)	22,5	mm
Sudut tekan pahat	(α)	20 ⁰	
Diameter jarak bagi	(d_{o3})	107	mm
Diameter jarak bagi	(d_{o4})	211	mm
Diameter kaki	(d_{f3})	98	mm
Diameter kaki	(d_{f4})	202	mm
Diameter kepala	(d_{k3})	116	mm
Diameter kepala	(d_{k4})	120	mm

Tabel 5.3 Data dan Hasil Perhitungan Untuk Pasangan Roda Gigi Z_5 dan Z_6

Daya motor	(P)	5,5	kW
Putaran poros	(n)	180	rpm
Jarak sumbu poros	(a)	161,25	mm
Faktor koreksi	(f_c)	1,1	
Daya rencana	(P_d)	6,05	kW
Modul	(m)	4	
Perbandingan reduksi	(i)	0,5	
Jumlah gigi Z_5		38	
Jumlah gigi Z_6		27	
Tinggi gigi	(H)	9	mm
Gaya tangensial	(F_t)	347,07	kg
Kecepatan keliling	(v)	1,77	m/s
Bahan pinion		SNC 21	
Tegangan tarik	(σ_{b5})	80	kg/mm ²
Kekerasan permukaan	(HBN)	400	
Bahan roda gigi terputar		S15CK	
Tegangan tarik	(σ_{b6})	50	kg/mm ²
Kekerasan permukaan	(HBN)	300	
Tegangan lentur izin	(σ_{a5})	35	kg/mm ²
Tegangan lentur izin	(σ_{a6})	30	kg/mm ²
Beban lentur izin	(F'_{b5})	26,3	kg/mm
Beban lentur izin	(F'_{b6})	26,77	kg/mm
Beban permukaan	(F'_{H})	8,5	kg/mm
Faktor tegangan kontak	(k_h)	0,21	kg/mm ²
Lebar gigi	(b)	28,5	mm
Sudut tekan pahat	(α)	20 ⁰	
Diameter jarak bagi	(d_{o5})	115	mm
Diameter jarak bagi	(d_{o6})	231	mm
Diameter kaki	(d_{f5})	106	mm
Diameter kaki	(d_{f6})	222	mm
Diameter kepala	(d_{k5})	124	mm
Diameter kepala	(d_{k6})	240	mm

Tabel 5.4 Data dan Hasil Perhitungan Untuk Pasangan Roda Gigi Z_7 dan Z_8

Daya motor	(P)	3,7	kW
Putaran poros	(n)	428,57	rpm
Jarak sumbu poros	(a)	173	mm
Faktor koreksi	(f_c)	1,1	
Daya rencana	(P_d)	4,07	kW
Modul	(m)	4	
Perbandingan reduksi	(i)	0,28	
Jumlah gigi Z_7		19	
Jumlah gigi Z_8		68	
Tinggi gigi	(H)	9	mm
Gaya tangensial	(F_t)	247,1	kg
Kecepatan keliling	(v)	1,68	m/s
Bahan pinion		S15CK	
Tegabgan tarik	(σ_{b7})	80	kg/mm ²
Kekerasan permukaan	(HBN)	500	
Bahan roda gigi terputar		FC 30	
Tegangan tarik	(σ_{b8})	50	kg/mm ²
Kekerasan permukaan	(HBN)	400	
Tegangan lentur izin	(σ_{a7})	30	kg/mm ²
Tegangan lentur izin	(σ_{a8})	13	kg/mm ²
Beban lentur izin	(F'_{b7})	27,26	kg/mm
Beban lentur izin	(F'_{b8})	14,01	kg/mm
Beban permukaan	(F'_H)	9,75	kg/mm
Faktor tegangan kontak	(k_h)	0,13	kg/mm ²
Lebar gigi	(b)	38	mm
Sudut tekan pahat	(α)	20 ⁰	
Diameter jarak bagi	(d_{o7})	75	mm
Diameter jarak bagi	(d_{o8})	271	mm
Diameter kaki	(d_{f7})	66	mm
Diameter kaki	(d_{f8})	262	mm
Diameter kepala	(d_{k7})	84	mm
Diameter kepala	(d_{k8})	280	mm

Tabel 5.5 Data dan Hasil Perhitungan Untuk Pasangan Roda Gigi Z_9 dan Z_{10}

Daya motor	(P)	3,7	kW
Putaran poros	(n)	113,09	rpm
Jarak sumbu poros	(a)	206,25	mm
Faktor koreksi	(f_c)	1,1	
Daya rencana	(P_d)	4,07	kW
Modul	(m)	5	
Perbandingan reduksi	(i)	2,95	
Jumlah gigi Z_9		62	
Jumlah gigi Z_{10}		21	
Tinggi gigi	(H)	11,25	mm
Gaya tangensial	(F_t)	230,63	kg
Kecepatan keliling	(v)	1,8	m/s
Bahan pinion		S15CK	
Tegangan tarik	(σ_{b9})	80	kg/mm ²
Kekerasan permukaan	(HBN)	500	
Bahan roda gigi terputar		S35C	
Tegangan tarik	(σ_{b10})	50	kg/mm ²
Kekerasan permukaan	(HBN)	400	
Tegangan lentur izin	(σ_{a9})	30	kg/mm ²
Tegangan lentur izin	(σ_{a10})	26	kg/mm ²
Beban lentur izin	(F'_{b9})	29,4	kg/mm
Beban lentur izin	(F'_{b10})	34,45	kg/mm
Beban permukaan	(F'_H)	8,39	kg/mm
Faktor tegangan kontak	(k_h)	0,086	kg/mm ²
Lebar gigi	(b)	41	mm
Sudut tekan pahat	(α)	20 ⁰	
Diameter jarak bagi	(d_{o9})	308,75	mm
Diameter jarak bagi	(d_{o10})	103,75	mm
Diameter kaki	(d_{f9})	297,5	mm
Diameter kaki	(d_{f10})	92,5	mm
Diameter kepala	(d_{k9})	320	mm
Diameter kepala	(d_{k10})	115	mm

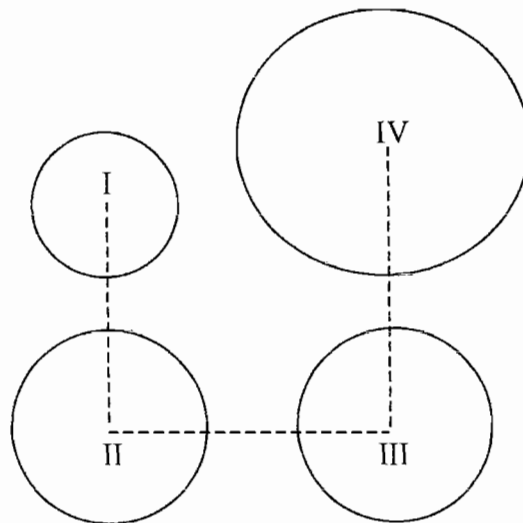
Tabel 5.6 Data dan Hasil Perhitungan Untuk Pasangan Roda Gigi Z_{11} dan Z_{12}

Daya motor	(P)	3,7	kW
Putaran poros	(n_1)	103,75	rpm
Jarak sumbu poros	(a)	226,25	mm
Faktor koreksi	(f_c)	1,1	
Daya rencana	(P_d)	4,07	kW
Modul	(m)	5	
Perbandingan reduksi	(i)	0,338	
Jumlah gigi Z_{11}		72	
Jumlah gigi Z_{12}		19	
Tinggi gigi	(H)	11,25	mm
Gaya tangensial	(F_t)	830,28	kg
Kecepatan keliling	(v)	0,5	m/s
Bahan pinion		SNC 21	
Tegabgan tarik	(σ_{b11})	80	kg/mm ²
Kekerasan permukaan	(HBN)	500	
Bahan roda gigi terputar		S15CK	
Tegangan tarik	(σ_{b12})	50	kg/mm ²
Kekerasan permukaan	(HBN)	400	
Tegangan lentur izin	(σ_{a11})	35	kg/mm ²
Tegangan lentur izin	(σ_{a12})	30	kg/mm ²
Beban lentur izin	(F'_{b11})	47,09	kg/mm
Beban lentur izin	(F'_{b12})	54,5	kg/mm
Beban permukaan	(F'_H)	26,69	kg/mm
Faktor tegangan kontak	(k_h)	0,21	kg/mm ²
Lebar gigi	(b)	46,5	mm
Sudut tekan pahat	(α)	20 ⁰	
Diameter jarak bagi	(d_{o11})	93,75	mm
Diameter jarak bagi	(d_{o12})	358,75	mm
Diameter kaki	(d_{f11})	82,5	mm
Diameter kaki	(d_{f12})	347,5	mm
Diameter kepala	(d_{k11})	105	mm
Diameter kepala	(d_{k12})	370	mm

BAB VI

PERHITUNGAN POROS

Dalam perancangan mesin bubut ini dipakai poros sebanyak empat buah. Tiga poros diantaranya adalah poros berspline dan satu poros biasa. Motor listrik yang akan dipakai adalah motor listrik tiga phase sehingga motor dapat berputar searah dan berlawanan jarum jam. Putaran inilah yang nantinya akan mempengaruhi perhitungan poros khususnya pada waktu perhitungan momen. Oleh karena terdapat dua arah putaran inilah maka, dalam perhitungannya dicantumkan perhitungan maksimum sehingga poros aman untuk digunakan. Susunan poros-poros yang ada dapat dilihat pada Gambar 6 dibawah ini.



Gambar 6
Posisi sumbu-sumbu poros

Berikut ini dicantumkan data gaya-gaya yang bekerja pada semua poros :

Tabel 6.1 Harga gaya-gaya yang bekerja pada poros

Roda gigi		Gaya tangensial (F_t) Kg	Gaya radial (F_r) Kg	Berat roda gigi (W) Kg	
Z_1	Z_2	253,5	92,26	3,56	6,9
Z_3	Z_4	310,4	112,97	2,49	8,95
Z_5	Z_6	161,53	58,79	8,5	4,5
Z_7	Z_8	347,07	126,32	5,9	11,2
Z_9	Z_{10}	239,57	87,19	38,45	10,3
Z_{11}	Z_{12}	474,7	171,7	10,3	38,45

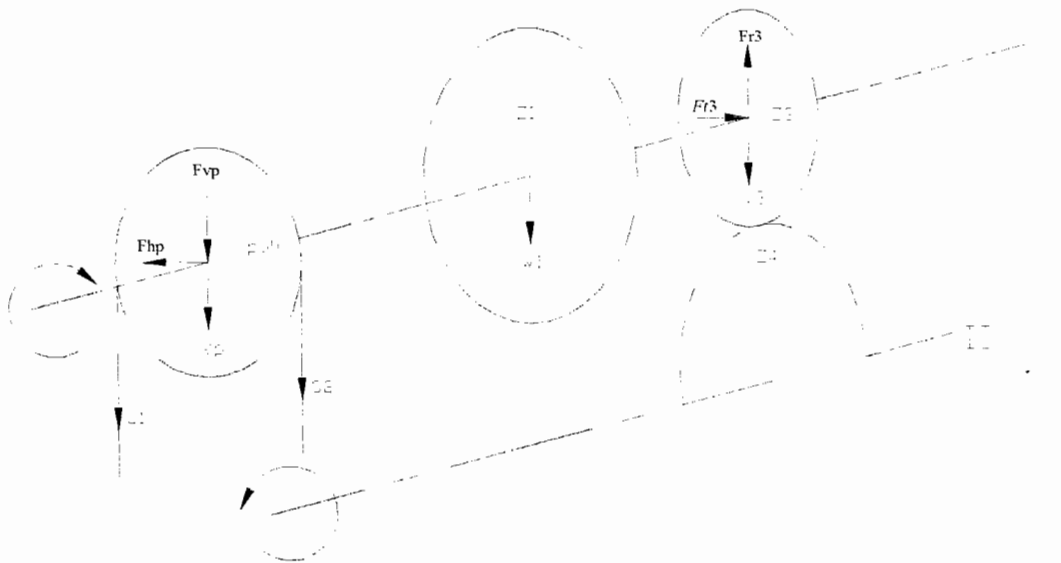
A. Analisis gaya Poros I

Gaya- gaya yang bekerja pada poros I ini dipengaruhi oleh dua komponen elemen mesin yaitu puli (sabuk) dan roda gigi. Sedangkan untuk poros-poros yang lain hanya dipengaruhi oleh roda gigi saja.

Dengan susunan poros sejajar maka gaya yang terjadi dibagi menjadi 2 yaitu gaya vertikal dan gaya horisontal.

Gaya vertikal terdiri dari gaya tangensial (F_t) dan gaya berat (w) dari roda gigi itu sendiri.

Gaya horisontal terdiri dari gaya radial (F_r), gaya aksial (F_a), dan gaya terpusat (yang posisinya digambarkan dalam bentuk titik) dari roda gigi yang berputar pada poros namun tidak bersinggungan.



Gambar 6.1

Putaran rodagigi yang mengakibatkan gaya pada poros I

Gaya-gaya yang bekerja pada poros I dapat digambarkan sebagai berikut :

Gaya-gaya yang mempengaruhi perhitungan poros disini ada 2 yaitu gaya yang disebabkan oleh adanya sabuk dan gaya yang disebabkan oleh transmisi roda gigi.

A.1 Analisa gaya yang terjadi pada transmisi sabuk adalah sebagai berikut:

Data yang diperoleh dari perhitungan sabuk :

- a. Diameter puli besar (D_k) = 402,5 mm
- b. Diameter luar puli (d_k) = 156 mm
- c. Sudut kontak = $164,64^0$
- d. Kecepatan sabuk (v) = 2,69 m/s
- e. Putaran poros I (n) = 355 rpm
- f. Lebar puli (b) = 50 mm

g. Jari-jari puli pemutar (r_p) = 78 mm

h. Jari-jari puli terputar (r_i) = 201,25 mm



Gambar 6.2

Gaya-gaya yang terjadi pada puli

S_1 = sisi kancang

S_2 = sisi kendur

$$T = 9,74 \cdot 10^5 \frac{P_d}{n} \quad (6-1)$$

$$= 9,74 \cdot 10^5 \frac{6,05}{355}$$

$$= 16599,15 \text{ kg.mm}$$

$$T = (S_2 - S_1) d_k \quad (6-2)$$

$$S_1 - S_2 = 41,2$$

$$\Phi = \text{inv sin } \frac{r_i - r_p}{L} \quad (6-3)$$

$$= \text{inv sin } \frac{201,25 - 78}{2134}$$

$$= 3,31^\circ$$

$$Q = [\theta + (2 \times \phi)] \frac{\pi}{180} \quad (6-4)$$

$$= [180 + (2 \times 3,31)] \frac{\pi}{180}$$

$$= 3,25 \text{ rad}$$

$$2,3 \log \frac{S_1}{S_2} = f_s \times Q \quad (6-5)$$

$$= 0,3 \times 3,25$$

$$S_1 = 2,65 \times S_2$$

$$(2,65 \times S_2) - S_2 = 41,2$$

$$S_2 = 24,97 \text{ kg}$$

$$S_1 = 2,65 \times 24,97$$

$$= 66,17 \text{ kg}$$

dengan : Q = sudut kontak puli terputar

f_s = koefisien gesek antara sabuk dengan puli

= 0,3 untuk bahan puli dari besi cor dan bahan sabuk

dari karet

Sehingga untuk gaya yang bekerja pada puli dalam arah bidang horisontal (P_h) dan vertikal (P_v) dapat dilakukan perhitungan sebagai berikut :

$$P_{hp} = (S_1 - S_2) \sin \Phi \quad (6-6)$$

$$= (66,17 - 24,97) \sin 3,75$$

$$= 2,3 \text{ kg}$$

$$W_p = \frac{\pi}{4} \times D_k^2 \times b_p \times \rho \quad (6-7)$$

$$= \frac{\pi}{4} \times 40,252^2 \times 2,5 \times \frac{7,86}{1000}$$

$$= 25 \text{ kg (karena ada 2 puli maka } w_p = 50 \text{ kg)}$$

$$P_{vp} = [(S_1 + S_2) \cos \Phi] + W_p \quad (6-8)$$

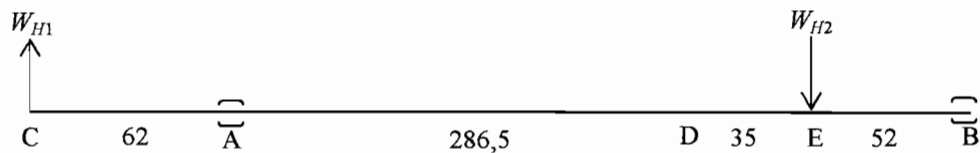
$$= [(66,17 + 24,97) \cos 3,31] + 50$$

$$= 140,9 \approx 141 \text{ kg}$$

A.2 Perhitungan momen, defleksi, slope, dan diameter poros yang terjadi pada poros I yang diuraikan dalam arah horisontal dan vertikal :

Gaya-gaya yang terjadi pada poros dapat dilihat pada masing-masing gambar yang tertera di bawah ini sesuai dengan arah gayanya.

Gaya horizontal



Gambar 6.3

Poros I dengan pembebanan arah horisontal

$$W_{H1} = P_{Hp} = 2,3 \text{ kg}$$

$$W_{H2} = F_{t3-4} = 310,4 \text{ kg}$$

$$\Sigma M_A = 0$$

$$2,3(62) + 310,4(321,5) - R_{HB} (373,5) = 0$$

$$R_{HB} = 267,56 \text{ kg } (\uparrow)$$

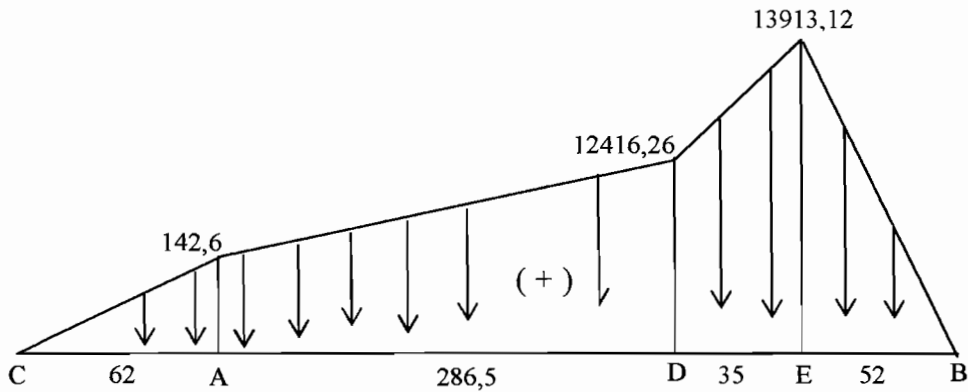
$$R_{HA} = 40,54 \text{ kg } (\uparrow)$$

$$M_{HA} = 142,6 \text{ kg.mm}$$

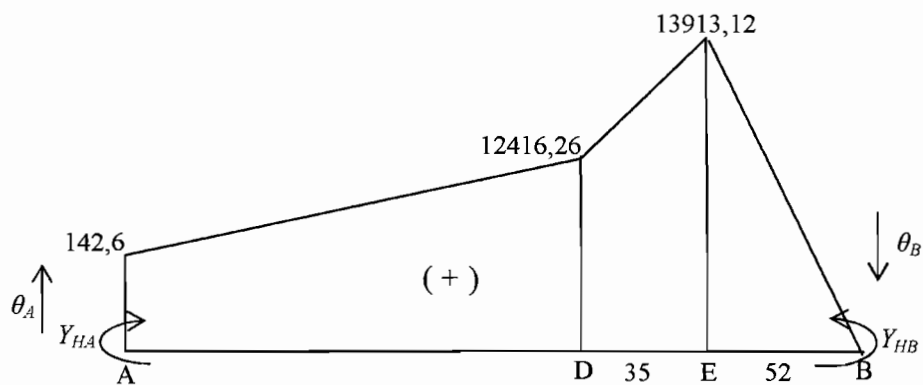
$$M_{HD} = 12416,26 \text{ kg.mm}$$

$$M_{HE} = 13913,12 \text{ kg.mm}$$

BMD dari momen-momen tersebut diatas dapat dilihat pada gambar 6.4 dan gambar 6.5 dibawah ini.



Gambar 6.4



Gambar 6.5

Keterangan : (6.4) Gambar BMD untuk struktur dengan beban-beban

(6.5) Gambar BMD untuk batang A – B dengan asumsi arah slope

Berdasarkan Teorema I yang menyatakan bahwa besarnya slope pada sebuah titik sama dengan besarnya gaya geser pada titik tersebut apabila bebannya berupa luasan bidang $\frac{M}{EI}$ dan Teorema II yang menyatakan bahwa besarnya defleksi pada sebuah titik sama dengan besarnya

momen lengkung pada titik tersebut bila besarnya beban berupa luasan bidang $\frac{M}{EI}$. Berdasarkan teorema diatas maka perhitungan yang dilakukan serupa dengan analisis gaya dan momen. Berdasarkan persamaan keseimbangan momen di A,

$\Sigma M_A = 0$, dapat dituliskan

$$\begin{aligned}
 & -\left(\frac{142,6}{EI} \cdot 286,5\right)\left(\frac{286,5}{2}\right) - \left(\frac{12273,6}{EI} \cdot \frac{286,5}{2}\right)\left(\frac{2 \cdot 286,5}{3}\right) \\
 & - \left(\frac{12416,26}{EI} \cdot 35\right)\left(286,5 + \frac{35}{2}\right) - \left(\frac{1496,86}{EI} \cdot \frac{35}{2}\right)\left(286,5 + \frac{2 \cdot 35}{3}\right) \\
 & - \left(\frac{13913,12}{EI} \cdot \frac{52}{2}\right)\left(321,5 + \frac{52}{3}\right) - \theta_B \cdot 373,5 = 0 \\
 \\
 & \theta_B = -\frac{1618373,28}{EI}
 \end{aligned}$$

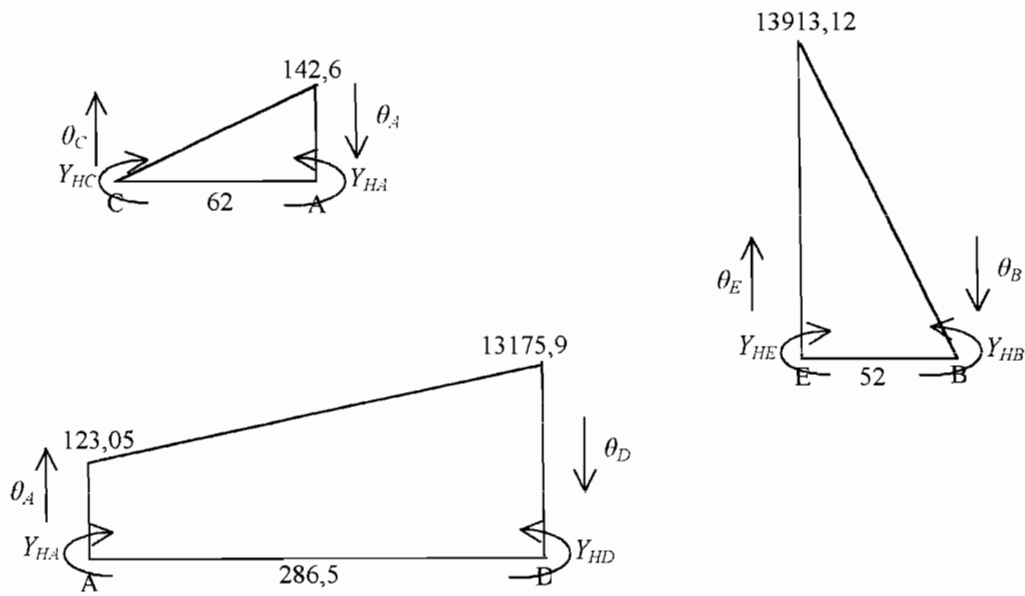
Dengan demikian diperoleh slope di B, $\theta_B = \frac{1618373,28}{EI} \text{ rad}$ (↺)

$\Sigma M_B = 0$, dapat dituliskan

$$\begin{aligned}
 & -\left(\frac{13913,12}{EI} \cdot \frac{52}{2}\right)\left(\frac{2 \cdot 52}{3}\right) - \left(\frac{1496,86}{EI} \cdot \frac{35}{2}\right)\left(52 + \frac{35}{3}\right) \\
 & - \left(\frac{12416,26}{EI} \cdot 35\right)\left(52 + \frac{35}{2}\right) - \left(\frac{12273,6}{EI} \cdot \frac{286,5}{2}\right)\left(87 + \frac{286,5}{3}\right) \\
 & - \left(\frac{142,6}{EI} \cdot 286,5\right)\left(87 + \frac{286,5}{2}\right) + \theta_A \cdot 373,5 = 0
 \end{aligned}$$

Dengan demikian diperoleh slope di A, $\theta_A = \frac{1036755,3}{EI} \text{ rad}$ (↻)

Sedangkan untuk mencari defleksi pada tiap titik dipakai asumsi arah gaya yang dapat dilihat pada gambar 6.6 dibawah ini.



Gambar 6.6

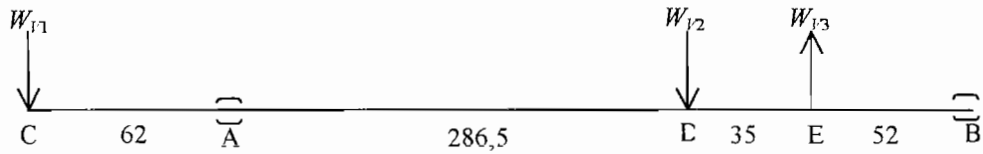
Asumsi arah gaya tiap luasan momen

$$\begin{aligned}
 Y_{HC} &= \theta_A (62) - \left(\frac{142,6}{EI} \cdot \frac{62}{2} \right) \left(\frac{2 \cdot 62}{3} \right) \\
 &= \frac{64096110,47}{EI} \text{ mm } (\downarrow)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Y_{HD} &= \theta_A (286,5) - \left(\frac{142,6}{EI} \cdot 286,5 \right) \left(\frac{286,5}{2} \right) - \left(\frac{12273,6}{EI} \cdot \frac{286,5}{2} \right) \left(\frac{286,5}{3} \right) \\
 &= \frac{123270478,4}{EI} \text{ mm } (\downarrow)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Y_{HE} &= \theta_B (52) - \left(\frac{13913,12}{EI} \cdot \frac{52}{2} \right) \left(\frac{52}{3} \right) \\
 &= -\frac{90425589,97}{EI} \\
 &= \frac{90425589,92}{EI} \text{ mm } (\uparrow)
 \end{aligned}$$

Gaya vertikal



Gambar 6.7
Poros I dengan pembebanan arah vertikal

$$W_{V1} = P_{Vp}$$

$$= 91 + 50 = 141 \text{ kg}$$

$$W_{V2} = W_{rg1} = 3,56 \text{ kg}$$

$$W_{V3} = F_{r,3-4} - W_{rg3}$$

$$= 112,97 - 2,49 = 110,48 \text{ kg}$$

$$\Sigma M_A = 0$$

$$- 157(62) + 3,56(286,5) - 110,48(321,5) - R_{VB}(373,5) = 0$$

$$R_{VB} = - 118,4 \text{ kg } (\downarrow)$$

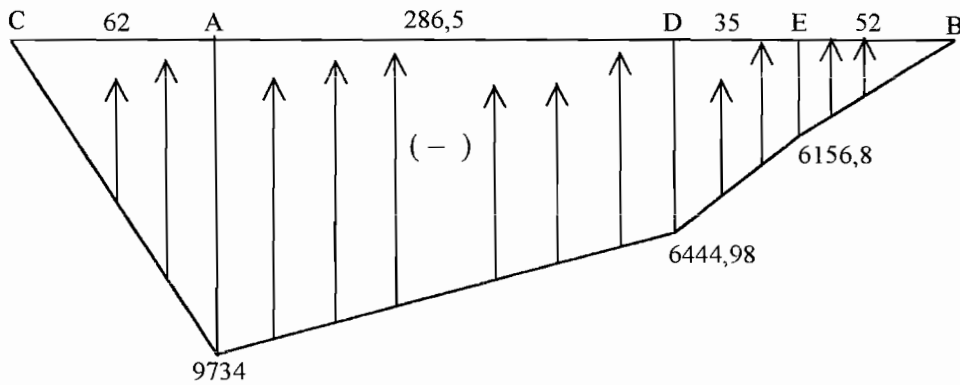
$$R_{VA} = 168,48 \text{ kg } (\uparrow)$$

$$M_{VA} = -9734 \text{ kg.mm}$$

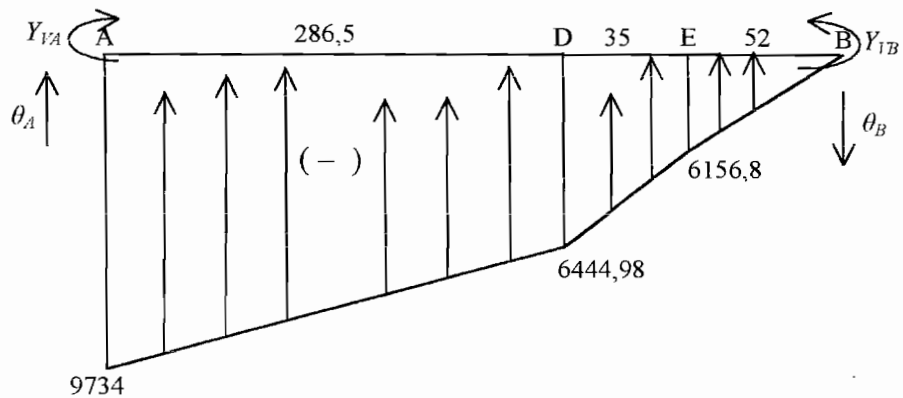
$$M_{VD} = -6444,98 \text{ kg.mm}$$

$$M_{VE} = -6156,8 \text{ kg.mm}$$

BMD dari momen-momen diatas dapat dilihat pada gambar 6.8 dan gambar 6.9 dibawah ini.



Gambar 6.8



Gambar 6.9

keterangan : (6.8) Gambar BMD untuk struktur beban-beban

(6.9) Gambar BMD untuk batang A – B dengan asumsi arah slope

Dengan cara yang sama dengan perhitungan slope dan defleksi pada gaya

horisontal maka pada gaya vertikal perhitungannya sebagai berikut :

$$\Sigma M_A = 0$$

$$\left(\frac{3289,02}{EI} \cdot \frac{286,5}{2} \right) \left(\frac{286,5}{3} \right) + \left(\frac{8444,98}{EI} \cdot 286,5 \right) \left(\frac{286,5}{2} \right) +$$

$$\left(\frac{288,18}{EI} \cdot \frac{35}{2} \right) \left(286,5 + \frac{35}{3} \right) + \left(\frac{6156,8}{EI} \cdot 35 \right) \left(286,5 + \frac{35}{2} \right) +$$

$$\left(\frac{6156,8}{EI} \cdot \frac{52}{2} \right) \left(321,5 + \frac{52}{3} \right) - \theta_B \cdot 373,5 = 0$$

$$\theta_B = \frac{1373060,01}{EI} \text{ rad } (\curvearrowright)$$

Dengan demikian diperoleh slope di B, $\theta_B = \frac{1373060,01}{EI} \text{ rad } (\curvearrowright)$

$$\Sigma M_B = 0$$

$$\left(\frac{6156,8}{EI} \cdot \frac{52}{2} \right) \left(\frac{2 \cdot 52}{3} \right) + \left(\frac{6156,8}{EI} \cdot 35 \right) \left(52 + \frac{35}{2} \right) +$$

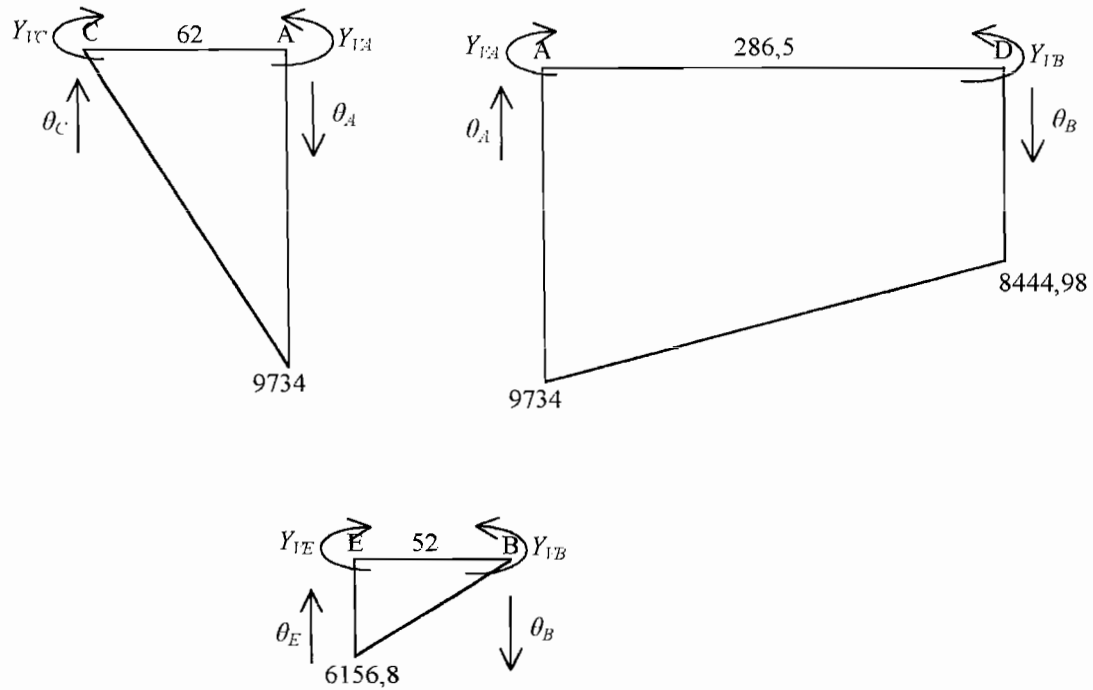
$$\left(\frac{288,18}{EI} \cdot \frac{35}{2} \right) \left(52 + \frac{2 \cdot 35}{3} \right) + \left(\frac{6444,98}{EI} \cdot 286,5 \right) \left(87 + \frac{286,5}{2} \right) +$$

$$\left(\frac{3289,02}{EI} \cdot \frac{286,5}{2} \right) \left(87 + \frac{2 \cdot 286,5}{3} \right) + \theta_A \cdot 373,5 = 0$$

$$\theta_A = -\frac{1544951,88}{EI}$$

Dengan demikian diperoleh slope di A, $\theta_A = \frac{1544951,88}{EI} \text{ rad } (\curvearrowleft)$

Berikut ini adalah gambar asumsi arah gaya yang dibuat untuk menghitung defleksi yang terjadi pada tiap titik :



Gambar 6.10
Asumsi arah gaya pada tiap luasan momen

$$\begin{aligned}
 Y_{IC} &= \theta_A (53,5) + \left(\frac{9734 \cdot 62}{EI} \cdot \frac{2}{2} \right) \left(\frac{2 \cdot 62}{3} \right) \\
 &= - \frac{83314517,89}{EI} \\
 &= \frac{83314517,89}{EI} \text{ mm } (\uparrow)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Y_{ID} &= \theta_A (286,5) + \left(\frac{6444,98}{EI} \cdot 286,5 \right) \left(\frac{286,5}{2} \right) \\
 &\quad + \left(\frac{3289,02}{EI} \cdot \frac{286,5}{2} \right) \left(\frac{2 \cdot 286,5}{3} \right)
 \end{aligned}$$

$$= -\frac{88129429,85}{EI}$$

$$= \frac{88129429,85}{EI} \text{ mm } (\uparrow)$$

$$Y_{VE} = \theta_B (52) + \left(\frac{6156,8}{EI} \cdot \frac{52}{2} \right) \left(\frac{52}{3} \right)$$

$$= \frac{74173785,05}{EI} \text{ mm } (\downarrow)$$

A.2.1 Bahan poros yang dipakai :

SNC 21 dengan $\sigma_b = 80 \text{ kg/mm}^2$

Sehingga tegangan lentur yang diijinkan :

$$\tau_{ba} = \frac{\sigma_b}{S_{f1} \cdot S_{f2}} \quad (6-9)$$

$$= \frac{80}{6 \times 1,3}$$

$$= 10,25 \text{ kg/mm}^2$$

$$d_s = \left[\left(\frac{5,1}{\tau_{ba}} \right) \cdot \sqrt{(k_m \cdot M)^2 + (k_t \cdot T)^2} \right]^{1/3} \quad (6-10)$$

$$= 50 \text{ mm}$$

A.2.2 Perhitungan defleksi pada poros :

Defleksi ini diperoleh dengan cara penjumlahan vektor dari pembebanan vertikal dan horisontal. Oleh karena itu supaya poros aman maka diambil defleksi yang terbesar diantara gaya-gaya yang terjadi.

Dalam poros I ada dua syarat defleksi maksimum yang harus dipenuhi yaitu jarak poros antara titik C - A dan A - B.

Syarat defleksi maksimum untuk titik C - A :

$$\frac{62}{1000} \times 0,3 = 0,0186$$

$$Y = \sqrt{Y_h^2 + Y_v^2} \quad (6-11)$$

$$Y_C = \sqrt{\left(\frac{64096110,47}{2 \cdot 10^4 \cdot \frac{\pi \cdot 50^4}{64}} \right)^2 + \left(\frac{83314517,89}{2 \cdot 10^4 \cdot \frac{\pi \cdot 50^4}{64}} \right)^2}$$

$$= 0,017 \text{ mm}$$

Syarat defleksi maksimum untuk titik A - B :

$$\frac{373,5}{1000} \times 0,3 = 0,112$$

$$Y_D = \sqrt{\left(\frac{123270478,4}{2 \cdot 10^4 \cdot \frac{\pi \cdot 35^4}{64}} \right)^2 + \left(\frac{88129429,85}{2 \cdot 10^4 \cdot \frac{\pi \cdot 35^4}{64}} \right)^2}$$

$$= 0,102 \text{ mm}$$

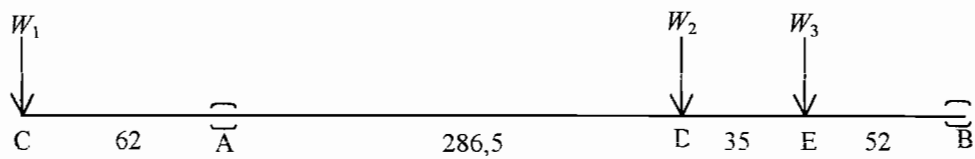
Dari hasil perhitungan diatas maka poros yang akan dibuat dapat dinyatakan aman untuk digunakan..

A.3 Perhitungan putaran kritis :

Untuk poros putaran tinggi, putaran kritis sangat penting untuk diperhitungkan. Pada mesin-mesin yang dibuat secara baik, putaran kerja didekat atau diatas putaran kritis tidak terlalu berbahaya.

Tetapi demi keamanan dapat diambil pedoman secara umum bahwa putaran kerja poros maksimum tidak boleh melebihi 80% putaran kritisnya.

Gambar 6.11 dibawah ini memperlihatkan arah gaya dari rodagigi yang bekerja pada pada poros I.



Gambar 6.11
Poros dengan pembebanan gaya dari rodagigi

$$\begin{array}{lll}
 W_1 = W_p & W_2 = W_{rg1} & W_3 = W_{rg2} \\
 = 50 \text{ kg} & = 3,56 \text{ kg} & = 2,49 \text{ kg}
 \end{array}$$

$$\Sigma M_A = 0$$

$$-50(62) + 3,56(286,5) + 2,49(321,5) - R_B(373,5) = 0$$

$$R_B = -3,4 \text{ kg } (\downarrow)$$

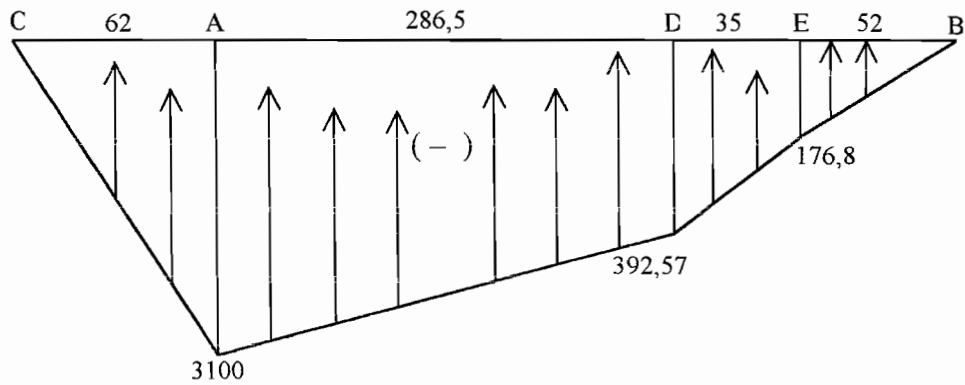
$$R_A = 59,45 \text{ kg } (\uparrow)$$

$$M_A = -3100 \text{ kg.mm}$$

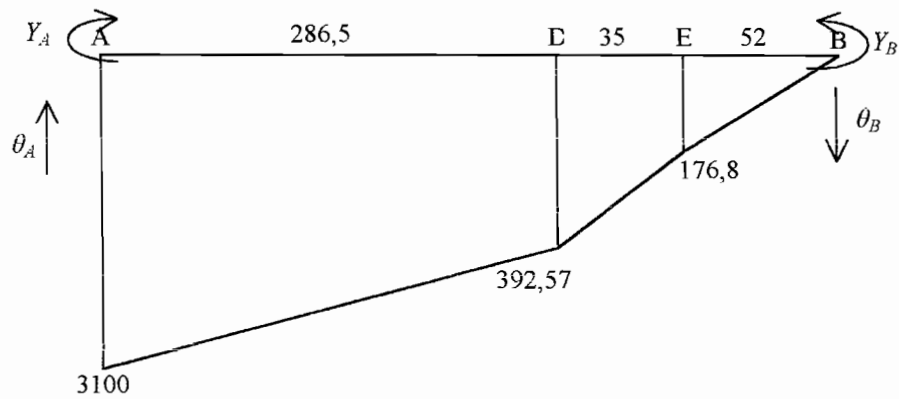
$$M_D = -392,57 \text{ kg.mm}$$

$$M_E = -176,8 \text{ kg.mm}$$

Untuk gambar BMD dari momen yang terjadi pada tiap titik diperlihatkan pada gambar 6.12 dan gambar 6.13 di bawah ini :



Gambar 6.12
BMD yang terjadi pada poros I



Gambar 6.13
BMD dengan asumsi arah slope yang terjadi pada batang A - B



Dengan cara menghitung yang sama dengan perhitungan slope dan defleksi pada poros diatas maka perhitungan untuk semua slope dan defleksi dari putaran kritis dapat diuraikan sebagai berikut :

$$\Sigma M_A = 0$$

$$\begin{aligned} & \left(\frac{2707,43}{EI} \cdot \frac{286,5}{2} \right) \left(\frac{286,5}{3} \right) + \left(\frac{392,57}{EI} \cdot 286,5 \right) \left(\frac{286,5}{2} \right) + \\ & \left(\frac{215,77}{EI} \cdot \frac{35}{2} \right) \left(286,5 + \frac{35}{3} \right) + \left(\frac{176,8}{EI} \cdot 35 \right) \left(286,5 + \frac{35}{2} \right) + \\ & \left(\frac{176,8}{EI} \cdot \frac{52}{2} \right) \left(321,5 + \frac{52}{3} \right) - \theta_B \cdot 373,5 = 0 \end{aligned}$$

Dengan demikian diperoleh slope di B, $\theta_B = \frac{154524,07}{EI}$ rad (↻)

$$\Sigma M_B = 0$$

$$\begin{aligned} & \left(\frac{176,8}{EI} \cdot \frac{52}{2} \right) \left(\frac{2 \cdot 52}{3} \right) + \left(\frac{176,8}{EI} \cdot 35 \right) \left(52 + \frac{35}{2} \right) + \\ & \left(\frac{215,77}{EI} \cdot \frac{35}{2} \right) \left(52 + \frac{2 \cdot 35}{3} \right) + \left(\frac{392,57}{EI} \cdot 286,5 \right) \left(87 + \frac{286,5}{2} \right) + \\ & \left(\frac{2707,43}{EI} \cdot \frac{286,5}{2} \right) \left(87 + \frac{2 \cdot 286,5}{3} \right) + \theta_A \cdot 373,5 = 0 \end{aligned}$$

$$\theta_A = -\frac{360347,35}{EI}$$

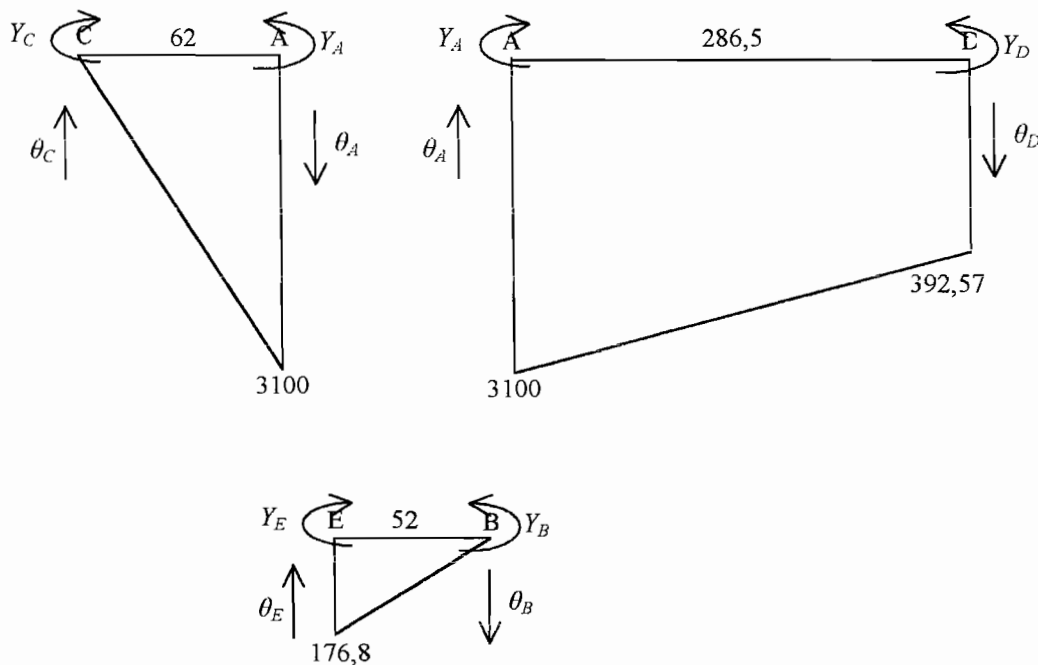
Dengan demikian diperoleh slope di A, $\theta_A = \frac{360347,35}{EI}$ rad (↻)

$$\begin{aligned} EI(C-A) &= 2 \cdot 10^4 \cdot \frac{\pi \cdot d^4}{64} \\ &= 2 \cdot 10^4 \cdot \frac{\pi \cdot 50^4}{64} \\ &= 6,13 \cdot 10^9 \text{ kg/mm}^2 \end{aligned}$$

$$EI(A-B) = 2 \cdot 10^4 \cdot \frac{\pi \cdot 35^4}{64}$$

$$= 4,47 \cdot 10^9 \text{ kg/mm}^2$$

Sebelum dilakukan perhitungan defleksi perlu dilakukan asumsi arah gaya yang terjadi di tiap titik terhadap luasan momen, yang diperlihatkan pada gambar 6.14 di bawah ini :



Gambar 6.14

Asumsi arah gaya pada tiap luasan momen

$$Y_C = \theta_A (62) + \left(\frac{3100}{EI} \cdot \frac{62}{2} \right) \left(\frac{2 \cdot 62}{3} \right)$$

$$= - \frac{18369402,37}{EI}$$

$$= \frac{18369402,37}{EI} \text{ mm } (\uparrow)$$

$$= 7,48 \cdot 10^{-3} \text{ mm}$$

$$Y_D = \theta_A(286,5) + \left(\frac{2707,43}{EI} \cdot \frac{286,5}{2} \right) \left(\frac{2 \cdot 286,5}{3} \right) +$$

$$= \left(\frac{392,57}{EI} \cdot 286,5 \right) \left(\frac{286,5}{2} \right)$$

$$= - \frac{13050685,96}{EI}$$

$$= \frac{13050685,96}{EI} \text{ mm } (\uparrow)$$

$$= 1,29 \cdot 10^{-2} \text{ mm}$$

$$Y_E = \theta_B(52) + \left(\frac{176,8}{EI} \cdot \frac{52}{2} \right) \left(\frac{52}{3} \right)$$

$$= \frac{8114929,5}{EI} \text{ mm } (\downarrow)$$

$$= 8,07 \cdot 10^{-3} \text{ mm}$$

$$N_C = \frac{30}{\pi} \sqrt{\frac{g(w_1 \cdot Y_1 + w_2 \cdot Y_2 + w_3 \cdot Y_3)}{w_1(Y_1)^2 + w_2(Y_2)^2 + w_3(Y_3)^2}} \quad (6-12)$$

$$= \frac{30}{\pi} \sqrt{\frac{3,6 \cdot 10^7 (50 \cdot 7,48 \cdot 10^{-3} + 3,56 \cdot 1,29 \cdot 10^{-2} + 2,49 \cdot 8,07 \cdot 10^{-3})}{50(7,48 \cdot 10^{-3})^2 + 3,56(1,29 \cdot 10^{-2})^2 + 2,49(8,07 \cdot 10^{-4})^2}}$$

$$= 652136,8 \text{ rpm}$$

$$\frac{n_{sl}}{N_C} = \frac{355}{652136,8} = 5,4 \cdot 10^{-4} \text{ (baik karena } < 0,6)$$

A.4 Perhitungan poros spline :

Berdasarkan tabel maka data spline yang dipakai adalah :

$$d_1 = 36 \text{ mm} \quad b = 12 \text{ mm}$$

$$d_2 = 42 \text{ mm} \quad i = 4$$

Gaya tangensial yang terjadi pada permukaan poros dapat dihitung dengan rumus :

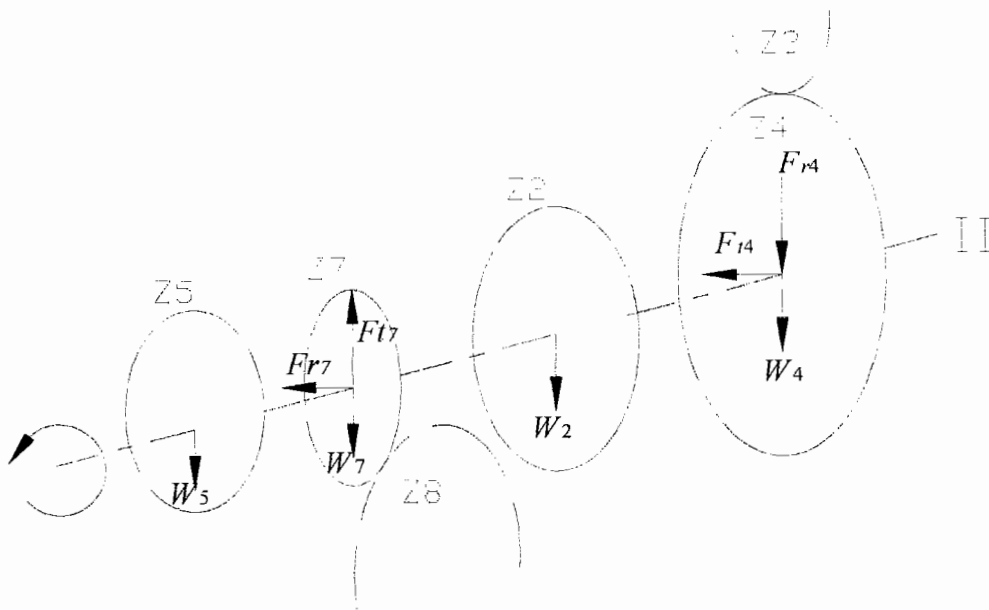
$$P = \frac{8T}{0,75(d_2^2 - d_1^2)l \cdot i} \quad (6-13)$$
$$= 0,6 \text{ kg/mm}^2 \text{ (baik)}$$

Syarat yang baik untuk tekanan yang diterima haruslah kurang dari tekanan maksimum yang telah ditentukan yaitu sebesar 8 kg/mm^2 .

B. Analisis gaya poros II

Gaya-gaya yang bekerja pada poros II ini hanya dipengaruhi oleh transmisi roda gigi. Dimana gaya-gaya yang bekerja pada poros tersebut digolongkan menjadi dua yaitu gaya horisontal dan gaya vertikal.

Gaya-gaya yang bekerja pada poros II dapat digambarkan sebagai berikut :



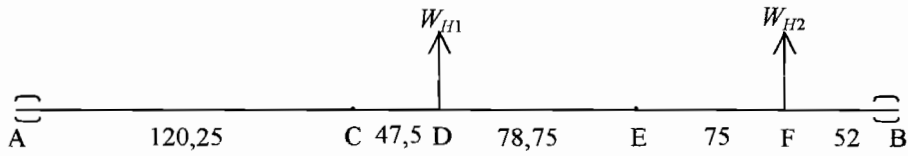
Gambar 6.15

Putaran rodagigi yang mengakibatkan gaya pada poros II

B.1 Perhitungan momen, defleksi, slope, dan diameter poros yang terjadi pada poros II yang diuraikan dalam arah horisontal dan vertikal :

Gaya-gaya yang terjadi pada poros II dapat dilihat pada masing-masing gambar yang tertera di bawah ini sesuai dengan arah gayanya.

Gaya horisontal



Gambar 6.16

Poros dengan pembebanan arah horisontal

$$W_{H1} = F_{r7-8} = 178,28 \text{ kg}$$

$$W_{H2} = F_{t3-4} = 310,4 \text{ kg}$$

$$\Sigma M_A = 0$$

$$-178,27(167,75) - 310,47(321,5) - R_{HB}(373,5) = 0$$

$$R_{HB} = -347,3 \text{ kg } (\downarrow)$$

$$R_{HA} = -141,44 \text{ kg } (\downarrow)$$

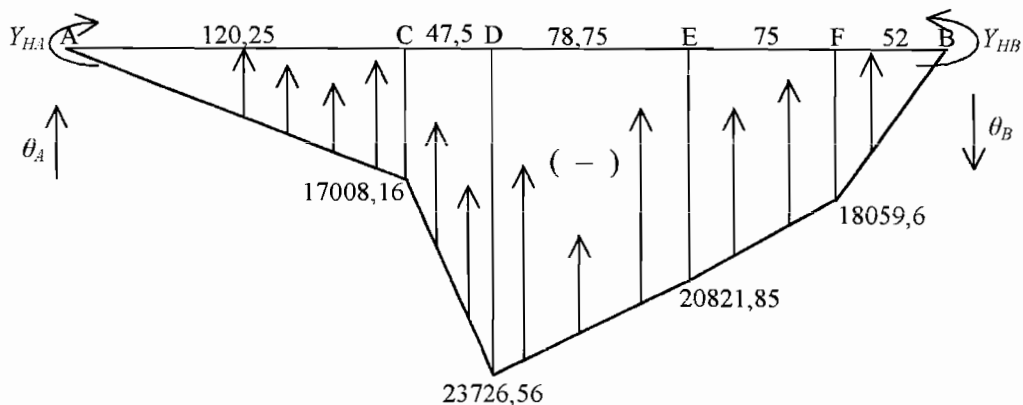
$$M_{HC} = -17008,16 \text{ kg.mm}$$

$$M_{HD} = -23726,56 \text{ kg.mm}$$

$$M_{HE} = -20821,85 \text{ kg.mm}$$

$$M_{HF} = -18059,6 \text{ kg.mm}$$

Setelah momen-momen tiap titik diketahui maka dapat digambarkan struktur BMD seperti pada gambar 6.17 di bawah ini :



Gambar 6.17

BMD dengan asumsi arah slope pada batang A – B

Dengan cara perhitungan yang sama dengan poros sebelumnya maka perhitungan defleksi dan slope poros II adalah sebagai berikut :

$$\Sigma M_A = 0$$

$$\begin{aligned} & \left(\frac{17008,16}{EI} \cdot \frac{120,25}{2} \right) \left(\frac{2 \cdot 120,25}{3} \right) + \left(\frac{17008,16}{EI} \cdot 47,75 \right) \left(120,25 + \frac{47,75}{2} \right) + \\ & \left(\frac{6718,4}{EI} \cdot \frac{47,5}{2} \right) \left(120,25 + \frac{2 \cdot 47,5}{3} \right) + \left(\frac{2904,71}{EI} \cdot \frac{78,75}{2} \right) \left(168 + \frac{78,75}{3} \right) + \\ & \left(\frac{20821,85}{EI} \cdot 78,75 \right) \left(168 + \frac{78,75}{2} \right) + \left(\frac{2762,25}{EI} \cdot \frac{75}{2} \right) \left(246,5 + \frac{75}{3} \right) + \\ & \left(\frac{18059,6}{EI} \cdot 75 \right) \left(246,75 + \frac{75}{2} \right) - \left(\frac{18059,6}{EI} \cdot \frac{52}{2} \right) \left(321,75 + \frac{52}{3} \right) - \theta_B \cdot 373,5 = 0 \end{aligned}$$

$$\theta_B = \frac{3100539,145}{EI} \quad (\curvearrowright)$$

Dengan demikian diperoleh slope di B, $\theta_B = \frac{3100539,145}{EI} \quad (\curvearrowright)$

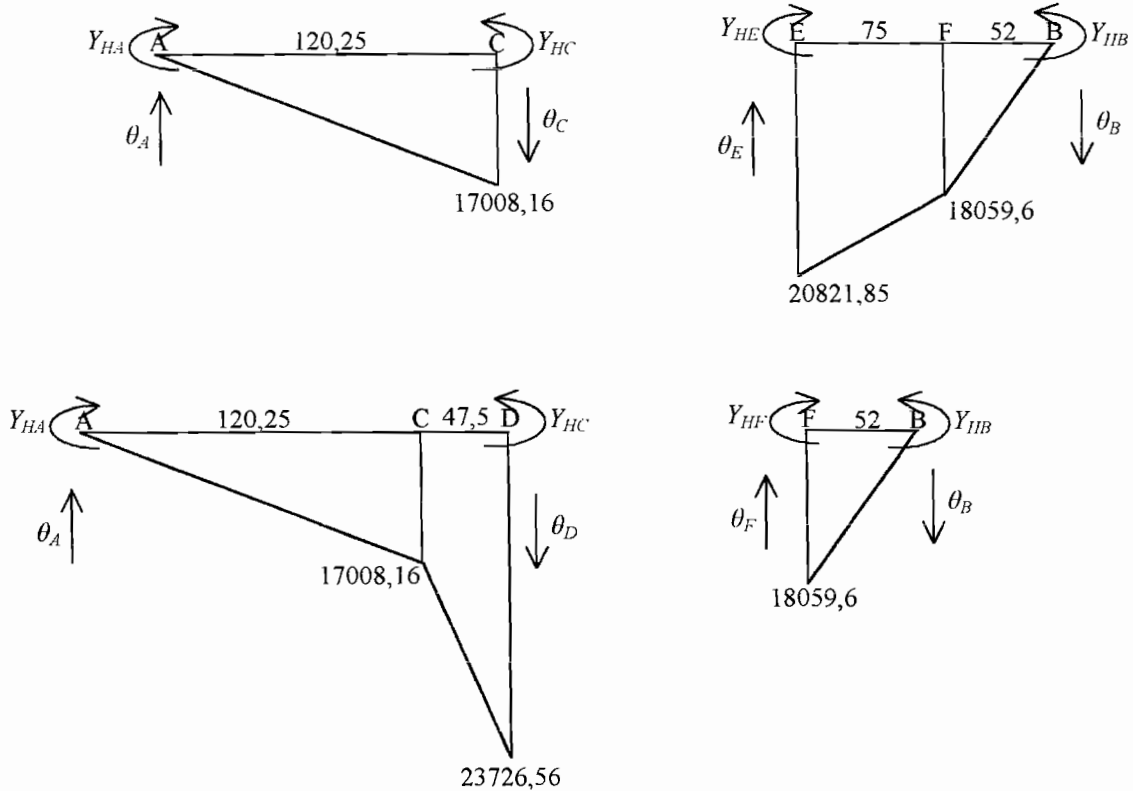
$$\Sigma M_B = 0$$

$$\begin{aligned} & \left(\frac{18059,6}{EI} \cdot \frac{52}{2} \right) \left(\frac{2 \cdot 52}{3} \right) + \left(\frac{18059,6}{EI} \cdot 75 \right) \left(52 + \frac{75}{2} \right) + \left(\frac{2762,25}{EI} \cdot \frac{75}{2} \right) \left(52 + \frac{2 \cdot 75}{3} \right) + \\ & \left(\frac{20821,85}{EI} \cdot 78,75 \right) \left(127 + \frac{78,75}{2} \right) + \left(\frac{2904,71}{EI} \cdot \frac{78,75}{2} \right) \left(127 + \frac{2 \cdot 78,75}{3} \right) + \\ & \left(\frac{6718,4}{EI} \cdot \frac{47,75}{2} \right) \left(205,75 + \frac{47,75}{3} \right) + \left(\frac{17008,16}{EI} \cdot 47,75 \right) \left(205,75 + \frac{47,75}{2} \right) + \\ & \left(\frac{17008,16}{EI} \cdot \frac{120,25}{2} \right) \left(253,5 + \frac{120,25}{3} \right) + \theta_A \cdot 373,5 = 0 \end{aligned}$$

$$\theta_A = -\frac{2580115,3}{EI}$$

Dengan demikian diperoleh slope di A, $\theta_A = \frac{2580115,3}{EI} \text{ rad} \quad (\curvearrowleft)$

Asumsi arah gaya yang terjadi pada tiap luasan momen dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 6.18

Asumsi arah gaya pada tiap luasan momen

$$Y_{HC} = \theta_A(120,25) + \left(\frac{17008,16}{EI} \cdot \frac{120,25}{2} \right) \left(\frac{120,25}{3} \right)$$

$$= - \frac{269269022,1}{EI}$$

$$= \frac{269269022,1}{EI} \text{ mm } (\uparrow)$$

$$Y_{HD} = \theta_A(167,75) + \left(\frac{6718,4}{EI} \cdot \frac{47,75}{2} \right) \left(\frac{47,75}{3} \right) - \left(\frac{17008,16}{EI} \cdot 47,75 \right) \left(\frac{47,75}{2} \right)$$

$$+ \left(\frac{17008,16}{EI} \cdot \frac{120,25}{2} \right) \left(47,75 + \frac{120,25}{3} \right)$$

$$= - \frac{321696735,9}{EI}$$

$$\Sigma M_A = 0$$

$$8,5(120,25) + 495,69(167,75) + 6,9(246,5) + 121,95(321,5) - R_{VB} (373,5) = 0$$

$$R_{VB} = 334,89 \text{ kg } (\uparrow)$$

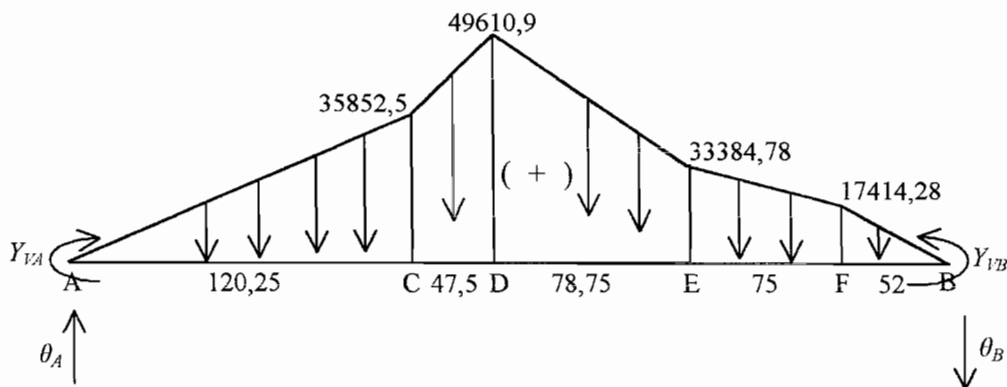
$$R_{VA} = 298,15 \text{ kg } (\uparrow)$$

$$M_{VC} = 35852,5 \text{ kg.mm}$$

$$M_{VE} = 33384,78 \text{ kg.mm}$$

$$M_{VD} = 49610,9 \text{ kg.mm}$$

$$M_{VF} = 17414,28 \text{ kg.mm}$$



Gambar 6.20

BMD dengan asumsi arah slope pada batang A – B

$$\Sigma M_A = 0$$

$$\begin{aligned} & -\left(\frac{35852,5}{EI} \cdot \frac{120,25}{2}\right)\left(\frac{2 \cdot 120,25}{3}\right) - \left(\frac{13758,4}{EI} \cdot \frac{47,5}{2}\right)\left(120,25 + \frac{2 \cdot 47,5}{3}\right) \\ & - \left(\frac{35852,5}{EI} \cdot 47,5\right)\left(120,25 + \frac{47,5}{2}\right) - \left(\frac{16226,12}{EI} \cdot \frac{78,75}{2}\right)\left(167,75 + \frac{78,75}{3}\right) \\ & - \left(\frac{33384,78}{EI} \cdot 78,75\right)\left(167,75 + \frac{78,75}{2}\right) - \left(\frac{15970,5}{EI} \cdot \frac{75}{2}\right)\left(246,5 + \frac{75}{3}\right) \\ & - \left(\frac{17414,28}{EI} \cdot 75\right)\left(246,5 + \frac{75}{2}\right) - \left(\frac{17414,28}{EI} \cdot \frac{52}{2}\right)\left(321,5 + \frac{52}{3}\right) - \theta_B \cdot 373,5 = 0 \\ & \theta_B = -\frac{4881148,2}{EI} \end{aligned}$$

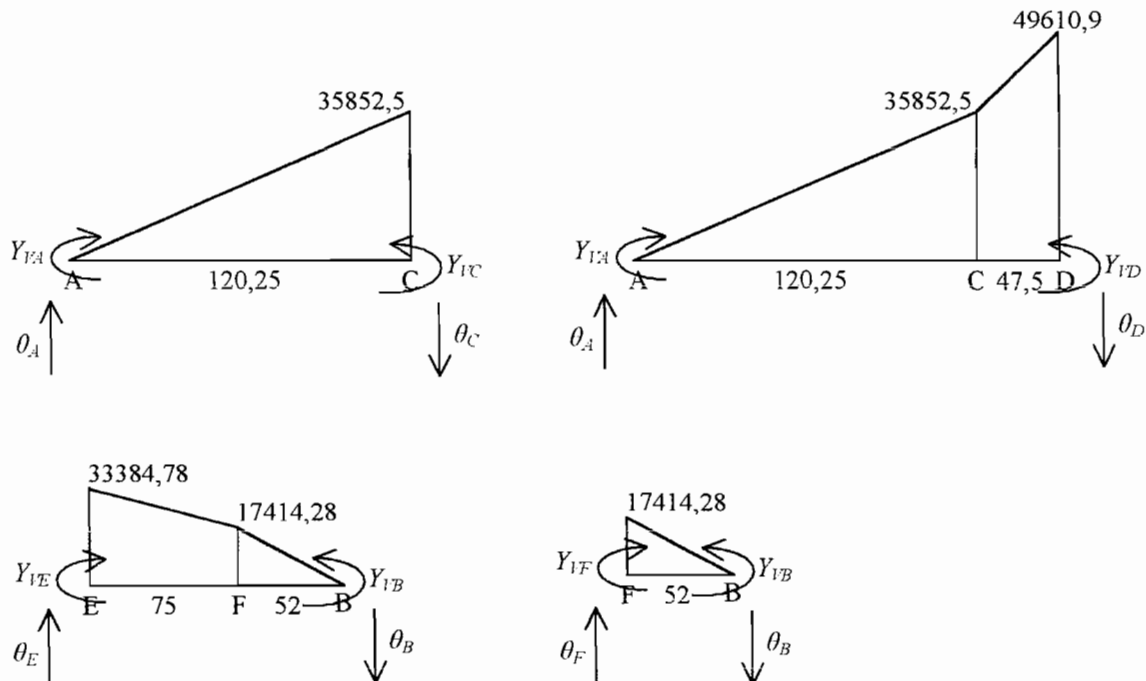
Dengan demikian diperoleh slope di B, $\theta_B = \frac{4881148,2}{EI} \text{ rad}$ (\curvearrowright)

$$\Sigma M_B = 0$$

$$\begin{aligned} & -\left(\frac{17414,28}{EI} \cdot \frac{52}{2}\right)\left(\frac{2 \cdot 52}{3}\right) - \left(\frac{17414,28}{EI} \cdot 75\right)\left(52 + \frac{75}{2}\right) - \left(\frac{15970,5}{EI} \cdot \frac{75}{2}\right)\left(52 + \frac{2 \cdot 75}{3}\right) \\ & - \left(\frac{33384,78}{EI} \cdot 78,75\right)\left(127 + \frac{78,75}{2}\right) - \left(\frac{16226,12}{EI} \cdot \frac{78,75}{2}\right)\left(127 + \frac{2 \cdot 78,75}{3}\right) \\ & - \left(\frac{13758,4}{EI} \cdot \frac{47,5}{2}\right)\left(205,75 + \frac{47,5}{3}\right) - \left(\frac{35852,5}{EI} \cdot 47,5\right)\left(205,75 + \frac{47,5}{2}\right) \\ & - \left(\frac{35852,5}{EI} \cdot \frac{120,25}{2}\right)\left(253,25 + \frac{120,25}{3}\right) + \theta_A \cdot 373,5 = 0 \\ \theta_A & = \frac{4929930,02}{EI} \text{ rad} (\curvearrowright) \end{aligned}$$

Dengan demikian diperoleh slope di A, $\theta_A = \frac{4929930,02}{EI} \text{ rad}$ (\curvearrowright)

Defleksi yang akan di hitung dapat diasumsikan dengan arah gaya seperti pada gambar 6.21 di bawah ini.



Gambar 6.21
Asumsi arah gaya pada tiap luasan momen

$$Y_{IC} = \theta_A(120,25) - \left(\frac{35852,5}{EI} \cdot \frac{120,25}{2} \right) \left(\frac{120,25}{3} \right)$$

$$= \frac{506419186,4}{EI} \text{ mm } (\downarrow)$$

$$Y_{ID} = \theta_A(167,75) - \left(\frac{13758,4}{EI} \cdot \frac{47,5}{2} \right) \left(\frac{47,5}{3} \right) - \left(\frac{35852,5}{EI} \cdot 47,5 \right) \left(\frac{47,5}{2} \right)$$

$$- \left(\frac{35852,5}{EI} \cdot \frac{120,25}{2} \right) \left(47,5 + \frac{120,25}{3} \right)$$

$$= \frac{592578529,9}{EI} \text{ mm } (\downarrow)$$

$$Y_{IE} = \theta_B(127) - \left(\frac{15970,5}{EI} \cdot \frac{75}{2} \right) \left(\frac{75}{3} \right) - \left(\frac{17414,28}{EI} \cdot 75 \right) \left(\frac{75}{2} \right)$$

$$- \left(\frac{17414,28}{EI} \cdot \frac{52}{2} \right) \left(75 + \frac{52}{3} \right)$$

$$= - \frac{725661709,2}{EI}$$

$$= \frac{725661709,2}{EI} \text{ mm } (\uparrow)$$

$$Y_{VF} = \theta_B(52) - \left(\frac{17414,28}{EI} \cdot \frac{52}{2} \right) \left(\frac{52}{3} \right)$$

$$= - \frac{261667741,9}{EI}$$

$$= \frac{261667741,9}{EI} \text{ mm } (\uparrow)$$

B.2 Bahan poros yang dipakai

SNC 21 dengan $\sigma_b = 80 \text{ kg/mm}$

Sehingga tegangan lentur yang diijinkan :

$$\tau_{ba} = 10,25 \text{ kg/mm}$$

$$d_s = 55 \text{ mm}$$

B.3 Perhitungan defleksi pada poros II :

Syarat defleksi maksimum untuk titik A - B :

$$\frac{398,5}{1000} \times 0,3 = 0,119$$

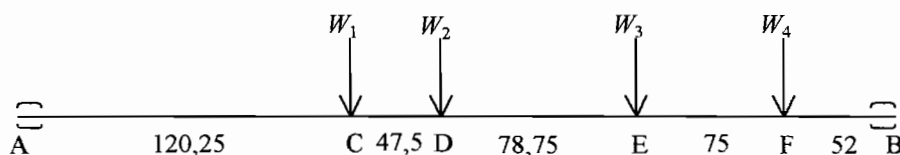
Untuk harga defleksi diambil harga yang terbesar dari tiap-tiap titik yang ada.

$$Y_E = \sqrt{\left(\frac{490505785,5}{2 \cdot 10^4 \cdot \frac{\pi \cdot 55^4}{64}} \right)^2 + \left(\frac{725661709,2}{2 \cdot 10^4 \cdot \frac{\pi \cdot 55^4}{64}} \right)^2}$$
$$= 0,09 \text{ mm}$$

Dari hasil perhitungan diatas maka poros yang akan dibuat dapat dinyatakan aman untuk digunakan..

B.4 Perhitungan putaran kritis :

Gambar 6.22 di bawah ini memperlihatkan besarnya gaya rodagigi-rodagigi yang bekerja pada poros II beserta struktur BMD pada gambar 6.23 dengan asumsi slope pada batang A – B



Gambar 6.22
Poros dengan beban-beban

$$W_1 = W_{rg5} = 8,5 \text{ kg} \quad W_3 = W_{rg2} = 6,9 \text{ kg}$$

$$W_2 = W_{rg7} = 5,9 \text{ kg} \quad W_4 = W_{rg4} = 8,95 \text{ kg}$$

$$\Sigma M_A = 0$$

$$8,5(120,25) + 5,9(167,75) + 6,9(246,5) + 8,95(321,5) - R_B(373,5) = 0$$

$$R_B = 17,64 \text{ kg } (\uparrow)$$

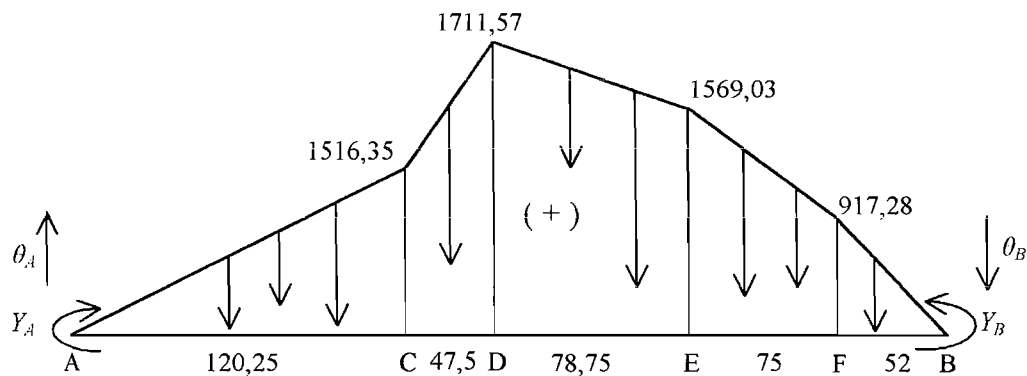
$$R_A = 12,61 \text{ kg } (\uparrow)$$

$$M_C = 1516,35 \text{ kg.mm}$$

$$M_D = 1711,57 \text{ kg.mm}$$

$$M_E = 1569,03 \text{ kg.mm}$$

$$M_F = 917,28 \text{ kg.mm}$$




Gambar 6.23

BMD dan asumsi arah slope pada bidang A - B

$$\Sigma M_A = 0$$

$$\begin{aligned} & -\left(\frac{1516,35}{EI} \cdot \frac{120,25}{2}\right)\left(\frac{2 \cdot 120,25}{3}\right) - \left(\frac{1516,35}{EI} \cdot 47,5\right)\left(120,25 + \frac{47,75}{2}\right) \\ & - \left(\frac{195,22}{EI} \cdot \frac{47,5}{2}\right)\left(120,25 + \frac{2 \cdot 47,75}{3}\right) - \left(\frac{142,54}{EI} \cdot \frac{78,75}{2}\right)\left(167,75 + \frac{78,75}{3}\right) \\ & - \left(\frac{1569,03}{EI} \cdot 78,75\right)\left(167,75 + \frac{78,75}{2}\right) - \left(\frac{651,75}{EI} \cdot \frac{75}{2}\right)\left(246,75 + \frac{75}{3}\right) \\ & - \left(\frac{917,28}{EI} \cdot 75\right)\left(246,75 + \frac{75}{2}\right) - \left(\frac{917,28}{EI} \cdot \frac{52}{2}\right)\left(321,75 + \frac{52}{3}\right) - \theta_B \cdot 373,5 = 0 \end{aligned}$$


$$\theta_B = -\frac{212372,36}{EI}$$

Dengan demikian diperoleh slope di B, $\theta_B = \frac{212372,36}{EI}$ rad ()

$$\Sigma M_B = 0$$

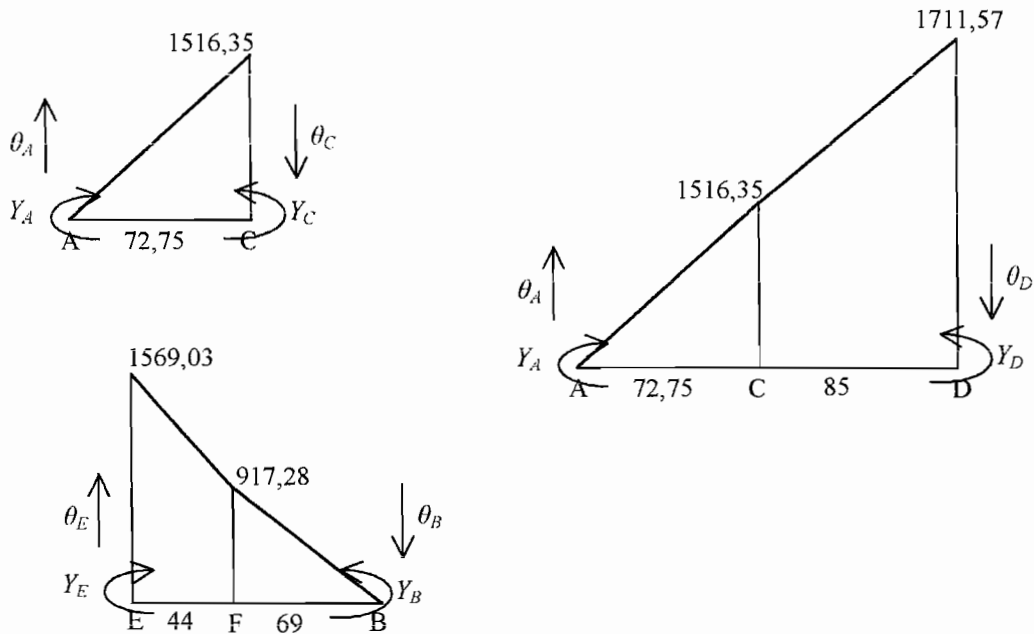
$$\begin{aligned} & -\left(\frac{417,28}{EI} \cdot \frac{52}{2}\right)\left(\frac{2 \cdot 52}{3}\right) - \left(\frac{651,75}{EI} \cdot \frac{35}{2}\right)\left(52 + \frac{2 \cdot 35}{3}\right) - \left(\frac{917,28}{EI} \cdot 75\right)\left(52 + \frac{75}{2}\right) \\ & - \left(\frac{1569,03}{EI} \cdot 78,75\right)\left(127 + \frac{78,75}{2}\right) - \left(\frac{142,54}{EI} \cdot \frac{78,75}{2}\right)\left(127 + \frac{2 \cdot 78,75}{3}\right) \\ & - \left(\frac{145,22}{EI} \cdot \frac{47,5}{2}\right)\left(205,75 + \frac{47,5}{3}\right) - \left(\frac{1516,35}{EI} \cdot 47,5\right)\left(205,75 + \frac{47,5}{2}\right) \\ & - \left(\frac{1516,35}{EI} \cdot \frac{120,25}{2}\right)\left(253,25 + \frac{120,25}{3}\right) + \theta_A \cdot 373,5 = 0 \end{aligned}$$

$$\theta_A = \frac{197346,7}{EI} \text{ rad } (\img alt="counter-clockwise rotation arrow" data-bbox="405 668 455 695/>)$$

Dengan demikian diperoleh slope di A, $\theta_A = \frac{197346,7}{EI}$ rad ()

$$\begin{aligned} EI &= 2 \cdot 10^4 \cdot \frac{\pi \cdot 55^4}{64} \\ &= 2,86 \cdot 10^9 \text{ kg/mm}^2 \end{aligned}$$

Berikut ini adalah asumsi arah gaya yang dilakukan untuk menghitung defleksi pada tiap-tiap luasan momen yang ditunjukkan pada gambar 6.24:



Gambar 6.24

Asumsi arah gaya pada tiap luasan momen

$$\begin{aligned}
 Y_C &= \theta_A (120,25) - \left(\frac{1516,35}{EI} \cdot \frac{120,25}{2} \right) \left(\frac{120,25}{3} \right) \\
 &= \frac{20076521,38}{EI} \\
 &= 7,10 \cdot 10^{-3} \text{ mm } (\downarrow)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Y_D &= \theta_A (168) - \left(\frac{195,22}{EI} \cdot \frac{47,5}{2} \right) \left(\frac{47,5}{3} \right) - \left(\frac{1516,35}{EI} \cdot 47,75 \right) \left(\frac{47,5}{2} \right) \\
 &\quad - \left(\frac{1516,35}{EI} \cdot \frac{120,25}{2} \right) \left(47,5 + \frac{120,25}{3} \right) \\
 &= \frac{23335845,6}{EI} \\
 &= 8,16 \cdot 10^{-3} \text{ mm } (\downarrow)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Y_E &= \theta_B (127) - \left(\frac{651,75 \cdot 75}{EI} \right) \left(\frac{75}{3} \right) - \left(\frac{917,28 \cdot 75}{EI} \right) \left(\frac{75}{2} \right) - \\
&\quad \left(\frac{917,28 \cdot 52}{EI} \right) \left(75 + \frac{52}{3} \right) \\
&= - \frac{32364238,87}{EI} \\
&= 1,13 \cdot 10^{-2} \text{ mm } (\uparrow)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Y_F &= \theta_B (52) - \left(\frac{917,28 \cdot 52}{EI} \right) \left(\frac{52}{3} \right) \\
&= - \frac{11456750,24}{EI} \\
&= 4 \cdot 10^{-3} \text{ mm } (\uparrow)
\end{aligned}$$

$$N_C = \frac{30}{\pi} \sqrt{\frac{3,6 \cdot 10^7 (8,5 \cdot 7 \cdot 10^{-3} + 5,9 \cdot 8,16 \cdot 10^{-3} + 6,9 \cdot 1,13 \cdot 10^{-2} + 8,95 \cdot 4 \cdot 10^{-3})}{8,5(7 \cdot 10^{-3})^2 + 5,9(8,16 \cdot 10^{-3})^2 + 6,9(1,13 \cdot 10^{-2})^2 + 8,95(4 \cdot 10^{-3})^2}}$$

$$= 629928,4 \text{ rpm}$$

$$\frac{n_{s2}}{N_C} = \frac{180}{629928,4} = 2,8 \cdot 10^{-3} \text{ (baik karena } < 0,6)$$

B.5 Perhitungan poros spline :

Berdasarkan tabel maka data spline yang dipakai adalah :

$$d_1 = 58 \text{ mm} \quad b = 16 \text{ mm}$$

$$d_2 = 65 \text{ mm} \quad i = 4$$

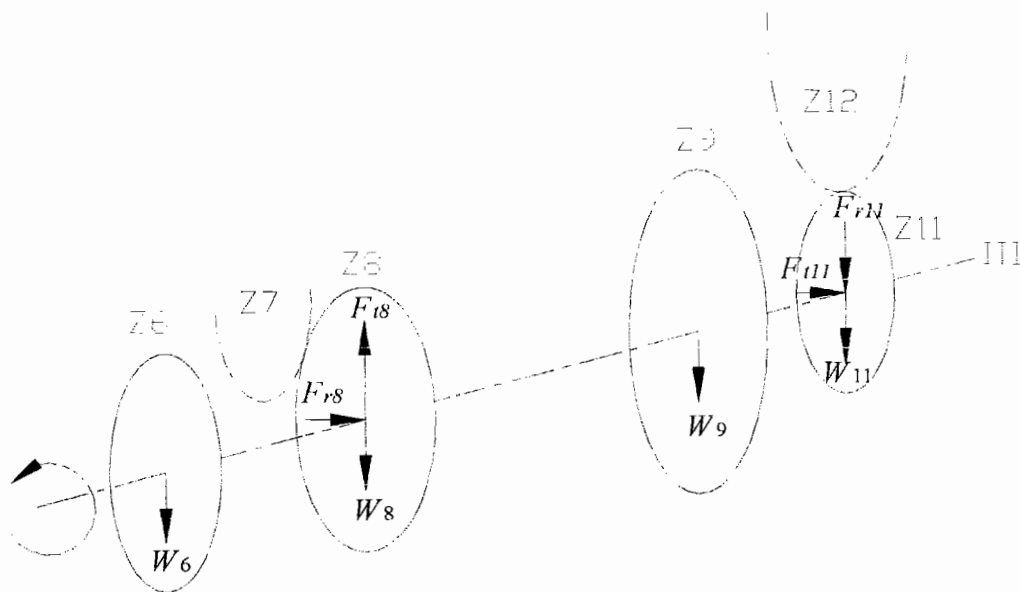
Gaya tangensial yang terjadi pada permukaan poros dapat dihitung

dengan rumus :

$$\begin{aligned}
P &= \frac{8T}{0,75(d_2^2 - d_1^2)l \cdot i} \\
&= 0,27 \text{ kg/mm}^2 \text{ (baik) karena } P < 8 \text{ kg/mm}^2
\end{aligned}$$

C . Analisis gaya poros III

Dengan perhitungan yang sama seperti pada poros sebelumnya maka gaya-gaya yang terjadi dapat digambarkan sebagai berikut :



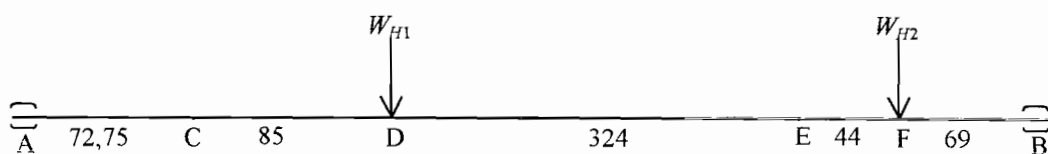
Gambar 6.25

Putaran rodagigi yang mengakibatkan gaya pada poros III

C.1 Perhitungan momen, defleksi, slope, dan diameter poros yang terjadi pada poros III yang diuraikan dalam arah horisontal dan vertikal :

Gaya horisontal

Berikut ini dapat dilihat arah gaya yang terjadi pada poros III pada gambar 6.26 :



Gambar 6.26

Poros dengan pembebanan arah horisontal

$$W_{H1} = F_{r7-8}$$

$$= 178,27 \text{ kg}$$

$$W_{H2} = F_{r11-12}$$

$$= 474,7 \text{ kg}$$

$$\Sigma M_A = 0$$

$$178,27(167,75) + 474,7(523,75) - R_{HB}(592,75) = 0$$

$$R_{HB} = 469,89 \text{ kg } (\uparrow)$$

$$R_{HA} = 183,08 \text{ kg } (\uparrow)$$

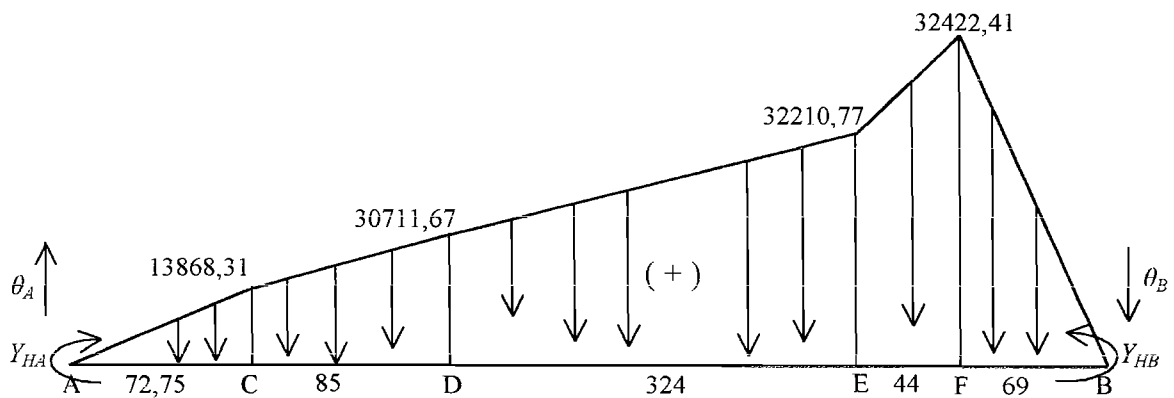
$$M_{HC} = 13868,31 \text{ kg.mm}$$

$$M_{HD} = 30711,67 \text{ kg.mm}$$

$$M_{HE} = 32210,77 \text{ kg.mm}$$

$$M_{HF} = 32422,41 \text{ kg.mm}$$

Setelah masing-masing momen tiap titik diketahui maka struktur BMD yang terjadi dapat diperlihatkan pada gambar 6.27 :



Gambar 6.27
BMD dan asumsi arah slope pada batang A – B

$$\Sigma M_A = 0$$

$$\begin{aligned} & -\left(\frac{113868,31}{EI} \cdot \frac{75,75}{2}\right)\left(\frac{2 \cdot 75,75}{3}\right) - \left(\frac{13868,31}{EI} \cdot 92\right)\left(75,75 + \frac{92}{2}\right) \\ & - \left(\frac{16843,36}{EI} \cdot \frac{92}{2}\right)\left(75,75 + \frac{2 \cdot 92}{3}\right) - \left(\frac{30711,67}{EI} \cdot 312\right)\left(167,75 + \frac{312}{2}\right) \\ & - \left(\frac{1499,1}{EI} \cdot \frac{312}{2}\right)\left(167,75 + \frac{2 \cdot 312}{3}\right) - \left(\frac{32210,77}{EI} \cdot 44\right)\left(479,75 + \frac{44}{2}\right) \\ & - \left(\frac{211,64}{EI} \cdot \frac{44}{2}\right)\left(479,75 + \frac{2 \cdot 44}{3}\right) - \left(\frac{32422,41}{EI} \cdot \frac{69}{2}\right)\left(523,75 + \frac{69}{3}\right) \\ & - \theta_B \cdot 592,75 = 0 \\ \theta_B & = -\frac{8103250,95}{EI} \end{aligned}$$

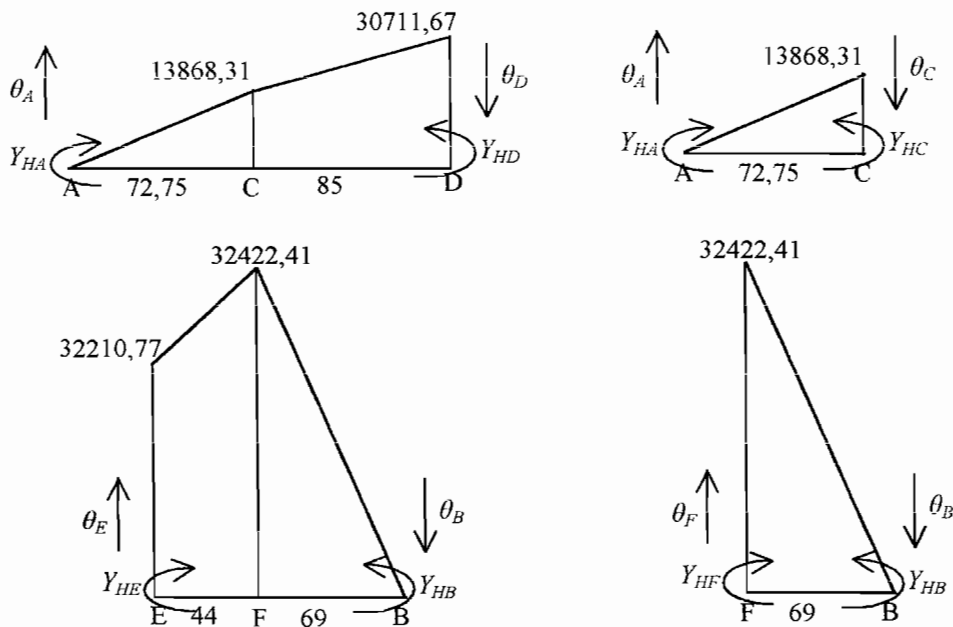
Dengan demikian diperoleh slope di B, $\theta_B = \frac{8103250,95}{EI}$ rad (↺)

$$\Sigma M_B = 0$$

$$\begin{aligned} & -\left(\frac{32422,41}{EI} \cdot \frac{69}{2}\right)\left(\frac{2 \cdot 69}{3}\right) - \left(\frac{211,64}{EI} \cdot \frac{44}{2}\right)\left(69 + \frac{44}{3}\right) - \\ & \left(\frac{32210,77}{EI} \cdot 44\right)\left(69 + \frac{44}{2}\right) - \left(\frac{1499,1}{EI} \cdot \frac{312}{2}\right)\left(113 + \frac{312}{3}\right) - \\ & \left(\frac{30711,67}{EI} \cdot 312\right)\left(113 + \frac{312}{2}\right) - \left(\frac{16843,36}{EI} \cdot \frac{92}{2}\right)\left(425 + \frac{92}{3}\right) - \\ & \left(\frac{13868,31}{EI} \cdot 92\right)\left(425 + \frac{92}{2}\right) - \left(\frac{13868,31}{EI} \cdot \frac{75,75}{2}\right)\left(517 + \frac{75,75}{3}\right) - \theta_B \cdot 592,75 = 0 \\ \theta_A & = \frac{6829094,1}{EI} \text{ rad (↻)} \end{aligned}$$

Dengan demikian diperoleh slope di A, $\theta_A = \frac{6829094,1}{EI}$ rad (↻)

Dengan asumsi arah gaya pada gambar 6.28 berikut ini maka dapat dihitung besarnya defleksi yang terjadi pada tiap-tiap titik.



Gambar 6.28

Asumsi arah gaya pada tiap luasan momen

$$Y_{HC} = \theta_A (75,75) - \left(\frac{13868,31}{EI} \cdot \frac{72,75}{2} \right) \left(\frac{72,75}{3} \right)$$

$$= \frac{504041006,5}{EI} \text{ mm } (\downarrow)$$

$$Y_{HD} = \theta_A (167,75) - \left(\frac{16843,36}{EI} \cdot \frac{92}{2} \right) \left(\frac{92}{3} \right) - \left(\frac{13868,31}{EI} \cdot 92 \right) \left(\frac{92}{2} \right) -$$

$$\left(\frac{13868,31}{EI} \cdot \frac{75,75}{2} \right) \left(92 + \frac{75,75}{3} \right)$$

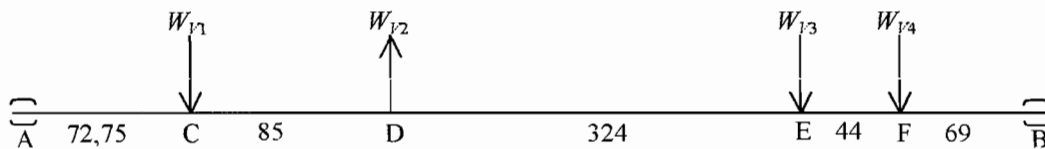
$$= \frac{1001542483}{EI} \text{ mm } (\downarrow)$$

$$Y_{HE} = \theta_B (113) - \left(\frac{211,64}{EI} \cdot \frac{44}{2} \right) \left(\frac{2 \cdot 44}{3} \right) - \left(\frac{32210,77}{EI} \cdot 44 \right) \left(\frac{44}{2} \right) -$$

$$\begin{aligned}
& \left(\frac{32422,41}{EI} \cdot \frac{69}{2} \right) \left(44 + \frac{69}{3} \right) \\
I &= - \frac{1021928362}{EI} \\
&= \frac{1021928362}{EI} \text{ mm } (\uparrow) \\
Y_{HF} &= \theta_B (69) - \left(\frac{32422,41}{EI} \cdot \frac{69}{2} \right) \left(\frac{69}{3} \right) \\
&= - \frac{584851497,9}{EI} \\
&= \frac{584851497,9}{EI} \text{ mm } (\uparrow)
\end{aligned}$$

Gaya vertikal

Arah gaya yang terjadi pada poros III dapat diperlihatkan pada gambar 6.29 berikut ini :



Gambar 6.29
Poros dengan pembebanan arah vertikal

$$\begin{aligned}
W_{v1} &= W_{rg6} & W_{v3} &= W_{rg9} \\
&= 4,5 \text{ kg} & &= 38,45 \text{ kg} \\
W_{v2} &= F_{r7-8} - W_{rg8} & W_{v4} &= F_{r11-12} + W_{11} \\
&= 489,79 - 11,2 & &= 172,7 + 10,3 \\
&= 478,59 \text{ kg} & &= 183 \text{ kg}
\end{aligned}$$

$$\Sigma M_A = 0$$

$$4,5(75,75) - 478,59(167,75) + 38,45(479,75) + 183(523,75) - R_{VB}(592,75) = 0$$

$$R_{VB} = 57,95 \text{ kg } (\uparrow)$$

$$R_{VA} = -310,59 \text{ kg } (\downarrow)$$

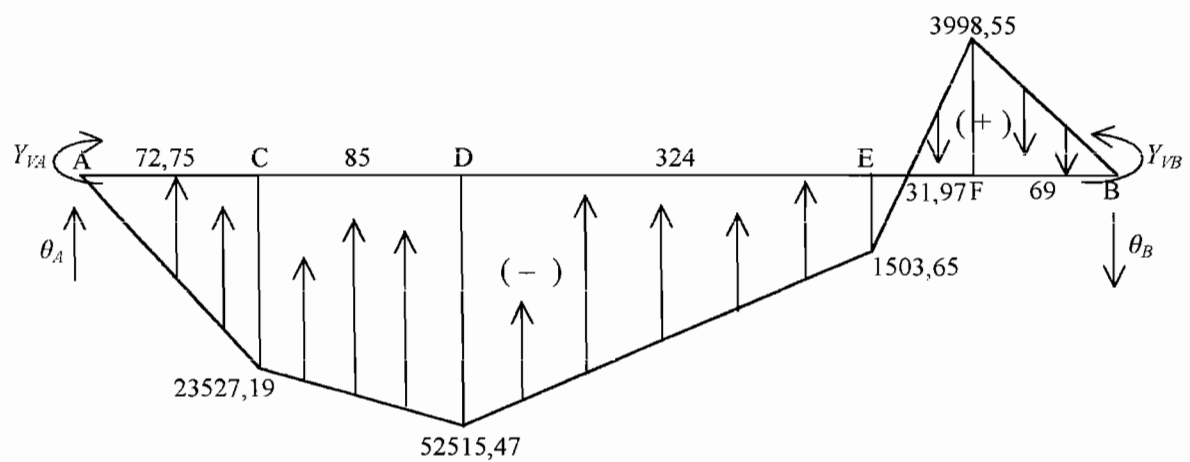
$$M_{VC} = -23527,19 \text{ kg.mm}$$

$$M_{VD} = -52515,47 \text{ kg.mm}$$

$$M_{VE} = -1503,65 \text{ kg.mm}$$

$$M_{VF} = 3998,55 \text{ kg.mm}$$

Sehingga setelah momen tiap titik diketahui maka struktur BMD yang terjadi dapat diperlihatkan pada gambar 6.30 berikut ini :



Gambar 6.30

BMD dan asumsi arah slope pada batang A - B

$$\Sigma M_A = 0$$

$$\begin{aligned} & \left(\frac{23527,19}{EI} \cdot \frac{75,75}{2} \right) \left(\frac{2 \cdot 75,75}{3} \right) + \left(\frac{23527,19}{EI} \cdot 92 \right) \left(75,75 + \frac{92}{2} \right) + \\ & \left(\frac{28988,28}{EI} \cdot \frac{92}{2} \right) \left(75,75 + \frac{2 \cdot 92}{3} \right) + \left(\frac{51011,82}{EI} \cdot \frac{312}{2} \right) \left(167,75 + \frac{312}{3} \right) + \\ & \left(\frac{1503,65}{EI} \cdot 312 \right) \left(167,75 + \frac{312}{2} \right) + \left(\frac{1503,65}{EI} \cdot \frac{12,03}{2} \right) \left(479,75 + \frac{12,03}{3} \right) - \\ & \left(\frac{3998,55}{EI} \cdot \frac{31,97}{2} \right) \left(491,78 + \frac{2 \cdot 31,97}{3} \right) - \left(\frac{3998,55}{EI} \cdot \frac{69}{2} \right) \left(523,75 + \frac{69}{3} \right) - \\ & \theta_B \cdot 592,75 = 0 \end{aligned}$$

$$\theta_B = \frac{4558257,5}{EI} \text{ rad } (\curvearrowright)$$

Dengan demikian diperoleh slope di B, $\theta_B = \frac{4558257,5}{EI} \text{ rad } (\curvearrowright)$

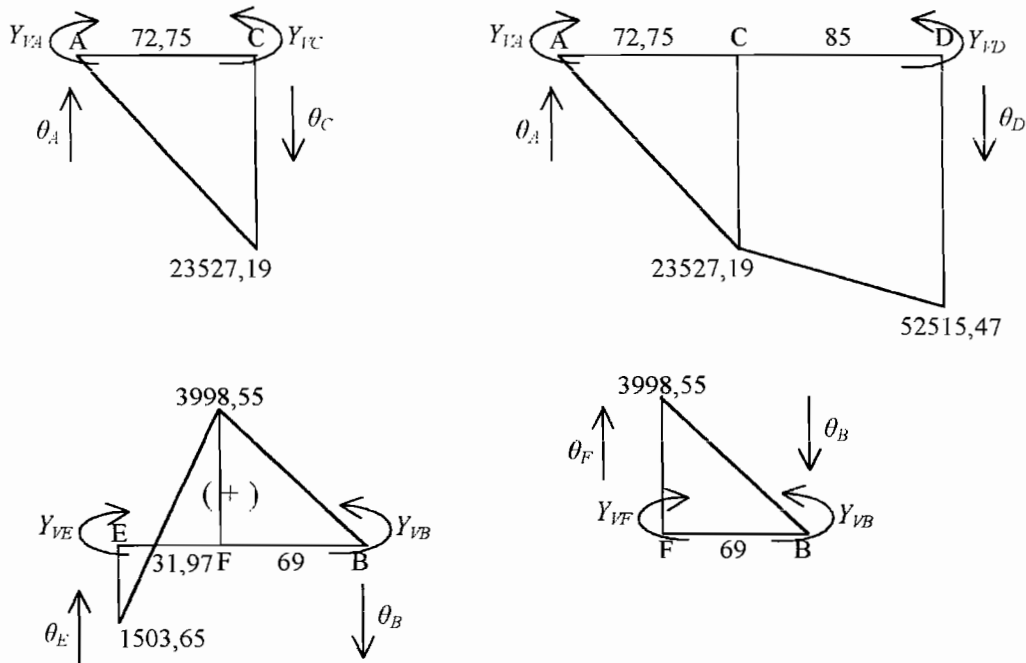
$$\Sigma M_B = 0$$

$$\begin{aligned} & - \left(\frac{3998,55}{EI} \cdot \frac{69}{2} \right) \left(\frac{2 \cdot 69}{3} \right) - \left(\frac{3998,55}{EI} \cdot \frac{31,97}{2} \right) \left(69 + \frac{31,97}{3} \right) \\ & + \left(\frac{1503,65}{EI} \cdot \frac{12,03}{2} \right) \left(100,97 + \frac{2 \cdot 12,03}{3} \right) + \left(\frac{1503,65}{EI} \cdot 312 \right) \left(113 + \frac{312}{2} \right) \\ & + \left(\frac{51011,82}{EI} \cdot \frac{312}{2} \right) \left(113 + \frac{2 \cdot 312}{3} \right) + \left(\frac{28988,28}{EI} \cdot \frac{92}{2} \right) \left(425 + \frac{92}{3} \right) \\ & + \left(\frac{23527,19}{EI} \cdot 92 \right) \left(425 + \frac{92}{2} \right) + \left(\frac{23527,19}{EI} \cdot \frac{75,75}{2} \right) \left(517 + \frac{75,75}{3} \right) \\ & + \theta_A \cdot 592,75 = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \theta_A &= - \frac{8064957,5}{EI} \\ &= \frac{8064957,5}{EI} \text{ rad } (\curvearrowleft) \end{aligned}$$

Dengan demikian diperoleh slope di A, $\theta_A = \frac{8064957,5}{EI} \text{ rad } (\curvearrowleft)$

Berdasarkan asumsi arah gaya pada gambar 6.31 dibawah ini maka dapat diketahui besarnya defleksi pada tiap-tiap titik sebagai berikut :



Gambar 6.31

Asumsi arah gaya pada tiap luasan momen

$$\begin{aligned}
 Y_{IC} &= \theta_A (75,75) + \left(\frac{23527,19}{EI} \cdot \frac{75,75}{2} \right) \left(\frac{75,75}{3} \right) \\
 &= - \frac{588420449,5}{EI} \\
 &= \frac{588420449,5}{EI} \text{ mm } (\uparrow)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Y_{ID} &= \theta_A (167,75) + \left(\frac{28988,28}{EI} \cdot \frac{92}{2} \right) \left(\frac{92}{3} \right) + \left(\frac{23527,19}{EI} \cdot 92 \right) \left(\frac{92}{2} \right) + \\
 &\quad \left(\frac{23527,19}{EI} \cdot \frac{75,75}{2} \right) \left(92 + \frac{75,75}{3} \right) \\
 &= - \frac{1107956178}{EI}
 \end{aligned}$$



$$= \frac{1107956178}{EI} \text{ mm } (\uparrow)$$

$$Y_{VE} = \theta_B (113) + \left(\frac{1503,65}{EI} \cdot \frac{12,03}{2} \right) \left(\frac{12,03}{3} \right) - \left(\frac{3998,55}{EI} \cdot \frac{31,97}{2} \right) \left(12,03 + \frac{2 \cdot 31,97}{3} \right) - \left(\frac{3998,55}{EI} \cdot \frac{69}{2} \right) \left(44 + \frac{69}{3} \right)$$

$$I = \frac{526493214}{EI} \text{ mm } (\downarrow)$$

$$Y_{VF} = \theta_B (69) - \left(\frac{3998,55}{EI} \cdot \frac{69}{2} \right) \left(\frac{69}{3} \right) = \frac{311346918,1}{EI} \text{ mm } (\downarrow)$$

C.2 Bahan poros yang dipakai

SNC 21 dengan $\sigma_b = 80 \text{ kg/mm}$

Sehingga tegangan lentur yang diijinkan :

$$\tau_{ba} = 10,25 \text{ kg/mm}$$

$$d_s = 55 \text{ mm}$$

C.3 Perhitungan defleksi pada poros III :

Syarat defleksi maksimum untuk titik A - B :

$$\frac{592,75}{1000} \times 0,3 = 0,177$$

Untuk harga defleksi diambil harga yang terbesar dari tiap-tiap titik yang ada.

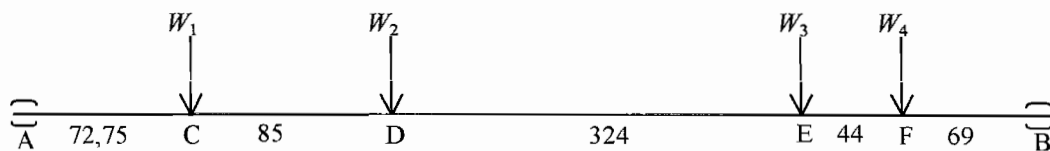
$$Y_D = \sqrt{\left(\frac{1001542483}{2 \cdot 10^4 \cdot \frac{\pi \cdot 55^4}{64}} \right)^2 + \left(\frac{1107956178}{2 \cdot 10^4 \cdot \frac{\pi \cdot 55^4}{64}} \right)^2}$$

$$= 0,16 \text{ mm}$$

Dari hasil perhitungan diatas maka poros yang akan dibuat dapat dinyatakan aman untuk digunakan..

C.4 Perhitungan putaran kritis :

Arah gaya dari rodagigi-rodagigi yang bekerja pada poros III beserta dengan struktur BMD dapat diperlihatkan pada gambar 6.32 dan gambar 6.33 berikut ini :



Gambar 6.32

Poros dengan beban-beban

$$W_1 = W_{rg6} = 4,5 \text{ kg} \quad W_3 = W_{rg9} = 38,45 \text{ kg}$$

$$W_2 = W_{rg8} = 11,2 \text{ kg} \quad W_4 = W_{rg11} = 10,3 \text{ kg}$$

$$\Sigma M_A = 0$$

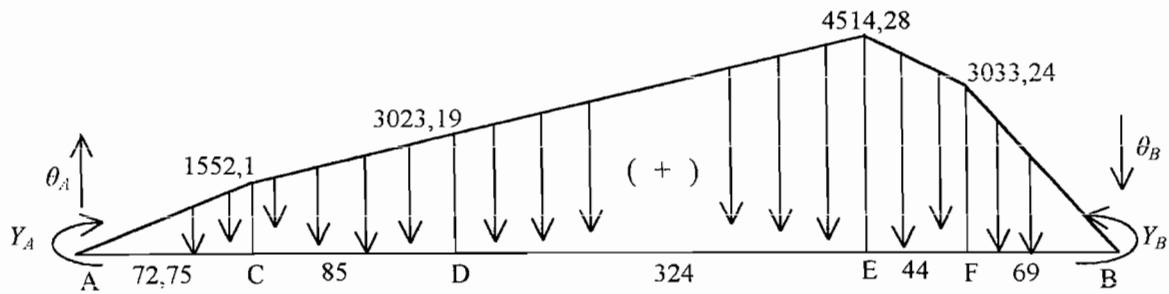
$$4,5(75,75) + 11,2(167,75) + 38,45(479,75) + 10,3(523,75) - R_B(592,75) = 0$$

$$R_B = 43,96 \text{ kg} (\uparrow)$$

$$R_A = 20,49 \text{ kg} (\uparrow)$$

$$M_C = 1552,1 \text{ kg.mm} \quad M_E = 4514,28 \text{ kg.mm}$$

$$M_D = 3023,19 \text{ kg.mm} \quad M_F = 3033,24 \text{ kg.mm}$$



Gambar 6.33

BMD dan asumsi arah gaya pada batang A – B

$$\Sigma M_A = 0$$

$$\begin{aligned} & -\left(\frac{1552,1}{EI} \cdot \frac{75,75}{2}\right)\left(\frac{2 \cdot 75,75}{3}\right) - \left(\frac{1471,09}{EI} \cdot \frac{92}{2}\right)\left(75,75 + \frac{2 \cdot 92}{2}\right) \\ & - \left(\frac{1552,1}{EI} \cdot 92\right)\left(75,75 + \frac{92}{2}\right) - \left(\frac{3023,19}{EI} \cdot 312\right)\left(167,75 + \frac{312}{2}\right) \\ & - \left(\frac{1491,09}{EI} \cdot \frac{312}{2}\right)\left(167,75 + \frac{2 \cdot 312}{3}\right) - \left(\frac{1481,04}{EI} \cdot \frac{44}{2}\right)\left(479,75 + \frac{44}{3}\right) \\ & - \left(\frac{3033,24}{EI} \cdot 44\right)\left(479,75 + \frac{44}{2}\right) - \left(\frac{3033,24}{EI} \cdot \frac{69}{2}\right)\left(523,75 + \frac{69}{3}\right) \\ & - \theta_B \cdot 592,75 = 0 \\ & \theta_B = -\frac{949297,06}{EI} \end{aligned}$$

Dengan demikian diperoleh slope di B, $\theta_B = \frac{949297,06}{EI} \text{ rad}$ (↻)

$$\Sigma M_B = 0$$

$$\begin{aligned} & -\left(\frac{3033,24}{EI} \cdot \frac{69}{2}\right)\left(\frac{2 \cdot 69}{3}\right) - \left(\frac{3033,24}{EI} \cdot 44\right)\left(69 + \frac{44}{2}\right) \\ & - \left(\frac{1481,04}{EI} \cdot \frac{44}{2}\right)\left(69 + \frac{2 \cdot 44}{3}\right) - \left(\frac{1491,09}{EI} \cdot \frac{312}{2}\right)\left(113 + \frac{312}{3}\right) \\ & - \left(\frac{3023,19}{EI} \cdot 312\right)\left(113 + \frac{312}{2}\right) - \left(\frac{1471,09}{EI} \cdot \frac{92}{2}\right)\left(425 + \frac{92}{3}\right) \\ & - \left(\frac{1552,1}{EI} \cdot 92\right)\left(425 + \frac{92}{2}\right) - \left(\frac{1552,1}{EI} \cdot \frac{75,75}{2}\right)\left(517 + \frac{75,75}{3}\right) \\ & + \theta_A \cdot 592,75 = 0 \end{aligned}$$

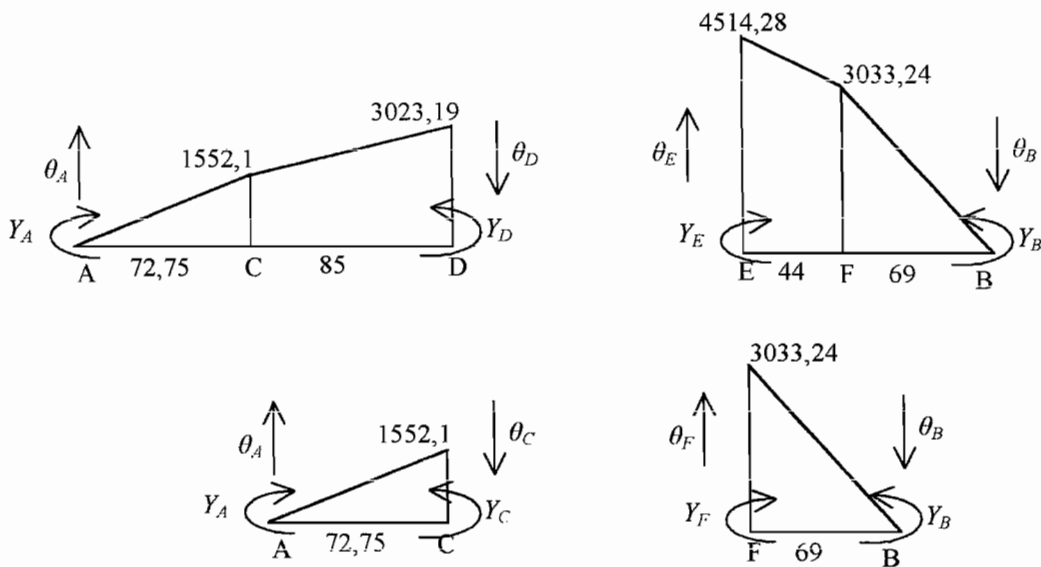
$$\theta_A = \frac{766489,6}{EI} \text{ rad } (\curvearrowright)$$

Dengan demikian diperoleh slope di A, $\theta_A = \frac{766489,6}{EI} \text{ rad } (\curvearrowright)$

$$EI = 2 \cdot 10^4 \cdot \frac{\pi \cdot 55^4}{64}$$

$$= 8,97 \cdot 10^9 \text{ kg/mm}^2$$

Untuk asumsi arah gaya dari luasan momen pada tiap titik diperlihatkan pada gambar 6.34 berikut ini :



Gambar 6.34

Asumsi arah gaya pada tiap luasan momen

$$\begin{aligned} Y_C &= \theta_A (75,75) - \left(\frac{1552,1}{EI} \cdot \frac{75,75}{2} \right) \left(\frac{75,75}{3} \right) \\ &= \frac{56577246,07}{EI} \\ &= 6,3 \cdot 10^{-3} \text{ mm } (\downarrow) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Y_D &= \theta_A (167,75) - \left(\frac{1471,09}{EI} \cdot \frac{92}{2} \right) \left(\frac{92}{3} \right) - \left(\frac{1552,1}{EI} \cdot 92 \right) \left(\frac{92}{2} \right) - \\
&\quad \left(\frac{1552,1}{EI} \cdot \frac{75,75}{2} \right) \left(92 + \frac{75,75}{3} \right) \\
&= \frac{113042292}{EI} \\
&= 0,012 \text{ mm } (\downarrow)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Y_E &= \theta_B (113) - \left(\frac{1481,04}{EI} \cdot \frac{44}{2} \right) \left(\frac{44}{3} \right) - \left(\frac{3033,24}{EI} \cdot 44 \right) \left(\frac{44}{2} \right) \\
&\quad - \left(\frac{3033,24}{EI} \cdot \frac{69}{2} \right) \left(44 + \frac{69}{3} \right) \\
&= - \frac{117695960,6}{EI} \\
&= \frac{117695960,6}{EI} \\
&= 0,013 \text{ mm } (\uparrow)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Y_F &= \theta_B (69) - \left(\frac{3033,24}{EI} \cdot \frac{69}{2} \right) \left(\frac{69}{3} \right) \\
&= - \frac{67908373,08}{EI} \\
&= \frac{67908373,08}{EI} \\
&= 7,5 \cdot 10^{-3} \text{ mm } (\uparrow)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
N_C &= \frac{30}{\pi} \sqrt{\frac{3,6 \cdot 10^7 (4,5 \cdot 6,3 \cdot 10^{-3} + 11,2 \cdot 0,012 + 38,45 \cdot 0,013 + 10,3 \cdot 7,5 \cdot 10^{-3})}{4,5(6,3 \cdot 10^{-3})^2 + 11,2(0,012)^2 + 38,45(0,013)^2 + 10,3(7,5 \cdot 10^{-3})^2}} \\
&= 523578,17 \text{ rpm}
\end{aligned}$$

$$\frac{n_{s3}}{N_C} = \frac{125}{523578,17} = 2,38 \cdot 10^{-4} \text{ (baik karena } < 0,6)$$

C.5 Perhitungan poros spline :

Berdasarkan tabel maka data spline yang dipakai adalah :

$$d_1 = 58 \text{ mm} \qquad b = 16 \text{ mm}$$

$$d_2 = 65 \text{ mm} \qquad i = 4$$

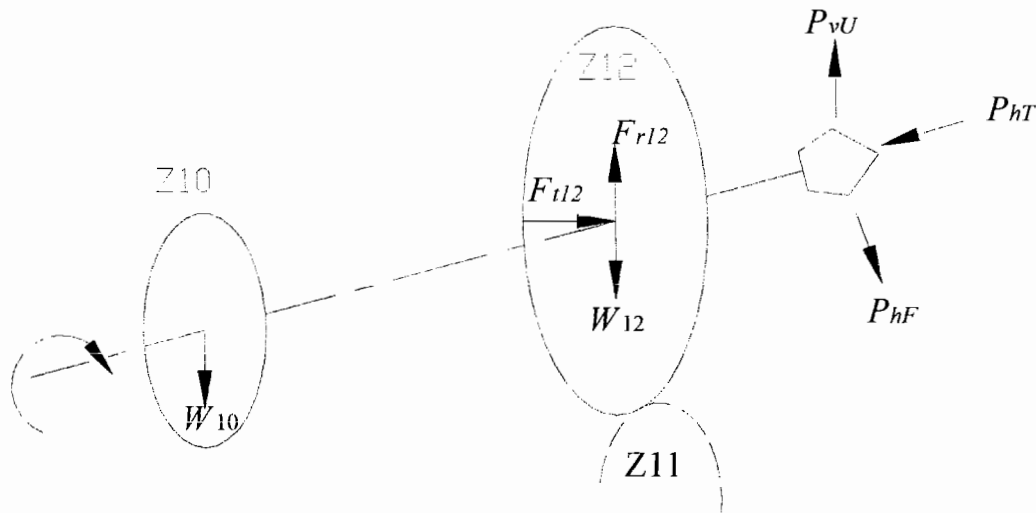
Gaya tangensial yang terjadi pada permukaan poros dapat dihitung dengan rumus :

$$P = \frac{8T}{0,75(d_2^2 - d_1^2)l \cdot i}$$
$$= 0,24 \text{ kg/mm}^2$$

Syarat yang baik untuk tekanan yang diterima haruslah kurang dari tekanan maksimum yang telah ditentukan yaitu sebesar 8 kg/mm^2 .

D. Analisis gaya pada poros IV

Dengan perhitungan yang sama dengan poros sebelumnya gaya-gaya yang bekerja pada poros IV dapat digambarkan sebagai berikut :

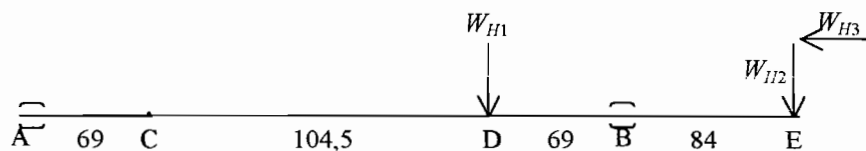


Gambar 6.35
Putaran roda gigi yang menyebabkan gaya pada poros IV

D.1 Perhitungan momen, defleksi, slope, dan diameter poros yang terjadi pada poros IV yang diuraikan dalam arah horisontal dan vertikal :

Gaya horizontal

Arah gaya yang terjadi pada poros IV diperlihatkan pada gambar 6.36 berikut ini :



Gambar 6.36
Poros dengan pembebanan arah horisontal

$$\begin{aligned}
 W_{H1} &= F_{111-12} & W_{H2} &= f_f & W_{H3} &= f_i \\
 &= 474,7 \text{ kg} & &= 235,5 \text{ kg} & &= 392,5 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

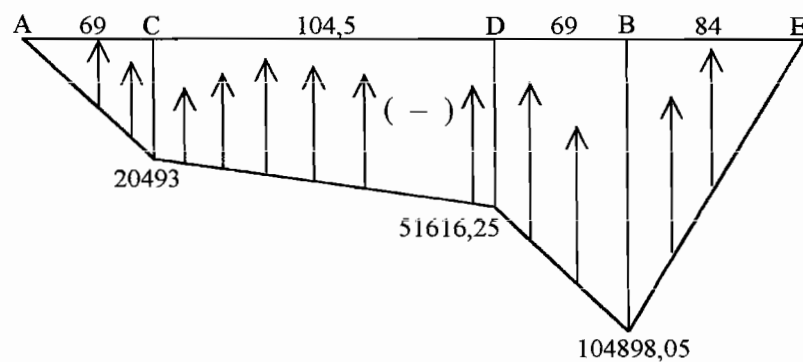
$$\Sigma M_A = 0$$

$$474(173,5) + 235,5(326,5) - 392,5(50) - R_{HB}(242,5) = 0$$

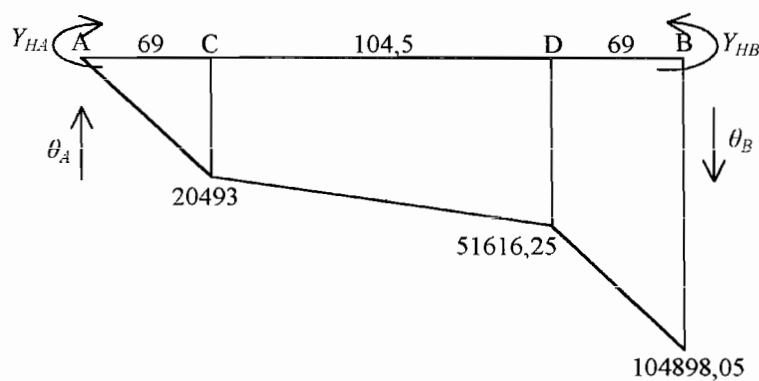
$$R_{HB} = 575,77 \text{ kg} (\uparrow)$$

$$R_{HA} = -134,4 \text{ kg} (\downarrow)$$

Setelah momen tiap titik diketahui maka struktur BMD yang terjadi dan asumsi slope batang A – B dapat diperlihatkan pada gambar 6.37 dan gambar 6.38 berikut ini :



Gambar 6.37
Struktur BMD dari poros IV



Gambar 6.38
BMD dan asumsi arah gaya pada batang A – B

$$\Sigma M_A = 0$$

$$\left(\frac{9273,6}{EI} \cdot \frac{69}{2}\right) \left(\frac{2 \cdot 69}{3}\right) + \left(\frac{9273,6}{EI} \cdot 104,5\right) \left(69 + \frac{104,5}{2}\right) +$$

$$\left(\frac{14044,8}{EI} \cdot \frac{104,5}{2}\right) \left(69 + \frac{2 \cdot 104,5}{3}\right) + \left(\frac{23318,4}{EI} \cdot 69\right) \left(173,5 + \frac{69}{2}\right) +$$

$$\left(\frac{42027,9}{EI} \cdot \frac{69}{2}\right) \left(173,5 + \frac{2 \cdot 69}{3}\right) - \theta_B \cdot 242,5 = 0$$

$$\theta_B = \frac{3657365,8}{EI} \text{ rad } (\curvearrowright)$$

Dengan demikian diperoleh slope di B, $\theta_B = \frac{3657365,8}{EI} \text{ rad } (\curvearrowright)$

$$\Sigma M_B = 0$$

$$\left(\frac{42027,9}{EI} \cdot \frac{69}{2}\right) \left(\frac{69}{3}\right) + \left(\frac{23318,4}{EI} \cdot 69\right) \left(\frac{69}{2}\right) + \left(\frac{14044,8}{EI} \cdot \frac{104,5}{2}\right) \left(69 + \frac{104,5}{3}\right) +$$

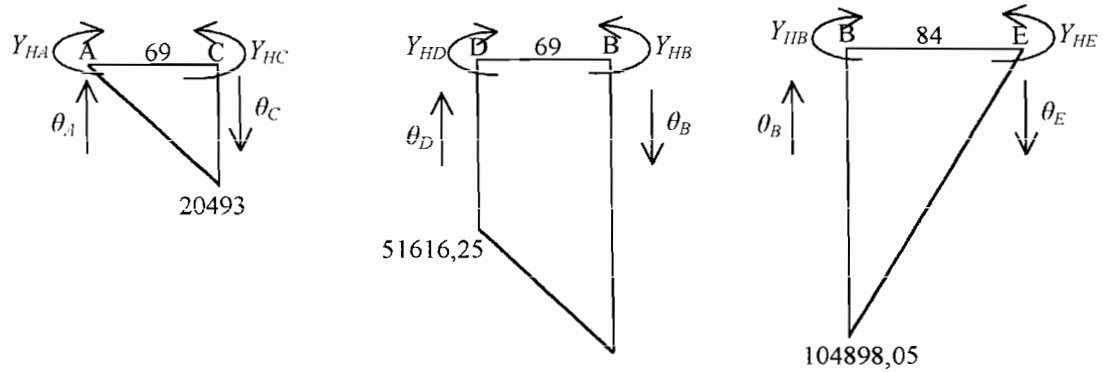
$$\left(\frac{9273,6}{EI} \cdot 104,5\right) \left(69 + \frac{104,5}{2}\right) + \left(\frac{9273,6}{EI} \cdot \frac{69}{2}\right) \left(173,5 + \frac{69}{3}\right) + \theta_A \cdot 242,5 = 0$$

$$\theta_A = -\frac{1424437,47}{EI}$$

$$= \frac{1424437,47}{EI} \text{ rad } (\curvearrowleft)$$

Dengan demikian diperoleh slope di A, $\theta_A = \frac{1424437,47}{EI} \text{ rad } (\curvearrowleft)$

Sedangkan untuk asumsi arah gaya pada tiap-tiap luas bidang momen yang diperlukan untuk menghitung defleksi dapat diperlihatkan pada gambar 6.39 berikut ini :



Gambar 6.39
Asumsi arah gaya pada tiap luasan momen

$$Y_{HC} = \theta_A (69) - \left(\frac{9273,6}{EI} \cdot \frac{69}{2} \right) \left(\frac{69}{3} \right)$$

$$= - \frac{90927583,8}{EI}$$

$$= \frac{90927583,8}{EI} \text{ mm } (\uparrow)$$

$$Y_{HD} = \theta_A (69) + \left(\frac{23318,4}{EI} \cdot 69 \right) \left(\frac{69}{2} \right) + \left(\frac{42027,9}{EI} \cdot \frac{69}{2} \right) \left(\frac{2 \cdot 69}{3} \right)$$

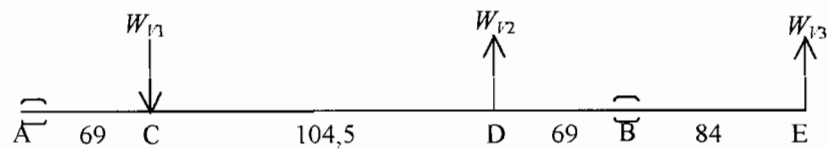
$$= \frac{374565968,7}{EI} \text{ mm } (\downarrow)$$

$$Y_{HE} = \theta_B (52) + \left(\frac{65346,3}{EI} \cdot \frac{84}{2} \right) \left(\frac{2 \cdot 84}{3} \right)$$

$$I = \frac{406052737,8}{EI} \text{ mm } (\downarrow)$$

Gaya vertikal

Pembebanan yang terjadi pada poros IV ini dapat dilihat pada gambar 6.40 di bawah ini :



Gambar 6.40

Poros dengan pembebanan arah vertikal

$$\begin{aligned}W_{V1} &= W_{rg\ 10} & W_{V2} &= F_{r\ 11-12} - W_{12} & W_{V3} &= F_U \\ &= 10,3\ \text{kg} & &= 172,7 - 38,45 & &= 785\ \text{kg} \\ & & &= 134,25\ \text{kg} & &\end{aligned}$$

$$\Sigma M_A = 0$$

$$10,3(69) - 134,25(173,5) + 785(326,5) - R_{VB}(242,5) = 0$$

$$R_{VB} = -1150,03\ \text{kg} (\downarrow)$$

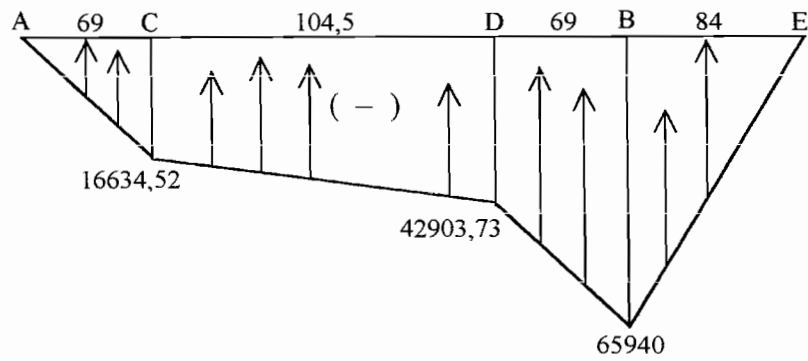
$$R_{VA} = -241,08\ \text{kg} (\downarrow)$$

$$M_{VC} = -16634,52\ \text{kg.mm}$$

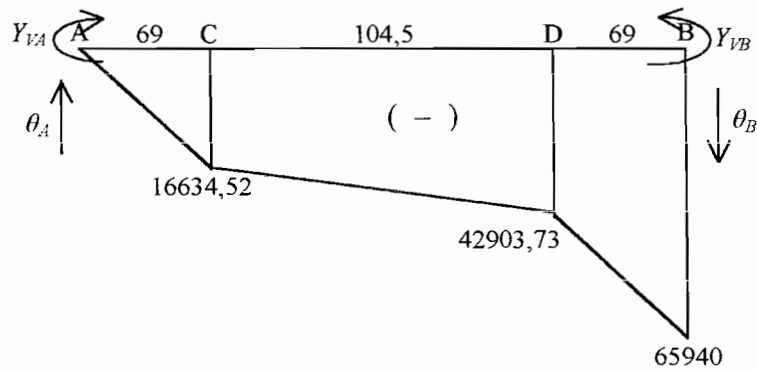
$$M_{VD} = -42903,73\ \text{kg.mm}$$

$$M_{VB} = -65940\ \text{kg.mm}$$

Setelah momen tiap-tiap titik diketahui maka struktur BMD dapat dilihat pada gambar 6.41 dan asumsi arah slope batang A – B pada gambar 6.42 seperti di bawah ini :



Gambar 6.41



Gambar 6.42

$$\Sigma M_A = 0$$

$$\left(\frac{16634,52 \cdot 69}{EI} \cdot \frac{2 \cdot 69}{3} \right) + \left(\frac{16634,52 \cdot 104,5}{EI} \right) \left(69 + \frac{104,5}{2} \right) +$$

$$\left(\frac{26269,21 \cdot 104,5}{EI} \cdot \frac{104,5}{2} \right) \left(69 + \frac{2 \cdot 104,5}{3} \right) + \left(\frac{42903,73 \cdot 69}{EI} \right) \left(173,5 + \frac{69}{2} \right) +$$

$$\left(\frac{23036,27 \cdot 69}{EI} \cdot \frac{2 \cdot 69}{3} \right) \left(173,5 + \frac{2 \cdot 69}{3} \right) - \theta_B \cdot 242,5 = 0$$

$$\theta_B = \frac{5021444,03}{EI}$$

Dengan demikian diperoleh slope di B, $\theta_B = \frac{5021444,03}{EI} \text{ rad}$ (↻)

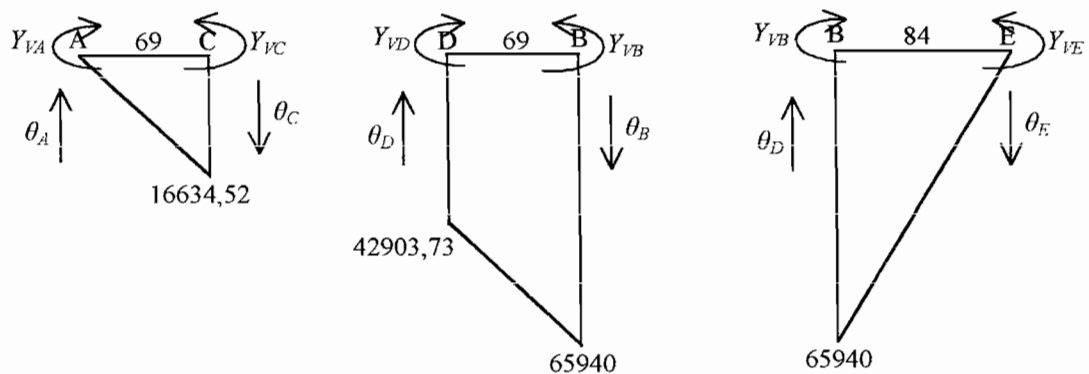
$$\Sigma M_B = 0$$

$$\left(\frac{23036,27}{EI} \cdot \frac{69}{2} \right) \left(\frac{69}{3} \right) + \left(\frac{42903,73}{EI} \cdot 69 \right) \left(\frac{69}{2} \right) + \left(\frac{26269,21}{EI} \cdot \frac{104,5}{2} \right) \left(69 + \frac{104,5}{3} \right) + \left(\frac{16634,52}{EI} \cdot 104,5 \right) \left(69 + \frac{104,5}{2} \right) + \left(\frac{16634,52}{EI} \cdot \frac{69}{2} \right) \left(173,5 + \frac{69}{3} \right) + \theta_A \cdot 242,5 = 0$$

$$\theta_A = - \frac{2418429,15}{EI}$$

Dengan demikian diperoleh slope di A, $\theta_A = \frac{2418429,15}{EI}$ rad (\curvearrowright)

Sedangkan untuk asumsi arah gaya yang terjadi pada tiap-tiap luas bidang momen, yang diperlukan untuk menghitung defleksi dapat diperlihatkan pada gambar 6.43 berikut ini :



Gambar 6.43

Asumsi arah gaya pada tiap luasan momen

$$\begin{aligned} Y_{VC} &= \theta_A (69) + \left(\frac{16634,52}{EI} \cdot \frac{69}{2} \right) \left(\frac{69}{3} \right) \\ &= - \frac{153672119,7}{EI} \\ &= \frac{153672119,7}{EI} \text{ mm } (\uparrow) \end{aligned}$$

$$Y_{VD} = \theta_A (69) + \left(\frac{42903,73}{EI} \cdot 69 \right) \left(\frac{69}{2} \right) + \left(\frac{23036,27}{EI} \cdot \frac{69}{2} \right) \left(\frac{2 \cdot 69}{3} \right)$$

$$= \frac{485170527,8}{EI} \text{ mm } (\downarrow)$$

$$Y_{VE} = \theta_B (84) + \left(\frac{65940}{EI} \cdot \frac{84}{2} \right) \left(\frac{2 \cdot 84}{3} \right)$$

$$= \frac{576892178,5}{EI} \text{ mm } (\downarrow)$$

D.2 Bahan poros yang dipakai

SNC 22 dengan $\sigma_b = 80 \text{ kg/mm}$

Sehingga tegangan lentur yang diijinkan :

$$\tau_{ba} = 10,25 \text{ kg/mm}$$

$$d_s = 120 \text{ mm}$$

D.3 Perhitungan defleksi pada poros IV :

Syarat defleksi maksimum untuk titik A - B :

$$\frac{242,5}{1000} \times 0,3 = 0,072$$

Untuk harga defleksi diambil harga yang terbesar dari tiap-tiap titik yang ada.

$$Y_D = \sqrt{\left[\frac{374565968,7}{2 \cdot 10^4 \cdot \frac{\pi \cdot (95 - 40)^4}{64}} \right]^2 + \left[\frac{485170527,8}{2 \cdot 10^4 \cdot \frac{\pi \cdot (95 - 40)^4}{64}} \right]^2}$$

$$= 0,068 \text{ mm}$$

Syarat defleksi maksimum untuk titik B - E :

$$\frac{84}{1000} \times 0,3 = 0,025$$

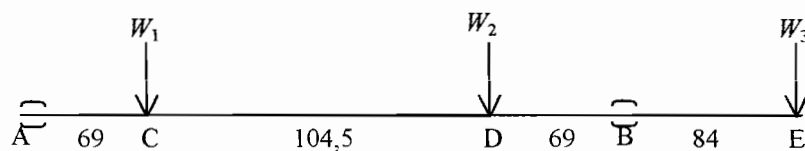
$$Y_E = \sqrt{\left(\frac{406052737,8}{2 \cdot 10^4 \cdot \frac{\pi \cdot (120 - 40)^4}{64}} \right)^2 + \left(\frac{576892178,5}{2 \cdot 10^4 \cdot \frac{\pi \cdot (120 - 40)^4}{64}} \right)^2}$$

$$= 0,017 \text{ mm}$$

Dari hasil perhitungan diatas maka poros yang akan dibuat dapat dinyatakan aman untuk digunakan..

D.4 Perhitungan putaran kritis :

Pada gambar 6.44 di bawah ini adalah arah gaya dari rodagigi-rodagigi yang bekerja pada poros IV :



Gambar 6.44

Arah gaya dari beban rodagigi yang bekerja pada poros IV

$$W_1 = W_{rg10} = 10,3 \text{ kg}$$

$$W_2 = W_{rg12} = 38,45 \text{ kg}$$

$$W_3 = W_{chck} = 50 \text{ kg}$$

$$\Sigma M_A = 0$$

$$10,3(69) + 38,45(173,5) + 50(326,5) - R_B(242,5) = 0$$

$$R_B = 97,75 \text{ kg } (\uparrow)$$

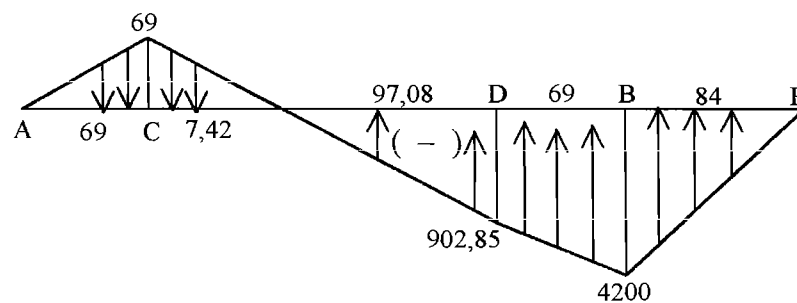
$$R_A = 1 \text{ kg } (\uparrow)$$

$$M_C = 69 \text{ kg.mm}$$

$$M_B = 4200 \text{ kg.mm}$$

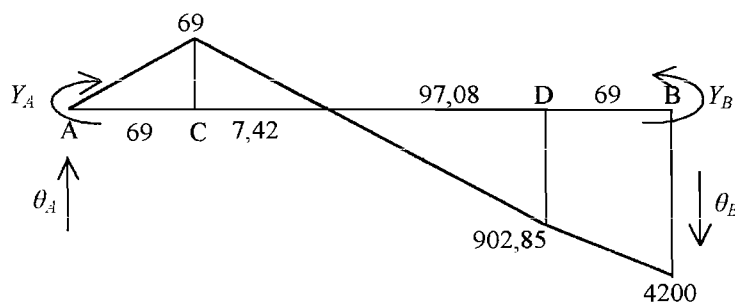
$$M_D = -902,85 \text{ kg.mm}$$

Berikut ini ditampilkan struktur BMD dan asumsi arah slope dari batang A – B pada gambar 6.45 dan gambar 6.46 :



Gambar 6.45

Struktur BMD dari momen-momen yang bekerja pada tiap titik



Gambar 6.46

BMD dan asumsi arah slope pada batang A – B

$$\Sigma M_A = 0$$

$$-\left(\frac{69}{EI} \cdot \frac{69}{2}\right)\left(\frac{2 \cdot 69}{3}\right) - \left(\frac{69}{EI} \cdot \frac{7,42}{2}\right)\left(69 + \frac{7,42}{3}\right) \\ + \left(\frac{902,85}{EI} \cdot \frac{97,08}{2}\right)\left(76,42 + \frac{2 \cdot 97,08}{3}\right) + \left(\frac{902,85}{EI} \cdot 69\right)\left(173,5 + \frac{69}{2}\right) \\ + \left(\frac{3297,15}{EI} \cdot \frac{69}{2}\right)\left(173,5 + \frac{2 \cdot 69}{3}\right) - \theta_B \cdot 242,5 = 0$$

$$\theta_B = \frac{181376,34}{EI} \text{ rad } (\curvearrowright)$$

Dengan demikian diperoleh slope di B, $\theta_B = \frac{181376,34}{EI} \text{ rad } (\curvearrowright)$

$$\Sigma M_B = 0$$

$$\left(\frac{3297,15}{EI} \cdot \frac{69}{2}\right)\left(\frac{69}{3}\right) + \left(\frac{902,85}{EI} \cdot 69\right)\left(\frac{69}{2}\right) + \left(\frac{902,85}{EI} \cdot \frac{97,08}{2}\right)\left(69 + \frac{97,08}{3}\right) - \\ \left(\frac{69}{EI} \cdot \frac{7,42}{2}\right)\left(166,08 + \frac{2 \cdot 7,42}{3}\right) - \left(\frac{69}{EI} \cdot \frac{69}{2}\right)\left(173,5 + \frac{69}{3}\right) + \theta_A \cdot 242,5 = 0$$

$$\theta_A = -\frac{35859,8}{EI}$$

Dengan demikian diperoleh slope di A, $\theta_A = \frac{35859,8}{EI} \text{ rad } (\curvearrowleft)$

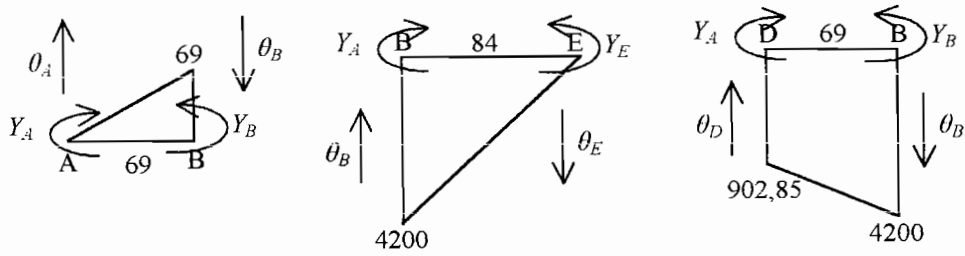
$$EI(A - B) = 2 \cdot 10^4 \cdot \frac{\pi \cdot (95 - 40)^4}{64}$$

$$= 8,97 \cdot 10^9 \text{ kg/mm}^2$$

$$EI(B - E) = 2 \cdot 10^4 \cdot \frac{\pi \cdot (120 - 40)^4}{64}$$

$$= 4,2 \cdot 10^{10} \text{ kg/mm}^2$$

Sedangkan untuk asumsi arah gaya yang terjadi pada tiap-tiap luas bidang momen, yang diperlukan untuk menghitung defleksi dapat diperlihatkan pada gambar 6.47 berikut ini :



Gambar 6.47

Asumsi arah gaya pada tiap luasan momen

$$\begin{aligned}
 Y_C &= \theta_A (69) - \left(\frac{69}{EI} \cdot \frac{69}{2} \right) \left(\frac{69}{3} \right) \\
 &= - \frac{2529077,7}{EI} \\
 &= 2,8 \cdot 10^{-4} \text{ mm } (\uparrow)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Y_D &= \theta_A (69) + \left(\frac{902,85}{EI} \cdot 69 \right) \left(\frac{69}{2} \right) + \left(\frac{3297,15}{EI} \cdot \frac{69}{2} \right) \left(\frac{2 \cdot 69}{3} \right) \\
 &= \frac{19896778,94}{EI} \\
 &= 2,2 \cdot 10^{-3} \text{ mm } (\downarrow)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Y_E &= \theta_B (84) + \left(\frac{4200}{EI} \cdot \frac{84}{2} \right) \left(\frac{2 \cdot 84}{3} \right) \\
 &= \frac{25114012,56}{EI} \\
 &= 6,25 \cdot 10^{-4} \text{ mm } (\downarrow)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 N_C &= \frac{30}{\pi} \sqrt{\frac{3,6 \cdot 10^7 (10,3 \cdot 2,8 \cdot 10^{-4} + 38,45 \cdot 2,2 \cdot 10^{-3} + 50 \cdot 6,25 \cdot 10^{-4})}{10,3(2,8 \cdot 10^{-4})^2 + 38,45(2,2 \cdot 10^{-3})^2 + 50(6,25 \cdot 10^{-4})^2}} \\
 &= 1374733,7 \text{ rpm}
 \end{aligned}$$

$$\frac{n_{s3}}{N_C} = \frac{63}{1374733,7} = 4,58 \cdot 10^{-5} \text{ (baik karena } < 0,6)$$

BAB VII

PERHITUNGAN ELEMEN PENDUKUNG

A. BANTALAN

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

Dalam perancangan kotak kecepatan pada mesin bubut ini terdapat empat buah poros sehingga diperlukan empat pasang bantalan yang berbeda jenis dan ukurannya sesuai dengan gaya yang bekerja pada masing-masing poros yang ada. Data yang diperlukan adalah harga dari masing-masing tumpuan pada setiap porosnya.

Bantalan pada poros I :

Data yang dibutuhkan untuk perhitungan ini adalah :

$$R_{hA} = 40,54 \text{ kg}$$

$$R_{hB} = 267,56 \text{ kg}$$

$$R_{vA} = 168,48 \text{ kg}$$

$$R_{vB} = -118,4 \text{ kg}$$

Gaya yang diperlukan dalam perhitungan bantalan adalah gaya radial, sedangkan gaya radial tersebut diperoleh berdasarkan resultante dari gaya horisontal dan gaya vertikal dari data diatas dengan perhitungan sebagai berikut :

$$F_{rA} = \sqrt{R_{hA}^2 + R_{vA}^2} \quad (8.1)$$

$$= \sqrt{40,54^2 + 168,48^2}$$

$$= 173,28 \text{ kg}$$

$$F_{rB} = \sqrt{267,56^2 + 118,4^2}$$

$$= 292,58 \text{ kg}$$

Karena suatu beban yang besarnya sedemikian rupa memberikan umur yang sama dengan umur diberikan oleh beban dan kondisi putaran sebenarnya sehingga diperlukan perhitungan beban dinamis ekuivalen, dengan perhitungan sebagai berikut :

$$P_A = X \cdot F_r + Y \cdot F_a \quad (8.2)$$

Berdasarkan Tabel L.21 pada Lampiran diketahui $X = 1$ dan $Y = 0$, maka :

$$P_A = 1(173,28) + 0$$

$$= 173,28 \text{ kg}$$

$$P_B = 1(292,58) + 0$$

$$= 292,58 \text{ kg}$$

Oleh karena umur nominal L (90% dari jumlah sampel, setelah berputar satu juta putaran, tidak memperlihatkan kerusakan karena kelelahan gelinding) dapat ditentukan faktor kecepatan (f_n) sebagai berikut (Sularso, 1997) :

$$\begin{aligned}
 f_n &= \left(\frac{33,3}{n} \right)^{\frac{1}{3}} \text{ karena } n = 355, \text{ maka} & (8.3) \\
 &= \left(\frac{33,3}{355} \right)^{\frac{1}{3}} \\
 &= 0,45
 \end{aligned}$$

Dengan bertambah panjangnya umur karena adanya perbaikan besar dalam mutu bahan dan karena tuntutan keandalan yang lebih tinggi, maka bantalan modern direncanakan dengan L_h (umur nominal) yang dikalikan dengan faktor koreksi (f_h)

$$f_h^3 = \frac{L_h}{500} \quad (8.4)$$

Karena bantalan ini diperuntukkan bagi pengerjaan pembubutan maka berdasarkan Tabel L.22 pada Lampiran ditentukan pemakaian selama 25000 jam. Sehingga perhitungannya menjadi :

$$f_h^3 = \frac{15000}{500}$$

$$f_h = 3,1$$

Setelah menjalani putaran tersebut jika 90% dari jumlah bantalan tersebut tidak menunjukkan kerusakan karena kelelahan oleh beban gelinding pada cincin atau elemen gelindingnya, maka besarnya beban tersebut dinamakan kapasitas nominal dinamis spesifik (C), dengan perhitungan sebagai berikut :

$$C = \frac{P \cdot f_h}{f_n} \quad (8.5)$$

Bantalan A

$$C = \frac{173,28(3,1)}{0,45}$$
$$= 1193 \text{ kg}$$

Untuk bantalan A digunakan bantalan jenis 6010 dengan data sebagai berikut :

$$d = 50 \text{ mm} \qquad b = 16 \text{ mm}$$
$$D = 90 \text{ mm} \qquad C = 1700 \text{ kg}$$
$$r = 1,5 \text{ mm}$$

Bantalan B

$$C = \frac{292,58(3,1)}{0,45}$$
$$= 2015,5 \text{ kg}$$

Untuk bantalan B digunakan bantalan jenis 6208 dengan data sebagai berikut :

$$d = 40 \text{ mm} \qquad b = 18 \text{ mm}$$
$$D = 80 \text{ mm} \qquad C = 2240 \text{ kg}$$
$$r = 2 \text{ mm}$$

Bantalan pada poros I :

Tabel 7.1. Data pasangan bantalan pada poros I

R_{hA}	R_{hB}	40,54 kg	267,56 kg
R_{vA}	R_{vB}	168,48 kg	-118,4 kg
F_{rA}	F_{rB}	173,28 kg	292,58 kg
P_A	P_B	173,28 kg	292,58 kg
f_n		0,45	
f_h		3,1	
C_A	C_B	1193 kg	2015,5 kg

Bantalan pada poros II :

Tabel 7.2. Data pasangan bantalan pada poros II

R_{hA}	R_{hB}	-141,44 kg	-347,3 kg
R_{vA}	R_{vB}	298,15 kg	334,89 kg
F_{rA}	F_{rB}	329,9 kg	482,46 kg
P_A	P_B	329,9 kg	482,46 kg
F_n		0,57	
F_h		3,1	
C_A	C_B	1794,7 kg	2623,9 kg

Berdasarkan Tabel 7.2 maka bantalan yang akan dipakai adalah :

Bantalan A : 6011

$d = 55 \text{ mm}$ $b = 18 \text{ mm}$
 $D = 90 \text{ mm}$ $C = 2200 \text{ kg}$
 $r = 2 \text{ mm}$

Bantalan B : 6211

$d = 55 \text{ mm}$ $b = 21 \text{ mm}$
 $D = 100 \text{ mm}$ $C = 3250 \text{ kg}$
 $r = 2,5 \text{ mm}$

Bantalan pada poros III :

Tabel 7.3. Data pasangan bantalan pada poros III

R_{hA}	R_{hB}	183,08 kg	469,89 kg
R_{vA}	R_{vB}	-310,59 kg	87,95 kg
F_{rA}	F_{rB}	360,5 kg	473,45 kg
P_A	P_B	360,5 kg	473,45 kg
f_n		0,64	
f_{hA}	f_{hB}	3,1	
C_A	C_B	1746,17 kg	2293,27 kg

Berdasarkan Tabel 7.3 maka diperoleh ketentuan untuk masing-masing bantalan yang akan dipergunakan.

Bantalan A

Dipergunakan jenis 6011 (pada Tabel L.23 pada Lampiran) dengan data sebagai berikut :

$$\begin{aligned}d &= 55 \text{ mm} & b &= 18 \text{ mm} \\D &= 90 \text{ mm} & C &= 2200 \text{ kg} \\r &= 2 \text{ mm}\end{aligned}$$

Bantalan B

Dipergunakan jenis 6211 (Tabel L.23 pada Lampiran) dengan data sebagai berikut :

$$\begin{aligned}d &= 55 \text{ mm} & b &= 21 \text{ mm} \\D &= 100 \text{ mm} & C &= 3250 \text{ kg} \\r &= 2,5\end{aligned}$$

Bantalan pada poros IV :

Bantalan pada poros IV ini digunakan jenis rol kerucut. Karena pada poros ini ada gaya aksial yang harus ditanggungnya. Dengan rumusan dan data yang didapat dari poros IV ini maka untuk perhitungannya dapat dituliskan kembali sebagai berikut :

$$\begin{aligned}R_{hA} &= -134,4 \text{ kg} \\R_{hB} &= 575,77 \text{ kg} \\R_{vA} &= -241,08 \text{ kg} \\R_{vB} &= -1150,03 \text{ kg}\end{aligned}$$



$$F_{rA} = \sqrt{134,4^2 + 241,08^2}$$

$$= 276 \text{ kg}$$

$$F_{rB} = \sqrt{575,77^2 + 1150,03^2}$$

$$= 1286,1 \text{ kg}$$

Bantalan A

Berdasarkan Tabel L.21 pada Lampiran diketahui $X = 1,4$ dan $Y = 1,8$, maka :

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

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

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

$$f_n = \left(\frac{33,3}{63} \right)^{1/3}$$

$$= 0,8$$

$$f_h^3 = \frac{15000}{500}$$

$$f_h = 3,1$$

$$C_A = \frac{1092,9(3,1)}{0,8}$$

$$= 4234,98 \text{ kg}$$

Dipakai tipe 30219 dengan data sebagai berikut :

$$d = 95 \text{ mm} \qquad b_i = 32 \text{ mm}$$

$$D = 170 \text{ mm} \qquad b_a = 27 \text{ mm}$$

$$r = 3,5 \text{ mm} \qquad B = 35$$

Bantalan B

Berdasarkan Tabel L.21 pada Lampiran diketahui $X = 1,4$ dan $Y = 1,8$, maka :

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

$$P = 1,4 \cdot 1286,1 + 1,8 \cdot 392,5$$

$$= 2507,04 \text{ kg}$$

$$C_B = \frac{2507,04(3,1)}{0,8} = 9714,78 \text{ kg}$$

Untuk bantalan B digunakan bantalan jenis 30224 (pada Tabel L.24 pada Lampiran)

dengan data sebagai berikut :

$$d = 120 \text{ mm} \quad b_i = 40 \text{ mm}$$

$$D = 215 \text{ mm} \quad b_a = 34 \text{ mm}$$

$$r = 3,5 \text{ mm} \quad B = 44 \text{ mm}$$

$$r_l = 1,2 \text{ mm} \quad C = 22800 \text{ kg}$$

Tabel 7.4. Data pasangan bantalan pada poros IV

R_{hA}	R_{hB}	-2134,4 kg	575,77 kg
R_{vA}	R_{vB}	-241,08 kg	-1150,03 kg
F_{rA}	F_{rB}	276 kg	1286,1 kg
P_A	P_B	1092,9 kg	2507,04 kg
f_n		0,8	
f_{hA}	f_{hB}	3,1	
C_A	C_B	4234,98 kg	9714,78 kg

B. PASAK

Pasak merupakan suatu elemen mesin yang dipakai untuk menetapkan bagian-bagian mesin, dalam perancangan disini yaitu roda gigi dan puli. Untuk itu perlu diperhatikan bahwa lebar pasak sebaiknya antara 25 – 35 (%) dari diameter poros, dan panjang pasak jangan terlalu panjang dibandingkan dengan diameter poros (antara 0,75 – 1,5 d_s). Berikut ini adalah perhitungan pasak yang akan dipergunakan dalam perancangan ini :

Pasak pada puli :

Diketahui data yang diperoleh sebagai berikut :

$$\text{Diameter poros } (d_s) = 50 \text{ mm}$$

$$\text{Torsi } (T) = 16599,15 \text{ kg.mm}$$

Berdasarkan Tabel 25 pada Lampiran maka didapatkan lebar dan tinggi pasak, yang disesuaikan dengan diameter poros.

$$\text{Lebar pasak } (b) = 16 \text{ mm}$$

$$\text{Tinggi pasak } (h) = 10 \text{ mm}$$

Bahan pasak yang dipakai disini haruslah lebih lunak dari bahan poros yang digunakan sehingga poros tidak akan mengalami kerusakan.

Untuk bahan pasak dipilih S35C, dengan kekuatan tarik (σ_B) = 52 kg/mm²

Faktor keamanan diambil $Sf_1 = 6$ dan $Sf_2 = 3$

$$\begin{aligned} \text{Tegangan geser yang diperoleh } \tau_{ka} &= \frac{\sigma_B}{Sf_1 \cdot Sf_2} \quad (9-1) \\ &= 2,89 \text{ kg/mm}^2 \end{aligned}$$

Sesuai dengan ketentuan yang telah disebutkan diatas maka dapat dilakukan perhitungan sebagai berikut untuk menentukan panjang pasak yang sesuai dengan kebutuhan.

$$\begin{aligned} \text{Panjang pasak } (l_k) &= 0,77 \cdot d_s & (9-2) \\ &= 0,77 \cdot 55 \\ &= 42,35 \approx 66 \text{ mm} \end{aligned}$$

Persyaratan yang harus dipenuhi antara lain :

$$0,25 < \frac{b}{d_s} < 0,35 \approx \frac{16}{55} = 0,29 \text{ (baik)}$$

$$0,75 < \frac{l_k}{d_s} < 1,5 \approx \frac{43}{55} = 0,78 \text{ (baik)}$$

Pasak pada poros I :

Tabel 7.5. Data pasak pada poros I

Diameter poros (d_s)	40	mm
Torsi (T)	16599,15	kg.mm
Lebar pasak (b)	16	mm
Tinggi pasak (h)	10	mm
Bahan pasak	S35C	
Tegangan geser (τ_{ka})	2,89	kg/mm ²
Panjang pasak (l_k)	66	mm
$0,25 < X < 0,35$	0,29	
$0,75 < Y < 1,5$	0,78	

Pasak pada poros II :

Tabel 7.6. Data pasak pada poros II

Diameter poros (d_s)	55	mm
Torsi (T)	32737,2	kg.mm
Lebar pasak (b)	16	mm
Tinggi pasak (h)	10	mm
Bahan pasak	S35C	
Tegangan geser (τ_{ka})	2,89	kg/mm ²
Panjang pasak (l_k)	47	mm
$0,25 < X < 0,35$	0,29	
$0,75 < Y < 1,5$	0,77	

Pasak pada poros III :

Tabel 7.7. Data pasak pada poros III

Diameter poros (d_s)	55	mm
Torsi (T)	47141,6	kg.mm
Lebar pasak (b)	16	mm
Tinggi pasak (h)	10	mm
Bahan pasak	S35C	
Tegangan geser (τ_{ka})	2,89	kg/mm ²
Panjang pasak (l_k)	50	mm
$0,25 < X < 0,35$	0,3	
$0,75 < Y < 1,5$	0,77	

Pasak pada poros IV :

Tabel 7.8. Data pasak pada poros IV

Diameter poros (d_s)	95	mm
Torsi (T)	93534,9	kg.mm
Lebar pasak (b)	28	mm
Tinggi pasak (h)	16	mm
Bahan pasak	S35C	
Tegangan geser (τ_{ka})	2,89	kg/mm ²
Panjang pasak (l_k)	72	mm
$0,25 < X < 0,35$	0,29	
$0,75 < Y < 1,5$	0,76	

BAB VIII

PELUMASAN DAN PERAWATAN

A. Pelumasan

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.

Untuk pelumasannya dipakai dengan cara pelumasan celup. Untuk menentukan jenis oli yang dipakai maka dilakukan perhitungan sebagai berikut :

Untuk roda gigi dengan kecepatan keliling (V) = 2,43 m/s

Besarnya viskositas minyak pelumas (ν):

$$\begin{aligned}\nu &= \frac{500}{V^{1/2}} && (10-1) \\ &= \frac{500}{2,43^{1/2}} \\ &= 320,75 \text{ cSt}\end{aligned}$$

Harga viskositas kinematik tersebut pada suhu 50⁰C atau 122⁰F. harga viskositas kinematik ini perlu dikonversikan dalam Saybolt Universal Second (SUS) dengan persamaan :

$$v = \left(0,22 \cdot SUS - \frac{180}{SUS} \right) cSt \quad (10-2)$$

$$320,75 = \left(0,22 \cdot SUS - \frac{180}{SUS} \right) cSt$$

$$0 = 0,22 \cdot SUS^2 - (320,75)SUS - 180$$

$$SUS = 1457,4$$

Sehingga berdasarkan Tabel L.26 pada Lampiran dapat diketahui jenis oli yang dipakai yaitu SAE 50.

Untuk roda gigi dengan kecepatan keliling (V) = 0,65m/s

Besarnya viskositas minyak pelumas (v):

$$\begin{aligned} v &= \frac{500}{0,65^{1/2}} \\ &= 620,17 \text{ cSt} \end{aligned}$$

Harga viskositas kinematik tersebut pada suhu 50⁰C atau 122⁰F. harga viskositas kinematik ini perlu dikonversikan dalam Saybolt Universal Second (SUS) dengan persamaan :

$$620,17 = \left(0,22 \cdot SUS - \frac{180}{SUS} \right) cSt$$

$$0 = 0,22 \cdot SUS^2 - (620,17)SUS - 180$$

$$SUS = 2818,7$$

Maka berdasarkan Tabel L.26 pada Lampiran dapat diketahui jenis oli yang dipakai yaitu SAE 50.

Sehingga untuk pelumasan dapat dipakai oli SAE 50.

B. Perawatan

Seperti pada umumnya mesin, maka mesin bubut memerlukan perawatan secara baik, agar ia 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 bubut ini adalah :

- a. Mesin bubut ini tidak boleh terkena sinar matahari secara langsung. Dengan sinar matahari langsung mengenai bagian mesin akan dapat mengakibatkan perubahan struktur logam. Dengan adanya perubahan struktur logam, akan mengakibatkan sulitnya pelaksanaan perawatan. Dengan sulitnya perawatan, kemungkinan besar akan menurunkan efisiensi mesin.
- b. 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 mempengaruhi kondisi mesin.
- c. Setelah selesai mengoperasikan mesin, bersihkan bagian-bagian mesin dari beram-beram hasil pemotongan dan cairan pendingin. Eretan harus ditempatkan sedekat mungkin dengan kepala lepas.
- d. Untuk pemasangan benda kerja pada poros utama, tidak diperkenankan memukul benda kerja secara keras dengan menggunakan palu.
- e. Jaga dan perhatikan secara seksama selama pengoperasian mesin, jangan sampai beram-beram yang halus dan keras terutama beram besi tuang

jatuh ke meja mesin dan terbawa oleh eretan, sehingga menimbulkan goresan pada eretan.

- f. Setelah selesai pengoperasian mesin, atur semua handel-handel pada posisi netral dan matikan sumber tenaga mesin.

BAB IX

KESIMPULAN

Setelah mengetahui langkah-langkah perancangan kotak kecepatan pada bab-bab sebelumnya maka hasil perancangan yang diperoleh dapat dituliskan seperti dibawah ini :

1. Data motor penggerak

Untuk motor penggerak digunakan motor listrik tiga phase dengan daya 5,5 kW/380 V/50 Hz.

2. Sistem transmisi

Sistem transmisi dibagi menjadi dua yaitu sabuk dan roda gigi.

a. Puli :

Diameter puli pemutar = 145 mm

Diameter puli terputar = 402,5 mm

Jumlah sabuk = 3 buah

Jenis sabuk = Type B

b. Roda gigi

Roda gigi yang digunakan adalah roda gigi lurus standar dengan dimensi sebagai berikut :

Roda gigi 1 dan 2

Modul gigi : 4

Jumlah gigi 1 : 33 buah

Jumlah gigi 2	: 47 buah
Bahan pinion	: S15CK
Bahan roda gigi terputar	: S35C
Diameter kaki pinion (d_{f1})	: 122 mm
Diameter kaki roda gigi terputar (d_{f2})	: 178 mm
Diameter jarak bagi pinion (d_{01})	: 131 mm
Diameter jarak bagi roda gigi terputar (d_{02})	: 187 mm
Roda gigi 3 dan 4	
Modul gigi	: 3
Jumlah gigi 3	: 27 buah
Jumlah gigi 4	: 53 buah
Bahan pinion	: S15CK
Bahan roda gigi terputar	: FC30
Diameter kaki pinion (d_{f3})	: 98 mm
Diameter kaki roda gigi terputar (d_{f4})	: 202 mm
Diameter jarak bagi pinion (d_{03})	: 107 mm
Diameter jarak bagi roda gigi terputar (d_{04})	: 211 mm
Roda gigi 5 dan 6	
Modul gigi	: 5
Jumlah gigi 5	: 38 buah
Jumlah gigi 6	: 27 buah
Bahan pinion	: S15CK

Bahan roda gigi terputar	: S35C
Diameter kaki pinion (d_{f5})	: 177,5 mm
Diameter kaki roda gigi terputar (d_{f6})	: 122,5 mm
Diameter jarak bagi pinion (d_{o5})	: 188,75 mm
Diameter jarak bagi roda gigi terputar (d_{o6})	: 133,75 mm
Roda gigi 7 dan 8	
Modul gigi	: 5
Jumlah gigi 7	: 27 buah
Jumlah gigi 8	: 38 buah
Bahan pinion	: S15CK
Bahan roda gigi terputar	: Besi cor
Diameter kaki pinion (d_{f7})	: 122,75 mm
Diameter kaki roda gigi terputar (d_{f8})	: 177,5 mm
Diameter jarak bagi pinion (d_{o7})	: 133,75 mm
Diameter jarak bagi roda gigi terputar (d_{o8})	: 188,75 mm
Roda gigi 9 dan 10	
Modul gigi	: 5
Jumlah gigi 9	: 79 buah
Jumlah gigi 10	: 40 buah
Bahan pinion	: S15CK
Bahan roda gigi terputar	: Besi cor
Diameter kaki pinion (d_{f9})	: 382,5 mm

Diameter kaki roda gigi terputar (d_{f10})	: 187,5 mm
Diameter jarak bagi pinion (d_{09})	: 393,75 mm
Diameter jarak bagi roda gigi terputar (d_{010})	: 198,75 mm
Roda gigi 11 dan 12	
Modul gigi	: 5
Jumlah gigi 11	: 40 buah
Jumlah gigi 12	: 79 buah
Bahan pinion	: S35C
Bahan roda gigi terputar	: Besi cor
Diameter kaki pinion (d_{f11})	: 187,5 mm
Diameter kaki roda gigi terputar (d_{f12})	: 382,5 mm
Diameter jarak bagi pinion (d_{011})	: 198,75 mm
Diameter jarak bagi roda gigi terputar (d_{012})	: 393,75 mm

3. Poros

Dari perancangan poros diperoleh dimensi sebagai berikut :

Poros I

Bahan poros	: SNC 21
Diameter poros	: 50 mm
Diameter spline	: 48 mm
Defleksi maks	: 0,112 mm
Putaran kritis poros	: 906536,07 rpm

Poros II

Bahan poros	: SNC 21
Diameter poros	: 55 mm
Diameter spline	: 65 mm
Defleksi maks	: 0,112 mm
Putaran kritis poros	: 629928,4 rpm

Poros III

Bahan poros	: SNC 21
Diameter poros	: 55 mm
Diameter spline	: 65 mm
Defleksi maks	: 0,157 mm
Putaran kritis poros	: 523578,17 rpm

Poros IV

Bahan poros	: SNC 21
Diameter poros	: 95 mm
Defleksi maks	: 0,072 mm
Putaran kritis poros	: 1374733,7 rpm

4. Elemen mesin pendukung

Elemen mesin pendukung ini terdiri dari dua bagian yaitu pasak dan bantalan.

Dimensi dari elemen-elemen tersebut adalah sebagai berikut :

a. Pasak

Pasak pada poros I

Bahan pasak : S35C

Penampang pasak ($b \times h$) : 16×10

Panjang pasak : 27 mm

Pasak pada poros II

Bahan pasak : S35C

Penampang pasak ($b \times h$) : 16×10

Panjang pasak : 47 mm

Pasak pada poros III

Bahan pasak : S35C

Penampang pasak ($b \times h$) : 18×11

Panjang pasak : 60 mm

Pasak pada poros IV

Bahan pasak : S35C

Penampang pasak ($b \times h$) : 28×16

Panjang pasak : 72 mm

b. Bantalan

Bantalan pada poros I :

Bantalan A

Jenis bantalan : Peluru

Nomor bantalan : 6010
Diameter dalam (d) : 50 mm
Diameter luar (D) : 90 mm
Kapasitas nominal dinamik spesifik (C) : 1700 kg

Bantalan B

Jenis bantalan : Peluru
Nomor bantalan : 6208
Diameter dalam (d) : 40 mm
Diameter luar (D) : 80 mm
Kapasitas nominal dinamik spesifik (C) : 2240 kg

Bantalan pada poros II :

Bantalan A

Jenis bantalan : Peluru
Nomor bantalan : 6011
Diameter dalam (d) : 55 mm
Diameter luar (D) : 90 mm
Kapasitas nominal dinamik spesifik (C) : 2200 kg

Bantalan B

Jenis bantalan : Peluru
Nomor bantalan : 6211
Diameter dalam (d) : 55 mm

Diameter luar (D) : 100 mm
Kapasitas nominal dinamik spesifik (C) : 3250 kg

Bantalan pada poros III :

Bantalan A

Jenis bantalan : Peluru
Nomor bantalan : 6011
Diameter dalam (d) : 55 mm
Diameter luar (D) : 90 mm
Kapasitas nominal dinamik spesifik (C) : 2200 kg

Bantalan B

Jenis bantalan : Peluru
Nomor bantalan : 6211
Diameter dalam (d) : 55 mm
Diameter luar (D) : 100 mm
Kapasitas nominal dinamik spesifik (C) : 3252 kg

Bantalan pada poros IV :

Bantalan A

Jenis bantalan : Rol kerucut
Nomor bantalan : 30219
Diameter dalam (d) : 95 mm

Diameter luar (D)	: 170 mm
Kapasitas nominal dinamik spesifik (C)	: 14000 kg
Bantalan B	
Jenis bantalan	: Rol kerucut
Nomor bantalan	: 30224
Diameter dalam (d)	: 120 mm
Diameter luar (D)	: 215 mm
Kapasitas nominal dinamik spesifik (C)	: 22800 kg

5. Pelumasan

Untuk pelumasannya digunakan pelumas minyak atau oli SAE 50 dengan cara dicelup.

DAFTAR PUSTAKA

- Harun, C Van Terheijden, 1986, "Alat-alat perkakas I", Penerbit Bina Cipta, Bandung.
- Harun, C Van Terheijden, 1986, "Alat-alat perkakas II", Penerbit Bina Cipta, Bandung.
- Juvinall R.C, 1983, "Fundamentals Of Machine Component Design", John Wiley & Sons, Singapore.
- Mehta, N.K, 1983, "Machine Tool Design", Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi.
- Niemann G,1978, "Machine Elements I and II", cetakan Springer Verlag, Berlin Heidelberg, New York.
- Niemann. G,1986, "Elemen Mesin Jilid I", Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Riyadi N. G, Pramono E.S, "Teori Bengkel", Penerbit ATMI, Surakarta.
- Sudibyo. B, "Transmisi Sabuk", Penerbit ATMI, Surakarta.
- Samsudin, "Teknologi Mekanik", Penerbit UGM, Yogyakarta.
- Sularso, Suga K,1997, "Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin", cetakan PT Pradnya Paramita, Jakarta.
- Yosef Eko Kristijanto, 1999, "Mesin bubut sembilan Variasi Putaran Untuk Mengerjakan Macam-macam Bahan Logam", Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta.

LAMPIRAN

Tabel L.1

Harga K untuk baja dan besi cor

Bahan yang dikerjakan	σ_B kg/mm ²	K	σ_B kg/mm ²	K
steel	30-40	132	70-80	191
	40-50	145	80-90	200
	50-60	157	90-100	226
	60-70	170	100-110	246
besi cor	140-160	81	200-220	98
	160-180	86	220-240	104
	180-200	92	240-260	108

Samsudin, Teknologi Mekanik, UGM

Tabel L.2Harga kecepatan potong V_c pada alat potong Tool Steel, HSS, dan Hard Metal

Material	Tegangan tarik (σ) kg/mm ²	Kecepatan potong V (m/min) untuk		
		Tool Steel	High Speed Steel	Hard Metal
MS \approx St	$\div 40$	15 \div 20	30 \div 35	36 \div 42
St	$\div 60$	12 \div 15	20 \div 30	30 \div 35
St	$\div 80$	10 \div 12	15 \div 25	20 \div 30
St	$\div 100$	6 \div 10	10 \div 15	15 \div 20
Tool Steel \approx St	$\div 140$	6 \div 8	10 \div 12	12 \div 18
	$\div 180$	4 \div 6	6 \div 10	12 \div 16
Cast Iron (St 22)	HB 160 \div 220	10 \div 12	16 \div 25	20 \div 25
Cast Steel	$\div 50$	8 \div 10	15 \div 20	18 \div 22
Brass	$\div 35$	20 \div 50	40 \div 80	45 \div 100
Bronze	$\div 50$	8 \div 12	15 \div 20	18 \div 25
Zn alloy	–	25 \div 30	60 \div 90	–
Al alloy	$\div 40$	60 \div 80	80 \div 150	100 \div 200

Machine Tool Calculation, ATMI, Surakarta

Tabel L.3

Harga faktor koreksi sabuk dan rodagigi

Jenis Transmisi	Kondisi	Efisiensi
Transmisi Sabuk :		
1. Sabuk pelat		$\eta \approx 0,98$
2. Sabuk – V		$\approx 0,99$
Transmisi Roda gigi :		
1. Dinding gigi kasar	Penuangan	$\eta \approx 0,9 \dots 0,92$
2. Dinding gigi halus	Diminyaki	$\approx 0,94$
3. Dinding gigi halus	Direndam minyak	$\approx 0,96$
4. Pasangan rodagigi baja dengan rodagigi plastik	Kering	$\approx 0,83$
	Diminyaki	$\approx 0,88$
5. Pasangan rodagigi plastik	Kering	$\approx 0,8$
	diminyaki	$\approx 0,85$

Tabel L.4
 Daya motor listrik tiga phase (380V/3Φ/50Hz)

Output		Full Load rpm	Frame No.	Ins Class	Efficiency			Power factor			Current		Torque			Rotor GD2 Kg.m ²
HP	KW				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)	
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

Li Tang Electric Industry Corp. LM Motor Industri (ISO-9002)

Tabel L.5

Harga kecepatan potong

Material Tool		Roughing			Finishing		
		Cutting speed v m/min	Feed s mm/U	Depth of cut a mm	Cutting speed v m/min	Feed s mm/U	Depth of cut a mm
Steel strength 50 kg/mm ²	W	14	0,5	4	20	0,2	1
	HSS	22	1	10	30	0,5	1
	H	150	2,5	15	250	0,25	1,5
50 – 70 kg/mm ²	W	10	0,5	4	15	0,2	1
	HSS	20	1	10	24	0,5	1
	H	120	2,5	15	200	0,25	1,5
70 – 85 kg/mm ²	W	8	0,5	4	12	0,2	1
	HSS	15	1	10	20	0,5	1
	H	80	2	15	140	0,2	1,5
Tool steel	W	6	0,5	3	8	0,2	1
	HSS	12	1	8	16	0,5	1
	H	30	0,6	5	50	0,15	1

W = tool steel

HSS = high-speed steel

H = cemented carbide

Nunung, Bengkel, ATMI

Tabel L.6Nilai rasio R_n untuk mesin perkakas

Jenis M.perkakas	Harga R_n
M.bubut center	40-60
M.koter	40-60
Freis	30-50
Skrap	10
Gurdi	15-30
Bubut otomatis	8-10
B.semı otomatis	16-24
Gerinda	1-10

Tabel L.7

Faktor-faktor koreksi daya yang akan ditransmisikan

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

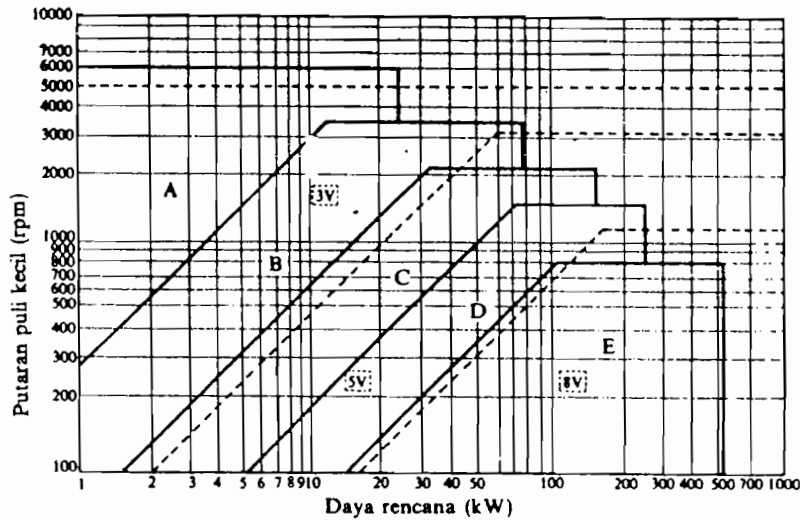
Sularso, Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin

Tabel L.8Harga kecepatan-kecepatan spindle standar untuk berbagai nilai \emptyset

$\emptyset = 1,12$	$\emptyset = 1,26$	$\emptyset = 1,41$	$\emptyset = 1,58$	$\emptyset = 1,78$	$\emptyset = 2$
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			
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.9
Grafik pemilihan sabuk – V



Tabel L.10
Ukuran puli – V

Penampang Sabuk-V	Diameter nominal (d_p)	α ($^\circ$)	W	L_0	K	K_0	e	f
A	71 – 100	34	11,95	9,2	4,5	8,0	15,0	10,0
	101 – 125	36	12,12					
	126 atau lebih	38	12,30					
B	125 – 160	34	15,86	12,5	5,5	9,5	19,0	12,5
	161 – 200	36	16,07					
	201 atau lebih	38	16,29					
C	200 – 250	34	21,18	16,9	7,0	12,0	25,5	17,0
	251 – 315	36	21,45					
	316 atau lebih	38	21,72					
D	355 – 450	36	30,77	24,6	9,5	15,5	37,0	24,0
	451 atau lebih	38	31,14					
E	500 – 630	36	36,95	28,7	12,7	19,3	44,5	29,0
	631 atau lebih	38	37,45					

Sularso, Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin

Tabel L.11
Diameter min puli yang diizinkan dan dianjurkan (mm)

Penampang	A	B	C	D	E
Diameter min yang diizinkan	65	115	175	300	450
Diameter min yang dianjurkan	95	145	225	350	550

Sularso, Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin

Tabel L.12
 Faktor koreksi K_{θ}

$\frac{D_p - d_p}{C}$	Sudut kontak puli kecil $\theta (^{\circ})$	Faktor koreksi K_{θ}
0,00	180	1,00
0,10	174	0,99
0,20	169	0,97
0,30	163	0,96
0,40	157	0,94
0,50	151	0,93
0,60	145	0,91
0,70	139	0,89
0,80	133	0,87
0,90	127	0,85
1,00	120	0,82
1,10	113	0,80
1,20	106	0,77
1,30	99	0,73
1,40	91	0,70
1,50	83	0,65

Sularso, Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin

BASIC HORSEPOWER RATINGS

Table 13 "A" Section (Standard Grade V-Belt)

Tabel L.13
Harga kapasitas daya yang ditransmisikan untuk sabuk - V

RPM of Faster Shaft	Rated HP per Belt for Small Sheave Pitch Diameter																	Additional HP per Belt for Speed Ratio										RPM of Faster Shaft	
	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	140	150	160	175 (mm)	1.00 to 1.01	1.02 to 1.04	1.05 to 1.08	1.09 to 1.12	1.13 to 1.18	1.15 to 1.24	1.25 to 1.34	1.35 to 1.51	1.52 to 1.99		2.00 and Over
1160	.74	.90	1.06	1.22	1.37	1.53	1.68	1.83	1.98	2.13	2.28	2.43	2.58	2.73	3.01	3.30	3.58	3.99	.00	.02	.04	.06	.08	.10	.13	.15	.17	.19	1160
1750	.98	1.21	1.44	1.66	1.88	2.10	2.32	2.53	2.74	2.95	3.16	3.37	3.57	3.77	4.16	4.55	4.92	5.46	.00	.03	.06	.09	.13	.16	.19	.22	.25	.28	1750
3450	1.41	1.80	2.19	2.56	2.92	3.27	3.61	3.94	4.25	4.56	4.85	5.13	5.40	5.65	6.12	6.52	6.86	7.25	.00	.06	.12	.19	.25	.31	.37	.43	.50	.56	3450
200	.20	.23	.26	.29	.33	.36	.39	.42	.45	.48	.51	.55	.58	.61	.67	.73	.79	.88	.00	.00	.01	.01	.01	.02	.02	.03	.03	.03	200
400	.34	.40	.46	.52	.58	.64	.70	.76	.82	.88	.93	.99	1.05	1.11	1.22	1.33	1.45	1.61	.00	.01	.01	.02	.03	.04	.04	.05	.06	.06	400
600	.46	.55	.64	.72	.81	.90	.98	1.07	1.15	1.23	1.32	1.40	1.48	1.57	1.73	1.89	2.06	2.30	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.08	.09	.10	600
800	.57	.68	.80	.91	1.02	1.13	1.24	1.35	1.46	1.57	1.68	1.79	1.89	2.00	2.21	2.42	2.63	2.94	.00	.01	.03	.04	.06	.07	.09	.10	.12	.13	800
1000	.67	.81	.95	1.08	1.22	1.36	1.49	1.63	1.76	1.89	2.02	2.15	2.28	2.41	2.67	2.92	3.17	3.54	.00	.02	.04	.05	.07	.09	.11	.13	.14	.16	1000
1200	.76	.93	1.09	1.25	1.41	1.57	1.73	1.88	2.04	2.19	2.35	2.50	2.65	2.80	3.10	3.39	3.68	4.11	.00	.02	.04	.06	.09	.11	.13	.15	.17	.19	1200
1400	.85	1.04	1.22	1.41	1.59	1.77	1.95	2.13	2.31	2.48	2.66	2.83	3.00	3.17	3.51	3.84	4.16	4.63	.00	.03	.05	.08	.10	.13	.15	.18	.20	.23	1400
1600	.93	1.14	1.35	1.55	1.76	1.96	2.16	2.36	2.56	2.76	2.95	3.14	3.33	3.52	3.89	4.25	4.61	5.12	.00	.03	.06	.09	.12	.14	.17	.20	.23	.26	1600
1800	1.00	1.23	1.47	1.69	1.92	2.15	2.37	2.59	2.80	3.02	3.23	3.44	3.65	3.85	4.25	4.64	5.02	5.57	.00	.03	.06	.10	.13	.16	.19	.23	.26	.29	1800
2000	1.07	1.33	1.58	1.83	2.07	2.32	2.56	2.80	3.03	3.26	3.49	3.72	3.94	4.16	4.59	5.00	5.40	5.97	.00	.04	.07	.11	.14	.18	.22	.25	.29	.32	2000
2200	1.13	1.41	1.68	1.95	2.22	2.48	2.74	2.99	3.25	3.49	3.74	3.98	4.21	4.44	4.89	5.33	5.74	6.33	.00	.04	.08	.12	.16	.20	.24	.28	.32	.36	2200
2400	1.19	1.49	1.78	2.07	2.35	2.63	2.91	3.18	3.45	3.71	3.97	4.22	4.46	4.71	5.17	5.62	6.04	6.63	.00	.04	.09	.13	.17	.22	.26	.30	.35	.39	2400
2600	1.24	1.56	1.87	2.18	2.48	2.78	3.07	3.35	3.63	3.91	4.18	4.44	4.69	4.94	5.42	5.88	6.30	6.88	.00	.05	.09	.14	.19	.23	.28	.33	.37	.42	2600
2800	1.29	1.63	1.96	2.28	2.60	2.91	3.21	3.51	3.80	4.09	4.37	4.64	4.90	5.16	5.64	6.10	6.52	7.07	.00	.05	.10	.15	.20	.25	.30	.35	.40	.45	2800
3000	1.34	1.69	2.04	2.38	2.71	3.03	3.35	3.66	3.96	4.25	4.54	4.82	5.08	5.34	5.83	6.28	6.68	7.20	.00	.05	.11	.16	.22	.27	.32	.38	.43	.49	3000
3200	1.37	1.74	2.11	2.46	2.81	3.14	3.47	3.79	4.10	4.40	4.69	4.97	5.24	5.50	5.98	6.41	6.80	7.27	.00	.06	.12	.17	.23	.29	.35	.40	.46	.52	3200
3400	1.41	1.79	2.17	2.54	2.90	3.24	3.58	3.91	4.22	4.53	4.82	5.10	5.37	5.62	6.09	6.50	6.86	7.27	.00	.06	.12	.18	.24	.31	.37	.43	.49	.55	3400
3600	1.44	1.84	2.23	2.61	2.98	3.33	3.68	4.01	4.33	4.64	4.93	5.21	5.47	5.72	6.17	6.55	6.86	7.27	.00	.06	.13	.19	.26	.32	.39	.45	.52	.58	3600
3800	1.46	1.87	2.28	2.67	3.04	3.41	3.76	4.10	4.42	4.72	5.01	5.29	5.54	5.78	6.20	6.55	6.81	7.20	.00	.07	.14	.21	.27	.34	.41	.48	.55	.62	3800
4000	1.47	1.90	2.32	2.72	3.10	3.47	3.83	4.17	4.49	4.79	5.07	5.34	5.58	5.81	6.20	6.48	6.78	7.17	.00	.07	.14	.22	.29	.36	.43	.50	.58	.65	4000
4200	1.49	1.93	2.35	2.76	3.15	3.52	3.88	4.22	4.54	4.83	5.11	5.36	5.59	5.80	6.14	6.41	6.71	7.10	.00	.08	.15	.23	.30	.38	.45	.53	.60	.68	4200
4400	1.49	1.94	2.38	2.79	3.19	3.56	3.92	4.25	4.56	4.85	5.12	5.36	5.57	5.76	6.04	6.31	6.61	7.00	.00	.08	.16	.24	.32	.40	.48	.55	.63	.71	4400
4600	1.49	1.95	2.39	2.81	3.21	3.59	3.94	4.27	4.57	4.85	5.10	5.32	5.51	5.67	5.91	6.18	6.47	6.86	.00	.08	.17	.25	.33	.41	.50	.58	.66	.75	4600
4800	1.49	1.95	2.40	2.82	3.22	3.60	3.94	4.27	4.56	4.82	5.05	5.25	5.42	5.58	5.78	5.98	6.18	6.38	.00	.09	.17	.26	.35	.43	.52	.60	.69	.78	4800
5000	1.47	1.95	2.40	2.82	3.22	3.59	3.93	4.24	4.52	4.77	4.98	5.16	5.32	5.48	5.66	5.83	6.00	6.17	.00	.09	.18	.27	.36	.45	.54	.63	.72	.81	5000
5200	1.45	1.94	2.39	2.81	3.21	3.57	3.90	4.20	4.46	4.68	4.87	5.04	5.19	5.34	5.50	5.65	5.80	5.95	.00	.09	.19	.28	.37	.47	.56	.66	.75	.84	5200
5400	1.43	1.91	2.37	2.79	3.18	3.54	3.85	4.13	4.38	4.58	4.74	4.89	5.04	5.18	5.33	5.47	5.61	5.75	.00	.10	.19	.29	.39	.49	.58	.68	.78	.87	5400
5600	1.40	1.89	2.34	2.76	3.14	3.48	3.79	4.05	4.27	4.44	4.59	4.73	4.86	4.98	5.11	5.23	5.35	5.47	.00	.10	.20	.30	.40	.50	.60	.71	.81	.91	5600
5800	1.36	1.85	2.30	2.71	3.09	3.42	3.70	3.94	4.13	4.29	4.43	4.56	4.68	4.79	4.90	5.00	5.10	5.19	.00	.10	.21	.31	.42	.52	.63	.73	.84	.94	5800
6000	1.31	1.80	2.25	2.65	3.02	3.33	3.59	3.81	3.99	4.13	4.26	4.38	4.49	4.59	4.68	4.76	4.83	4.90	.00	.11	.22	.32	.43	.54	.65	.76	.86	.97	6000
6200	1.26	1.75	2.19	2.59	2.93	3.23	3.47	3.65	3.79	3.91	4.02	4.12	4.21	4.29	4.36	4.42	4.47	4.51	.00	.11	.22	.33	.45	.56	.67	.78	.89	1.00	6200
6400	1.20	1.68	2.12	2.50	2.83	3.10	3.32	3.50	3.63	3.74	3.84	3.93	4.01	4.08	4.14	4.19	4.23	4.26	.00	.12	.23	.35	.46	.58	.69	.81	.92	1.04	6400
6600	1.14	1.61	2.04	2.40	2.72	2.96	3.12	3.26	3.38	3.48	3.57	3.65	3.72	3.78	3.83	3.87	3.90	3.92	.00	.12	.24	.36	.48	.59	.71	.83	.95	1.07	6600
6800	1.06	1.53	1.94	2.29	2.58	2.81	2.96	3.08	3.18	3.26	3.33	3.39	3.44	3.48	3.51	3.53	3.55	3.56	.00	.12	.25	.37	.49	.61	.73	.86	.98	1.10	6800
7000	.98	1.44	1.84	2.17	2.43	2.64	2.80	2.93	3.03	3.11	3.18	3.24	3.29	3.33	3.36	3.38	3.40	3.41	.00	.13	.25	.38	.50	.63	.76	.88	1.01	1.13	7000
7200	.89	1.34	1.72	2.03	2.27	2.45	2.59	2.70	2.79	2.86	2.92	2.97	3.01	3.04	3.06	3.08	3.09	3.10	.00	.13	.26	.39	.52	.65	.78	.91	1.04	1.17	7200
7400	.79	1.23	1.59	1.88	2.08	2.24	2.37	2.47	2.55	2.61	2.66	2.70	2.73	2.75	2.77	2.78	2.79	2.80	.00	.13	.27	.40	.53	.67	.80	.93	1.07	1.20	7400
7600	.68	1.10	1.45	1.71	1.89	2.03	2.14	2.23	2.30	2.35	2.39	2.42	2.45	2.47	2.49	2.50	2.51	2.52	.00	.14	.27	.41	.53	.68	.82	.96	1.09	1.23	7600

Belt speed above 30m/sec., special sheaves may be necessary.

Tabel L.14

Daerah penyetelan jarak sumbu poros

Nomor nominal sabuk	Panjang keliling sabuk	Ke sebelah dalam dari letak standar ΔC_i					Ke sebelah luar dari letak standar ΔC_l (umum untuk semua tipe)
		A	B	C	D	E	
11 – 38	280 – 970	20	25				25
38 – 60	970 – 1500	20	25	40			40
60 – 90	1500 – 2200	20	35	40			50
90 – 120	2200 – 3000	25	35	40			65
120 – 158	3000 – 4000	25	35	40	50		75

Sularso, Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin

Tabel L.15

Harga panjang sabuk – V standar

Nomor nominal		Nomor nominal		Nomor nominal		Nomor nominal	
(inch)	(mm)	(inch)	(mm)	(inch)	(mm)	(inch)	(mm)
10	254	45	1143	80	2032	115	2921
11	279	46	1168	81	2057	116	2946
12	305	47	1194	82	2083	117	2972
13	330	48	1219	83	2108	118	2997
14	356	49	1245	84	2134	119	3023
15	381	50	1270	85	2159	120	3048
16	406	51	1295	86	2184	121	3073
17	432	52	1321	87	2210	122	3099
18	457	53	1346	88	2235	123	3124
19	483	54	1372	89	2261	124	3150
20	508	55	1397	90	2286	125	3175
21	533	56	1422	91	2311	126	3200
22	559	57	1448	92	2337	127	3226
23	584	58	1473	93	2362	128	3251
24	610	59	1499	94	2388	129	3277
25	635	60	1524	95	2413	130	3302
26	660	61	1549	96	2438	131	3327
27	686	62	1575	97	2464	132	3353
28	711	63	1600	98	2489	133	3378
29	737	64	1626	99	2515	134	3404
30	762	65	1651	100	2540	135	3429
31	787	66	1676	101	2565	136	3454
32	813	67	1702	102	2591	137	3480
33	838	68	1727	103	2616	138	3505
34	864	69	1753	104	2642	139	3531
35	889	70	1778	105	2667	140	3556
36	914	71	1803	106	2692	141	3581
37	940	72	1829	107	2718	142	3607
38	965	73	1854	108	2743	143	3632
39	991	74	1880	109	2769	144	3658
40	1016	75	1905	110	2794	145	3683
41	1041	76	1930	111	2819	146	3708
42	1067	77	1956	112	2845	147	3734
43	1092	78	1981	113	2870	148	3759
44	1118	79	2007	114	2896	149	3785

Sularso, Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin

Tabel L.16

Harga modul standar (JIS B 1701 – 1973)

Seri ke – 1	Seri ke – 2	Seri ke – 3	Seri ke – 1	Seri ke – 2	Seri ke – 3
0,1				3,5	
	0,15		4		3,75
0,2				4,5	
	0,25		5		
0,3				5,5	
	0,35		6		6,5
0,4				7	
	0,45		8		
0,5				9	
	0,55		10		
0,6		0,65		11	
	0,7		12		
	0,75			14	
0,8			16		
	0,9			18	
1			20		
1,25				22	
1,5			25		
	1,75			28	
2,			32		
	2,25			36	
2,5			40		
	2,75			45	
3			50		
		3,25			

Sularso, Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin

Tabel L.17

Faktor bentuk gigi

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

Sularso, Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin

Tabel L.18
Faktor dinamis f_v

Kecepatan rendah	$v = 0,5 - 10 \text{ m/s}$	$f_v = \frac{3}{3 + v}$
Kecepatan sedang	$v = 5 - 20 \text{ m/s}$	$f_v = \frac{6}{6 + v}$
Kecepatan tinggi	$v = 20 - 50 \text{ m/s}$	$f_v = \frac{5,5}{5,5 + \sqrt{v}}$

Sularso, Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin

Tabel L.19
Tegangan lentur yang diizinkan σ_a pada bahan rodagigi

Kelompok bahan	Lambang bahan	Kekuatan tarik σ_B (kg/mm ²)	Kekerasan (Brinell) H_B	Tegangan lentur yang diizinkan σ_a (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 49	49	190	20
Baja karbon untuk konstruksi 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 dalam minyak)	30
	SNC 21	80	600 (dicelup dingin dalam air)	35 – 40
	SNC 22	100		40 – 55
Baja khrom nikel	SNC 1	75	212 – 255	35 – 40
	SNC 2	85	248 – 302	40 – 60
	SNC 3	95	269 – 321	40 – 60
Perunggu Logam delta Perunggu fosfor (coran) Perunggu nikel (coran)		18	85	5
		35 – 60	–	10 – 20
		19 – 30	80 – 100	5 – 7
Damar phenol, dll		64 – 90	180 – 260	20 – 30
				3 – 5

Sularso, Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin

Tabel L.20

Faktor tegangan kontak pada bahan rodagigi

Bahan rodagigi (Kekerasan H_B)		k_H (kg/mm^2)	Bahan rodagigi (Kekerasan H_B)		k_H (kg/mm^2)
Pinyon	Rodagigi bsr		Pinyon	Rodagigi bsr	
Baja 150	Baja 150	0,027	Baja 400	Baja 400	0,311
200	150	0,039	500	400	0,329
250	150	0,053	600	400	0,348
200	200	0,053	500	500	0,389
250	200	0,069	600	600	0,569
300	200	0,086	150	Besi cor	0,039
250	250	0,086	200	Besi cor	0,079
300	250	0,107	250	Besi cor	0,130
350	250	0,130	300	Besi cor	0,139
300	300	0,130	150	Perunggu fosfor	0,041
350	300	0,154	200	Perunggu fosfor	0,082
400	300	0,168	250	Perunggu fosfor	0,135
350	350	0,182	Besi cor	Besi cor	0,188
400	350	0,210	Besi cor nikel	Besi cor nikel	0,186
500	350	0,226	Besi cor nikel	Perunggu fosfor	0,155

Sularso, Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin

Tabel L.21

Perhitungan beban ekuivalen

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

Sularso, Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin

Tabel L.22Harga patokan untuk umur pakai L_h

Jenis pemakaian	L_h	
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 pengerjaan kayu	15000	20000
Mesin percetakan	15000	30000
Pompa pusingan	10000	30000

Sudibyo, Bantalan gelinding, ATMI

Tabel L.23

Macam-macam bantalan gelinding dan spesifikasinya

Deep-groove ball bearing					
DIN 625 (Aug.1942)					
$P = x \cdot P_r + y \cdot P_a$					
			$x = 1$		$x = 1,4$
			$C : P_a$	5	10
			Y	1,4	20
					40
					2,0
d	D	r	Symbol	b	C Kgf
3	10	0,5	EL3	4	40
4	13		4	5	80
5	16		5	5	140
6	19		6	6	216
7	19		7	6	156
8	22		8	7	240
9	24		9	7	260
10	26		6000x	8	340
12	28		01x	8	375
15	32		02x	9	405
17	35		03x	10	460
20	42	1	04x	12	695
25	47		05x	12	750
30	55	1,5	06x	13	1000
35	62		07x	14	1200
40	68		08x	15	1270
45	75		09x	16	1630
50	80		10x	16	1700
55	90	2	11x	18	2200
60	95		12x	18	2280
65	100		13x	18	2400
70	110		14x	20	3000
75	115		15x	20	3150
80	125		16x	22	3750
85	130		17x	22	3900
90	140	2,5	18x	24	4550
95	145		19x	24	4800
100	150		20x	24	4800
105	160	3	21x	26	5700
110	170		22x	28	6400
120	180		24x	28	6700
130	200		26x	33	8300
140	210		28x	33	8650
150	225	3,5	30x	35	9800
160	240		32x	38	11000
170	260		34x	42	12900
180	280		36x	46	14600
190	290		38x	46	15600
200	310		40x	51	17600
220	340	4	44x	56	20000
240	360		48x	56	21200
260	400	5	52x	65	24500

280	420		56x	65	25500
300	460		60x	74	30500
320	480		64x	74	32000
340	520	6	68x	82	38000
360	540		72x	82	40000
380	560		76x	82	40000
400	600		80x	90	45000
4	16	0,5	R 4	5	140
5	19		R 5	6	216
7	22		R 7	7	240
9	26	1	R 9	8	340
10	30		6200	9	340
12	32		01	10	530
15	35		02	11	585
17	40	1,5	03	12	720
20	47		04	14	980
25	52		05	15	1040
30	62		06	16	1460
35	72	2	07	17	1960
40	80		08	18	2240
45	85		09	19	2500
50	90		10	20	2700
55	100	2,5	11	21	3250
60	110		12	22	4000
65	120		13	23	4400
70	125		14	24	4650
75	130		15	25	5000
80	140	3	16	26	5500
85	150		17	28	6300
90	160		18	30	7100
95	170	3,5	19	32	8000
100	180		20	34	9000
105	190		21	36	9800
110	200		22	38	10800
120	215		24	40	11000
130	230	4	26	40	12000
140	250		28	42	12900
150	270		30	45	13700
160	290		32	48	14600
170	310	5	34	52	17000
180	320		36	52	18300
190	340		38	55	20800
200	360		40	58	22000
220	400		44	65	24500
240	440		48	72	30000
260	480	6	52	80	34000
280	500		56	80	36000

Niemann, Machine Elements I and II

Tabel L.24

Macam-macam bantalan kerucut dan spesifikasinya

				Taper roller bearing					Taper rolling bearing						
				DIN 720 (AUG 1942)					DIN 720 (AUG 1942)						
				$P = x \cdot P_r + y \cdot P_a$					$P = x \cdot P_r + y \cdot P_a$						
				$P > P_r$	$x = 0,5$	Bearing no.	y	$P > P_r$	$x = 0,5$	$y = 1,6$			C Kgf		
				$P \leq P_r$	$x = 1,0$	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	$P \leq 1,4 P_r$	$x = 1,4$						
d	D	r	r_1	Symbol	b_I	b_a	B		C kgf	Symbol	b_I	b_a	B		C Kgf
						max min						max min			
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.25

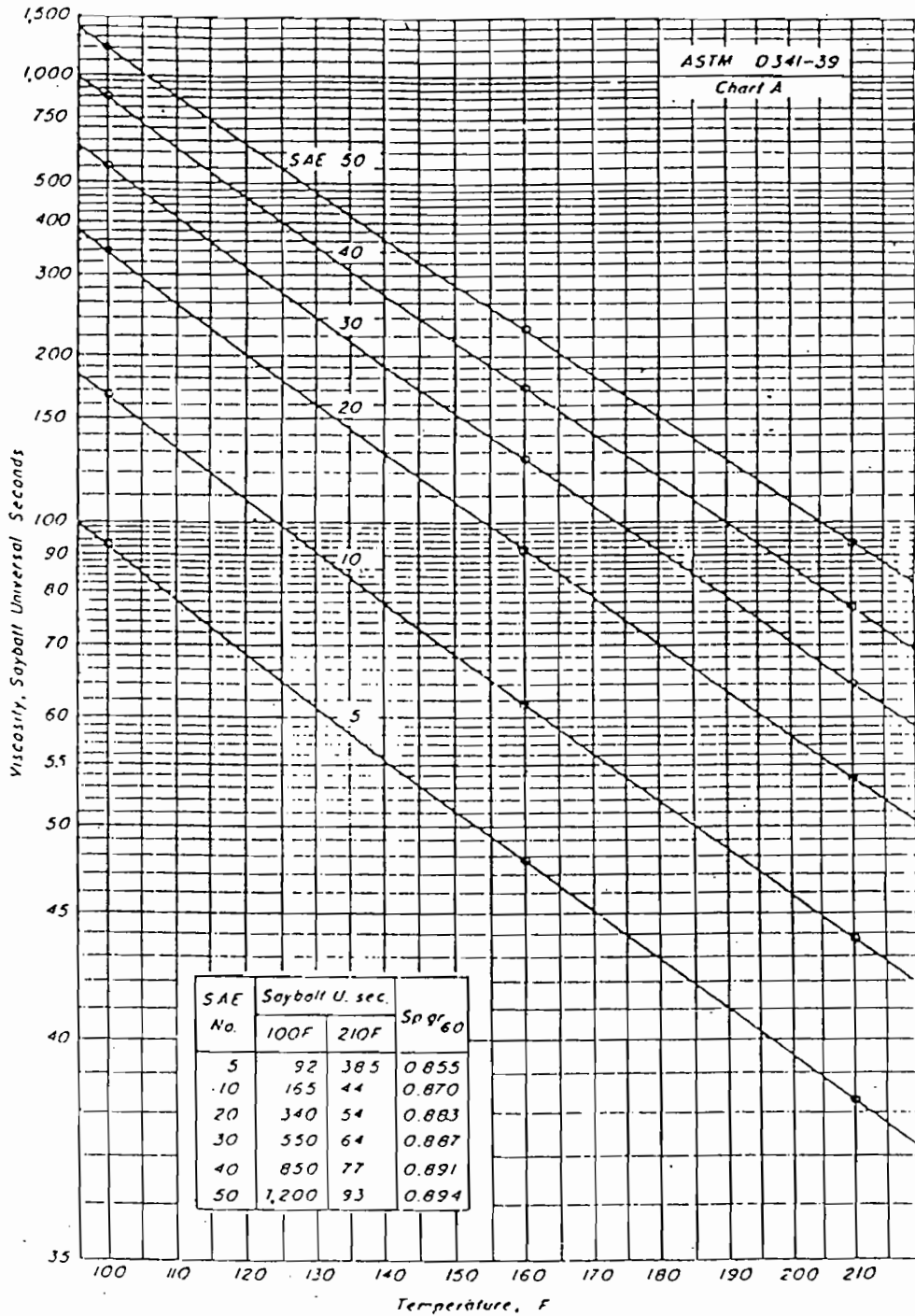
Harga ukuran dan alur pasak

Ukuran nominal pasak $b \times h$	Ukuran standar $b, b_1,$ dan b_2	Ukuran standar h		C	l^*	Ukuran standar t_1	Ukuran standar t_2			r_1 dan r_2	Referensi ϕ poros yang dpt dipakai d^{**}
		Pasak prismatis Pasak luncur	Pasak tirus				Pasak prismatis	Pasak luncur	Pasak tirus		
2 x 2	2	2		0,16 - 0,25	6 - 20	1,2	1,0		0,5	0,08 - 0,16	> 6 - 8
3 x 3	3	3			6 - 36	1,8	1,4		0,9		> 8 - 10
4 x 4	4	4			8 - 45	2,5	1,8		1,2		> 10 - 12
5 x 5	5	5		0,25 - 0,40	10 - 56	3,0	2,3		1,7	0,16 - 0,25	> 12 - 17
6 x 6	6	6			14 - 70	3,5	2,8		2,2		> 17 - 22
(7 x 7)	7	7	7,2		16 - 80	4,0	3,0	3,5	3,0		> 20 - 25
8 x 7	8	7		0,4 - 0,6	18 - 90	4,0	3,3		2,4	0,25 - 0,40	> 22 - 30
10 x 8	10	8			22 - 110	5,0	3,3		2,4		> 30 - 38
12 x 8	12	8			28 - 140	5,0	3,3		2,4		> 38 - 44
14 x 9	14	9		0,6 - 0,8	36 - 160	5,5	3,8		2,9	0,40 - 0,60	> 44 - 50
(15 x 10)	15	10	10,2		40 - 180	5,0	5,0	5,5	5,0		> 50 - 55
16 x 10	16	10			45 - 180	6,0	4,3		3,4		> 50 - 58
18 x 11	18	11		0,6 - 0,8	50 - 200	7,0	4,4		3,4	0,40 - 0,60	> 58 - 65
20 x 12	20	12			56 - 220	7,5	4,9		3,9		> 65 - 75
22 x 14	22	14			63 - 250	9,0	5,4		4,4		> 75 - 85
(24 x 16)	24	16	16,2	0,6 - 0,8	70 - 280	8,0	8,0	8,5	8,0	0,40 - 0,60	> 80 - 90
25 x 14	25	14			70 - 280	9,0	5,4		4,4		> 85 - 95
28 x 16	28	16			80 - 320	10,0	6,4		5,4		> 95 - 110
32 x 18	32	18		90 - 360	11,0	7,4		6,4	> 110 - 130		

* l harus dipilih dari angka-angka berikut sesuai dengan daerah yang bersangkutan dalam tabel.
6,8,10,12,14,16,18,20,22,25,28,32,36,40,45,50,56,63,70,80,90,100,110,125,140,160,180,200,220,250,280,320,360,400.

Sularso, Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin

Tabel 26
 Grafik pemilihan pelumas





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

No: 299 /FT .USD/TM/ Februari/2003

NAMA : Herry Wibowo
NIM : 995214048
NIRM :
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik , Univ. Sanata Dharma Yogyakarta
Judul TGA :
Rancang Speed Gear Box untuk sebuah mesin bubut, untuk pengerjaan
bahan dari baja Medium.
Jumlah tingkat kecepatan 8 tingkat

Tanggal dimulai : 25 Februari 2003

Pembimbing II

Yogyakarta , 25 Februari 2003
Pembimbing I

Ir. Rines Alapan, M.T.



JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SANATA DHARMA

Kampus III, Paingan Maguwoharjo, Sleman -Yogyakarta
Telp.(0274) 883037, 883968, 886530; Fax.(0274) 886529; Email : teknik@staff.usd.ac.id

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

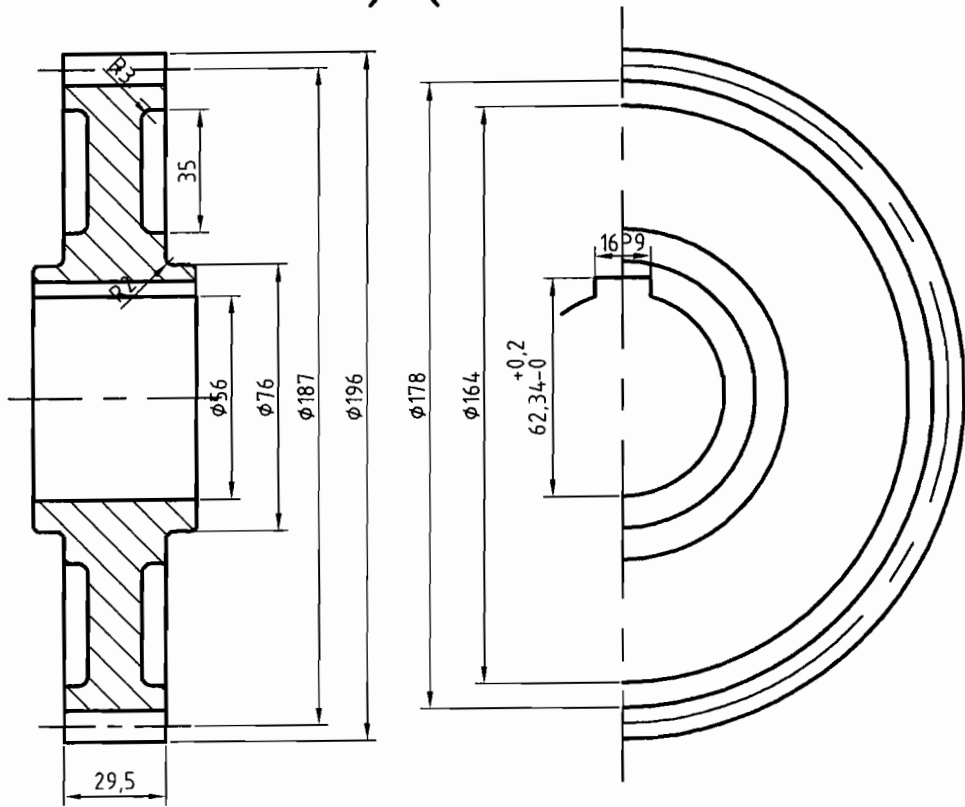
No: 299 /FT .USD/TM/ Februari/2003

NAMA : Herry Wibowo
NIM : 995214048
NIRM :
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik , Univ. Sanata Dharma Yogyakarta
Judul TGA :
Rancang Speed Gear Box untuk sebuah mesin bubut, untuk pengerjaan bahan dari baja Medium.
Jumlah tingkat kecepatan 8 tingkat.

Tanggal dimulai : 25 Februari 2003
Pembimbing I : Ir. Rines Alapan, M.T.
Pembimbing II : -

No	Tgl	Uraian	Keterangan	Tanda Tangan
1	8-4-03	Bab I dan Bab II	revisi	
2	22-8-03	Bab III dan Bab IV	revisi	
3	27-9-03	Bab V	revisi	
4	25-2-04	Bab VI	revisi	
5	18-6-04	Bab VII dan Bab VIII	revisi	
6	6-7-04	Gambar	Boleh diseminarkan	
7				
8				
9				
10				

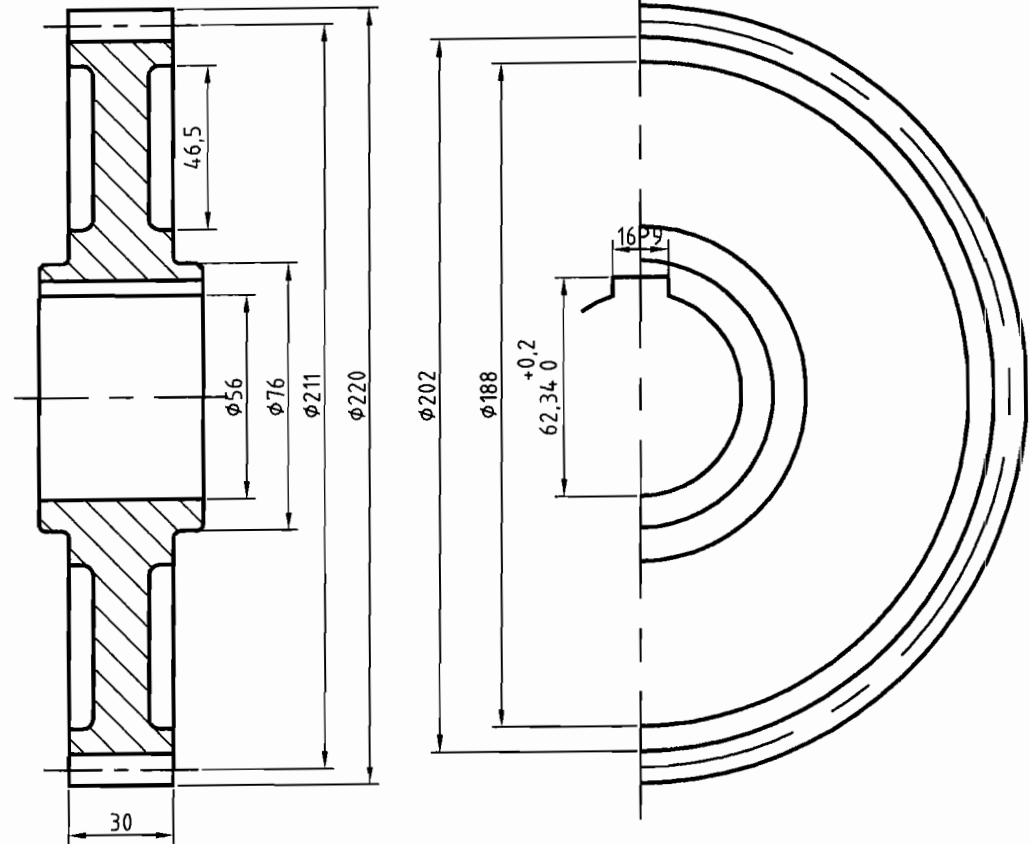
18 $\nabla(\checkmark)$



Roda gigi 2

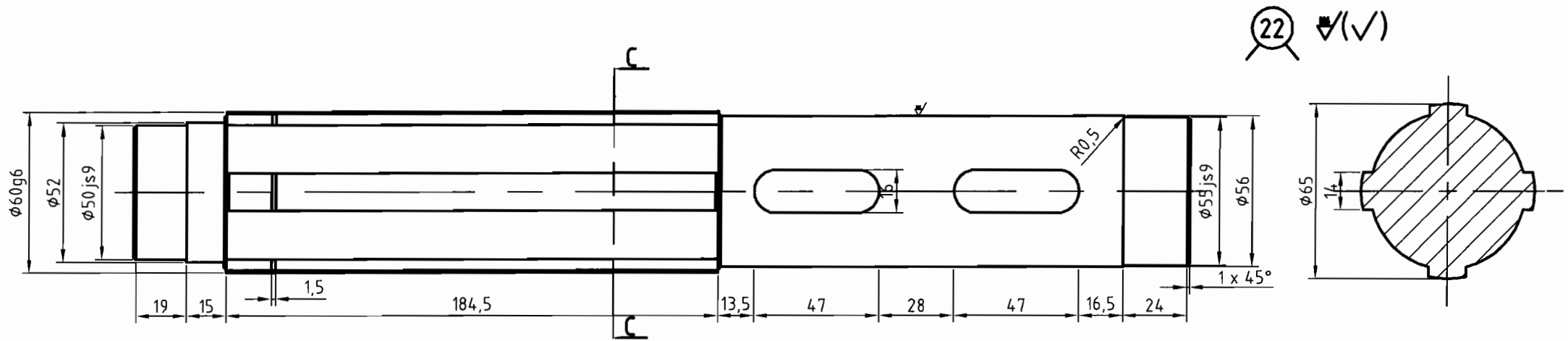
Modul	4
Jumlah gigi	47
Sudut kontak	20°
Tinggi kepala	196
Tinggi kaki	178
Tinggi gigi	9
Tinggi jarak bagi	187
Faktor koreksi	1,1
Jarak sumbu	159

19 $\nabla(\checkmark)$



Roda gigi 4

Modul	4
Jumlah gigi	53
Sudut kontak	20°
Tinggi kepala	220
Tinggi kaki	202
Tinggi gigi	9
Tinggi jarak bagi	211
Faktor koreksi	1,1
Jarak sumbu	159





JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SANATA DHARMA

Kampus III, Paingan Maguwoharjo, Sleman -Yogyakarta

Telp.(0274) 883037, 883968, 886530; Fax.(0274) 886529; Email : teknik@staff.usd.ac.id

UJIAN PENDADARAN TUGAS AKHIR / SKRIPSI

TANGGAL : 11 Agustus 2004

NAMA Mhs. : HERRY WIBOWO

NIM : 995214048

JUDUL :
*Speed Gear Box Of Lathe Machine With 8 Rotation Variation
For Work Steel Medium Material*

Pembimbing Utama : Ir. Rines, M.T.

Pembimbing Kedua :-



USULAN REVISI DARI DOSEN PENGUJI

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

Daftar Pustaka. ✓

Gambar → diameter poros & diameter roda gigi tidak sama ✓

Kata pengantar ✓

Judul. ✓

Revisi sudah diperiksa
20 OKT 2004.
Pembimbing