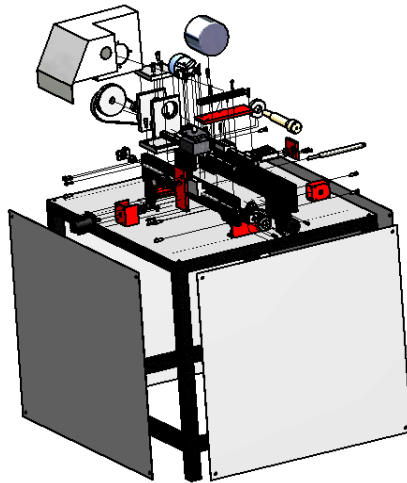




**PROSES PEMBUATAN SPINDEL UTAMA
PADA MESIN BUBUT CNC
PROYEK AKHIR**

**Diajukan Kepada Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta
Untuk Memenuhi Salah-Satu Persyaratan
Guna Memperoleh Gelar Ahli Madya**



Oleh :

MUJABIRUL KHOIR

07508134005

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

2011

HALAMAN PERSETUJUAN
PROYEK AKHIR
PROSES PEMBUATAN SPINDEL UTAMA
PADA MESIN BUBUT CNC

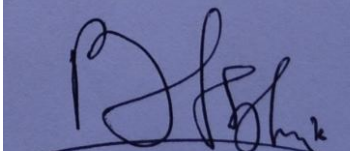
Dipersiapkan dan disusun oleh:

MUJABIRUL KHOIR
NIM. 07508134005

Laporan ini telah disetujui oleh pembimbing proyek akhir untuk digunakan sebagai salah satu persyaratan menyelesaikan jenjang Diploma III pada program Diploma Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta untuk memenuhi persyaratan guna memperoleh gelar Ahli Madya Program Studi Teknik Mesin

Yogyakarta, April 2011

Menyetujui Dosen Pembimbing


Bambang Setiyo H.P.M.Pd
NIP. 19571006 198812 1 001

Bambang Setiyo H.P.M.Pd
NIP. 19571006 198812 1 001



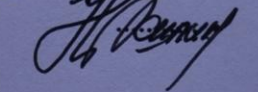
HALAMAN PENGESAHAN
PROYEK AKHIR
PROSES PEMBUATAN SPINDEL UTAMA
PADA MESIN BUBUT CNC

Disusun Oleh:

MUJABIRUL KHOIR
NIM. 07508134005

Telah dipertahankan di depan Panitia Penguji Tugas Akhir
Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta
Pada tanggal 09 Maret 2010 dan dinyatakan
Telah memenuhi syarat memperoleh
Gelar Ahli Madya D3

SUSUNAN PANITIA PENGUJI

Penguji	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
1. Ketua	Bambang Setiyo H.P, M.Pd		05/05/11
2. Sekretaris	Paryanto, M.Pd		05/05/11
3. Penguji Utama	Dr. Zainur Rofiq		01/05/2011

Yogyakarta, April 2011

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Negeri Yogyakarta



Wardan Suyanto, Ed.D.

NIP. 19540810 197803 1 001

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Mujabirul Khoir

NIM : 07508134005

Jurusan : Teknik Mesin

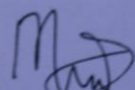
Fakultas : Teknik

Judul Laporan : **Proses pembuatan spindel utama
pada mesin bubut CNC**

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Proyek Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar Ahli Madya atau gelar lainnya di suatu Perguruan Tinggi. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis oleh orang lain kecuali tertulis yang diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, April 2011

Yang Menyatakan,



Mujabirul Khoir
NIM. 07508134005

Mujabirul Khoir
NIM. 07508134005

HALAMAN MOTTO

Lakukan yang terbaik dalam hidupmu dan orang lain, " jangan pernah menyerah".

Pekerjaan besar tidak dapat diselesaikan dengan kekuatan, tetapi dengan kegigihan dan kecerdasan. (Samuel Johns)

Seseorang itu dapat mencapai sukses disegala kehidupan, apa bila iya menaruh antusiasme pada setiap pekerjaan yang dilakukan. (Charles M Schwab)

Untuk melakukan sesuatu yang kita sukai kita selalu mempunyai waktu.

Kreatifitas sejati akan berkembang ketika kita berani menolak "akal sehat" dan ilmu pengetahuan yang telah diterima tradisi. Kreatifitas tidak dapat lahir tanpa kebebasan. (Kazuo Inamori)

PERSEMBAHAN

Laporan pronyek akhir ini ku persembahkan kepada:

*Kedua orang tua Bapak **Yamudi** dan Ibu **Surami** yang telah memberikan doa dan semangat pengorbanan yang tak terhingga*

*Kakak **Fatmawati** yang telah memberi semangat dan membantu segala hal.*

Teman – temanku yang telah memberi semangat dan motifasi untuk mengerjakan laporan Tugas Akhir ini.

Semua teman-teman seperjuangan yang telah memberikan bantuan dan kerja sama dalam pembuatan Proyek Akhir ini serta menjadi team work dalam perkuliahan di Universitas Negeri Yogyakarta.

Semua dosen di FT UNY Fakultas Teknik Mesin yang sudah memberikan ilmunya serta waktunya.

Almamaterku, Universitas Negeri Yogyakarta

PROSES PEMBUATAN SPINDEL UTAMA PADA SIMULATOR MESIN BUBUT CNC

**Oleh :
MUJABIRUL KHOIR
07508134005**

ABSTRAK

Tujuan proyek akhir ini adalah: (1) membuat spindel utama pada mesin bubut cnc yang meliputi mempersiapkan bahan, urutan langkah kerja dan menentukan mesin yang digunakan; (2) merakit rumah spindel dengan poros spindel dan menguji fungsinya.

Langkah proses pembuatan spindel utama yang dilakukan adalah pertama mengidentifikasi gambar kerja, menentukan alat dan mesin yang digunakan, menentukan langkah kerja pembuatan spindel utama dan menguji kinerja dari spindel utama. Proses pembuatan komponen rumah spindel utama melalui beberapa proses yaitu proses pengerindaan, proses pengefraisan, proses pembubutan, proses *drilling*, proses pengeboran dan proses pengetapan. Bahan yang digunakan dalam pembuatan spindel utama adalah ST 37. Sedangkan mesin dan alat yang digunakan meliputi: mesin gerinda tangan, mesin bubut, mesin frais dan kelengkapannya, *end mill*, mata bor, ragam, kikir, tap dan palu plastik.

Hasil pembuatan spindel utama dapat berfungsi dengan baik karena setelah dirakit dengan landasan menjadi rata, sejajar, siku dan titik pusat lubang dudukan *bearing* poros spindel utama sepusat dengan toleransi untuk kerataan permukaan 0,02 mm, kesejajaran 0,02 mm dan kesikuan 0,05 mm. Dimensi dari spindel utama adalah 132 x 113 x 105. Setelah melakukan uji kinerja spindel utama bekerja tanpa mengalami getaran dan oleng yang besar. Mesin bubut CNC ini mampu melakukan pembubutan rata dan pembubutan bertingkat dengan kedalaman penyayatan 0,5 mm.

Kata kunci : Spindel utama

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah Swt yang telah melimpahkan rahmat dan karunia serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan pembuatan Proyek Akhir dan penyusunan laporannya.

Laporan ini dibuat guna memenuhi salah satu persyaratan memperoleh gelar Ahli Madya D3 Teknik Mesin Universitas Negeri Yogyakarta. terselesainya laporan ini, tidak terlepas dari bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Pada kesempatan kali ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Wardan Suyanto, Ed.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
2. Bambang Setyo H.P, M.Pd., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta dan dosen pembimbing Proyek Akhir.
3. Drs. Jarwo Puspito, M.P., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
4. Kepada keluarga khususnya kedua orang tua Bapak Yamudi dan Ibu Surami, yang telah memberikan doa dan restu dalam pelaksanaan kegiatan Proyek Akhir.
5. Kepada keluarga kakak Fatmawati yang telah memberi semangat dan membantu segala hal dalam pelaksanaan kegiatan proyek akhir.
6. Seluruh Staf Pengajar, Karyawan dan Teknisi Bengkel Permesinan, Fabrikasi dan Laboratorium Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.

7. Teman-teman dan semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan kegiatan Praktik Industri dan penulisan laporan sehingga semua dapat selesai.

Disadari semuanya bahwa laporan ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, sangat diharapkan adanya kritik dan saran dari semua pihak untuk perbaikan dan pengembangan laporan ini. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi teman-teman mahasiswa dan semua pihak yang berkepentingan.

Yogyakarta,

Mujabirul Khoir

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN MOTTO	v
PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	3
C. Batasan Masalah	4
D. Rumusan Masalah	4
E. Tujuan dan Manfaat	5
F. Keaslian	7
BAB II PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH	
A. Identifikasi Gambar Kerja	8
B. Identifikasi Bahan	14
C. Identifikasi Alat dan Mesin	14
1. Mesin Bubut	15
2. Mesin Frais	33

3. Mesin skrap	52
4. Tap dan sney.....	57
5. Mesin gerindra tangan.....	62
6. Alat bantu Pembuatan	63
7. Toleransi dan suaian.....	68
8. Menentukan toleransi dan suaian.....	69
D. Keselamatan Kerja	70

BAB III KONSEP PEMBUATAN

A. Konsep Umum Pembuatan Produk	72
1. Proses pemilihan bahan	72
2. Proses pengurangan volume bahan.....	72
3. Proses pembentukan bahan.....	73
4. Proses penyambungan bahan	73
5. Proses pengubahan sifat dan mekanis bahan.....	75
B. Konsep Pembuatan komponen spindel utama.....	76
1. Proses Pemesinan	76
2. Proses Penyelesaian Permukaan	78
3. Proses penyambungan atau perakitan	78

BAB IV PROSES PEMBUATAN, HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Diagram Alir Proses Pembuatan	79
B. Visualisasi Proses Pembuatan	80
C. Perencanaan Proses Produksi.....	80
D. Proses Pembuatan Komponen	82
1. Pengfraisan I (rumah spindel I).....	82
2. Pengfraisan II (rumah spindel III).....	88
3. Pengeboran untuk penyambungan antar komponen...	92
4. Pengerfaisan untk finishing.....	94
5. Pembubutan dalam untuk rumah bearing.....	96
6. Pembubutan poros.....	98
E. Waktu Proses Pembuatan	100

F. Uji Fungsional.....	100
G. Uji Kinerja Mesin.....	100
H. Pembahasan	101
I. Kelemahan-kelemahan.....	103
J. Proses perakian.....	103
BAB V PENUTUP	
A. Kesimpulan	104
B. Saran	104
DAFTAR PUSTAKA	106
LAMPIRAN	107

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Mesin bubut CNC.....	8
Gambar 2. Komponen rumah spindel 1.....	9
Gambar 3. Komponen rumah spindel 2	10
Gambar 4. Komponen rumah spindel 3	11
Gambar 5. Komponen rumah spindel 4	12
Gambar 6. Poros spindel	13
Gambar 7. Fungsi mesin bubut	16
Gambar 8. Komponen utama mesin bubut	16
Gambar 9. Jarak tempuh alat potong	22
Gambar 10. Jenis-jenis Pahat Bubut	23
Gambar 11. Geometri pahat bubut	24
Gambar 12. <i>chuck</i>	26
Gambar 13. Plat pembawa	27
Gambar 14. Pembawa	28
Gambar 15. penyangga	28
Gambar 16. Penggunaan penyangga.....	29
Gambar 17. Kolet	29
Gambar 18. Kelengkapan kolet	31
Gambar 19. Contoh penggunaan kolet	31
Gambar 20. Senter	32
Gambar 21. <i>Taper attachment</i>	33
Gambar 22. Mesin frais horisontal	34
Gambar 23. Mesin frais vertikal	35
Gambar 24. Pisau mantel (<i>helical milling cutter</i>).....	36
Gambar 25. Pisau alur (<i>slot milling cutter</i>).....	37
Gambar 26. Pisau frais gigi (<i>gear cutter</i>)	37
Gambar 27. Pisau frais radius cekung (<i>convex cutter</i>)	38
Gambar 28. Pisau frais radius cembung.....	38
Gambar 29. Pisau frais alur T (<i>T slot cutter</i>).....	38

Gambar 30. Pisau frais sudut	39
Gambar 31. Pisau frais jari (<i>end mill</i>).....	40
Gambar 32. Pisau frais muka dan sisi (<i>shell end mill cutter</i>).....	40
Gambar 33. Pisau frais pengasaran (<i>heavy duty end mill cutter</i>).....	41
Gambar 34. Pisau frais gergaji (<i>slitting saw</i>).....	41
Gambar 35. Pemotongan searah benda kerja.....	42
Gambar 36. Pemotongan berlawanan arah benda kerja.....	42
Gambar 37. Pemotongan netral.....	43
Gambar 38. Arbor dan poros arbor.....	44
Gambar 39. Ragum biasa.....	45
Gambar 40. Ragum berputar.....	45
Gambar 41. Ragum universal.....	46
Gambar 42. Kepala pembagi.....	47
Gambar 43. <i>Rotary table</i>	48
Gambar 44. Jarak tempuh alat potong.....	51
Gambar 45. Mesin skrap horisontal.....	54
Gambar 46. Mesin skrap vertikal.....	54
Gambar 47. Bagian-bagian pengatur posisi dan panjang langkah.....	55
Gambar 48. Panjang langkah penyekrapan.....	55
Gambar 49. Panjang langkah pemotongan.....	56
Gambar 50. Tap.....	57
Gambar 51. Tangkai pemutar.....	58
Gambar 52. Proses pengetapan.....	60
Gambar 53. Mengecek ketegaklurusan.....	60
Gambar 54. Posisi tangan pada awal menyenei.....	61
Gambar 55. Pemegangan penuh pada posisi jauh dari rumah snei.....	61
Gambar 56. Penggunaan snei.....	62
Gambar 57. Mesin geridra tangan	63
Gambar 58. <i>Vernier caliper</i>	63
Gambar 59. Dial indikator.....	64
Gambar 60. Macam-macam kikir.....	65
Gambar 61. Penitik.....	66

Gambar 62. Palu.....	67
Gambar 63. Mistar gulung	67

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Kecepatan pemakanan untuk pahat HSS	20
Tabel 2. Sudut pahat bubut untuk berbagai macam material	25
Tabel 3. Kecepatan potong untuk berbagai jenis bahan.....	49
Tabel 4. Kecepatan pemakanan per gigi untuk HSS	51

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Pedoman kecepatan sayat pada perkakas baja cepat (m/ menit).....	107
Lampiran 2. Pedoman penentuan <i>feeding</i> untuk Frais	108
Lampiran 3. Kecepatan pemakanan untuk pahat HSS	109
Lampiran 4. Kecepatan potong untuk berbagai jenis bahan	110
Lampiran 5. Kartu bimbingan pronyek akhir.....	111
Lampiran 6. Daftar presensi kerja bengkel	112
Lampiran 7. Borang proses pembuatan komponen	113
Lampiran 8. Foto-foto tentang mesin bubut CNC	131
Lampiran 9. Gambar kerja komponen spindel utama pada sistem mekanik mesin bubut dengan sistem control CNC.....	141

BAB 1

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan teknologi komputer saat ini telah mengalami kemajuan yang sangat pesat. Teknologi komputer telah diaplikasikan ke dalam alat-alat mesin perkakas salah satunya adalah mesin bubut. Hasil perpaduan teknologi komputer dan teknologi mekanik inilah yang selanjutnya dinamakan CNC (*Computer numerically controlled*). Sistem pengoperasian CNC menggunakan program yang dikontrol langsung oleh komputer. Secara umum konstruksi mesin CNC dan sistem kerjanya adalah sinkronisasi antara komputer dan mekaniknya.

Kontrol numerik atau pengaturan numerik (numerical control: NC) adalah istilah yang digunakan untuk menjelaskan kontrol gerakan mesin dan berbagai fungsi lainnya berupa program otomasi dimana tindakan mekanik dari suatu alat-alat permesinan atau peralatan lain dikendalikan oleh suatu program yang berisi data kode angka. Data alphanumerical menghadirkan suatu instruksi pekerjaan untuk mengoperasikan mesin tersebut. Numeric Control (NC) adalah suatu kendali mesin atas dasar informasi digital, ini diperkenalkan di area pabrikasi. NC bermanfaat untuk produksi rendah dan medium yang memvariasikan produksi item, di mana bentuk, dimensi, rute proses, dan pengerjaan dengan mesin bervariasi. Istilah computer numerical control (CNC) digunakan bila sistem kontrol memakai komputer internal. Komputer internal memungkinkan penyimpanan program tambahan,

penyuntingan program, penjalanan program dari memori, diagnostik kontrol dan pemeriksaan mesin, pekerjaan rutin-rutin dan khusus dan kemampuan melakukan perubahan skala inci/ metrik/ absolute.

Upaya meningkatkan kemampuan peralatan mesin CNC dibengkel sekolah menengah kejuruan (SMK) maka dilakukan suatu kegiatan pengembangan peralatan berupa sistem CNC pada mesin bubut. Secara teknis mesin bubut CNC dengan mesin bubut konvensional tidaklah jauh berbeda. Prinsip-prinsip mekanik pada mesin bubut konvensional tetap melekat mesin bubut CNC. Perbedaan hanyalah terletak pada sistem penggerak dan kendali. Pada mesin bubut konvensional penggerak yang digunakan adalah motor listrik induksi AC. Putaran spindel utama, dihubungkan dengan roda gigi untuk menggerakkan mekanik otomatis pada eretan memanjang dan melintang. Motor ini hanya dapat dikendalikan oleh orang sebagai operatornya. Pada mesin bubut sistem CNC motor yang digunakan adalah *motor servo* AC. Jika dibandingkan dengan mesin perkakas konvensional mesin CNC lebih teliti, lebih tepat (presisi), fleksibel dan cocok digunakan untuk produksi yang banyak. Karena dalam industri permintaan konsumen untuk membuat komponen dalam jumlah banyak dengan waktu singkat, dengan kualitas sama baiknya, tentu akan sulit dipenuhi bila menggunakan perkakas manual. Apalagi bila bentuk benda kerja yang dipesan lebih rumit, tidak dapat diselesaikan dalam waktu singkat. Secara ekonomis biaya produknya akan menjadi mahal, hingga sulit bersaing dengan harga di pasaran.

Mesin bubut CNC harganya masih relative mahal dan kebanyakan masih dibuat di luar negeri, sehingga pengadaanya harus diimpor. Demikian pula dalam hal perawatan, apabila terjadi gangguan akan kerusakan mesin CNC, kebanyakan pengguna mesin CNC khususnya SMK masih sangat tergantung pada tenaga ahli CNC yang jumlahnya masih terbatas dan biaya mahal. Harga mesin CNC yang mahal, pengadaannya harus impor dan biaya perawatan yang tinggi ini menyebabkan kelangsungan pengguna CNC di SMK terganggu. Berdasarkan latar belakang demikian, kami berusaha membuat sistem mekanik mesin CNC, khususnya sistem mekanik mesin bubut. Sistem mekanik mesin bubut CNC yang kami buat adalah spindel utama.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas bahwa dalam proses memodifikasi mesin bubut CNC dapat ditemui permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana menentukan bahan yang akan digunakan pada sistem mekanik mesin bubut dengan sistem kontrol CNC ?
2. Bagaimana konstruksi landasan *linear guideway* pada sistem mekanik mesin bubut dengan sistem kontrol CNC ?
3. Bagaimana konstruksi spindel utama pada sistem mekanik mesin bubut dengan sistem kontrol CNC ?
4. Bagaimana konstruksi rangka/meja mesin pada sistem mekanik mesin bubut dengan sistem kontrol CNC ?

5. Bagaimana konstruksi dudukan motor utama pada sistem mekanik mesin bubut dengan sistem kontrol CNC ?
6. Bagaimana proses pembuatan komponen landasan *linear guideway* pada sistem mekanik mesin bubut dengan sistem kontrol CNC ?
7. Bagaimana proses pembuatan spindel utama pada sistem mekanik mesin bubut dengan sistem kontrol CNC ?
8. Bagaimana proses pembuatan rangka/meja mesin pada sistem mekanik mesin bubut dengan sistem kontrol CNC ?
9. Bagaimana proses pembuatan dudukan motor spindel utama pada sistem mekanik mesin bubut dengan sistem kontrol CNC ?

C. Batasan Masalah

Mengingat indentifikasi masalah di atas, maka pembahasan pada laporan ini dikhususkan pada proses pembuatan spindel utama pada sistem mekanik mesin bubut dengan sistem control CNC.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah di atas, maka penulis merumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimanakah proses pembuatan komponen rumah dan poros spindel utama pada sistem mekanik mesin bubut dengan sistem control CNC?

2. Alat dan mesin apa saja yang dibutuhkan dalam proses pembuatan komponen rumah dan poros spindel utama pada sistem mekanik mesin bubut dengan sistem control CNC?
3. Bagainakah fungsi spindel utama pada sistem mekanik mesin bubut dengan sistem control CNC?

E. Tujuan dan Manfaat

Tujuan yang ingin penulis dapatkan dengan pembuatan proyek akhir ini adalah:

1. Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya (D3) Teknik Mesin Universitas Negeri Yogyakarta.
2. Dapat mengidentifikasi bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan simulator mesin bubut CNC.
3. Dapat mengetahui dan menggunakan alat yang digunakan dalam proses pembuatan proyek akhir.
4. Dapat membuat langkah kerja proyek akhir.

Manfaat:

1. Bagi mahasiswa:
 - a. Meningkatkan ketrampilan mahasiswa dalam menerapkan ilmu yang mereka peroleh selama di bangku perkuliahan.
 - b. Sebagai bekal pengalaman dalam melakukan perancangan serta proses pembuatan karya teknologi.

- c. Mahasiswa dapat mengerti tentang bagaimana proses perancangan dan pembuatan alat, pembelian bahan-bahan serta cara membuat komponen yang dibutuhkan secara praktis dan efisien.
 - d. Melatih kedisiplinan serta sebagai pembelajaran mahasiswa agar dapat belajar bekerja sama didalam sebuah tim kerja.
 - e. Melatih mahasiswa untuk berpikir kritis dalam menyikapi perkembangan teknologi yang semakin canggih.
2. Bagi Universitas

Sebagai bentuk pengabdian kepada masyarakat sesuai dengan tri-dharma perguruan tinggi, Sehingga perguruan tinggi mampu memberikan kontribusi yang berguna bagi masyarakat. Maka hal ini dapat dijadikan sarana untuk lebih memajukan dunia industri dan pendidikan.

- a. Manfaat bagi dunia pendidikan
 - 1) Diharapkan mampu memberikan kontribusi yang positif terhadap pengembangan aplikasi ilmu dan teknologi, khususnya pada jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
 - 2) Dapat menjadi prototipe bagi penelitian lebih lanjut.
 - 3) Memberikan masukan yang positif terhadap pengembangan dan pemberdayaan teknologi tepat guna.

F. Keaslian

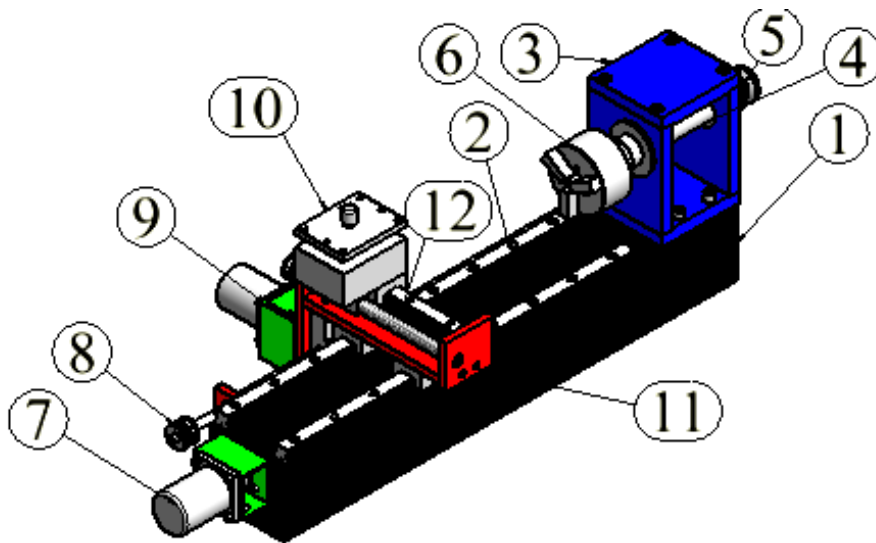
Simulator Mesin bubut CNC yang dibuat merupakan pengembangan dan modifikasi dari produk yang sudah ada. Modifikasi yang dilakukan pada

mesin ini adalah penggunaan ball screw dan penggunaan linear guideway pada sistem transmisi untuk menghindari gaya gesek yang besar. Modifikasi dan inovasi yang dilaksanakan bertujuan untuk memperoleh hasil yang maksimal dengan tidak mengurangi fungsi dan tujuan pembuatan mesin ini.

BAB II PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH

A. Identifikasi Gambar Kerja

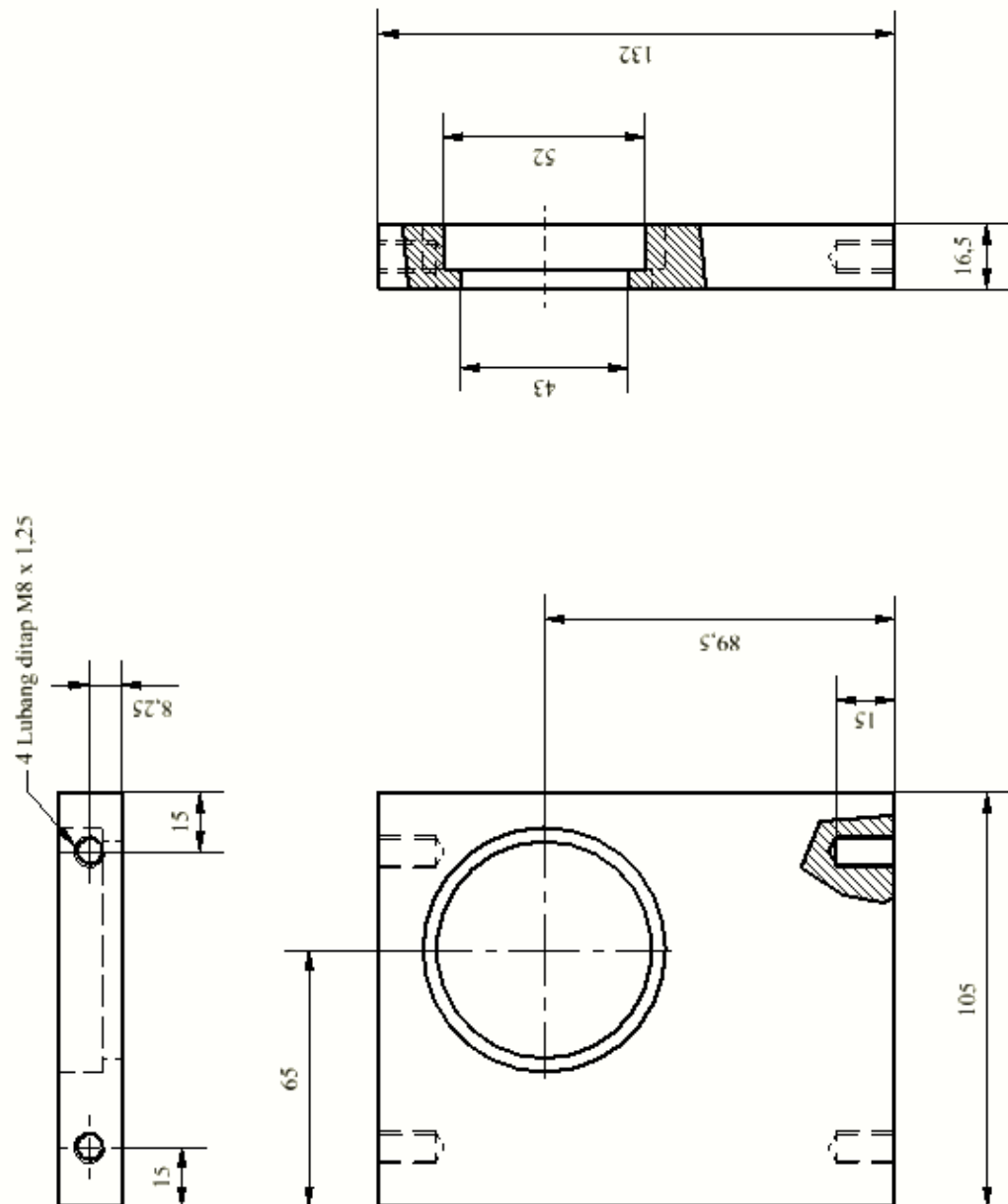
Identifikasi gambar kerja merupakan proses memahami konsep desain yang dikehendaki oleh perancang alat/mesin. Oleh karena itu, dalam gambar kerja selain harus memiliki kejelasan informasi mengenai bentuk atau desain serta ukuran dari komponen-komponen yang akan dibuat juga harus memiliki kejelasan informasi mengenai tanda-tanda pengerjaannya.



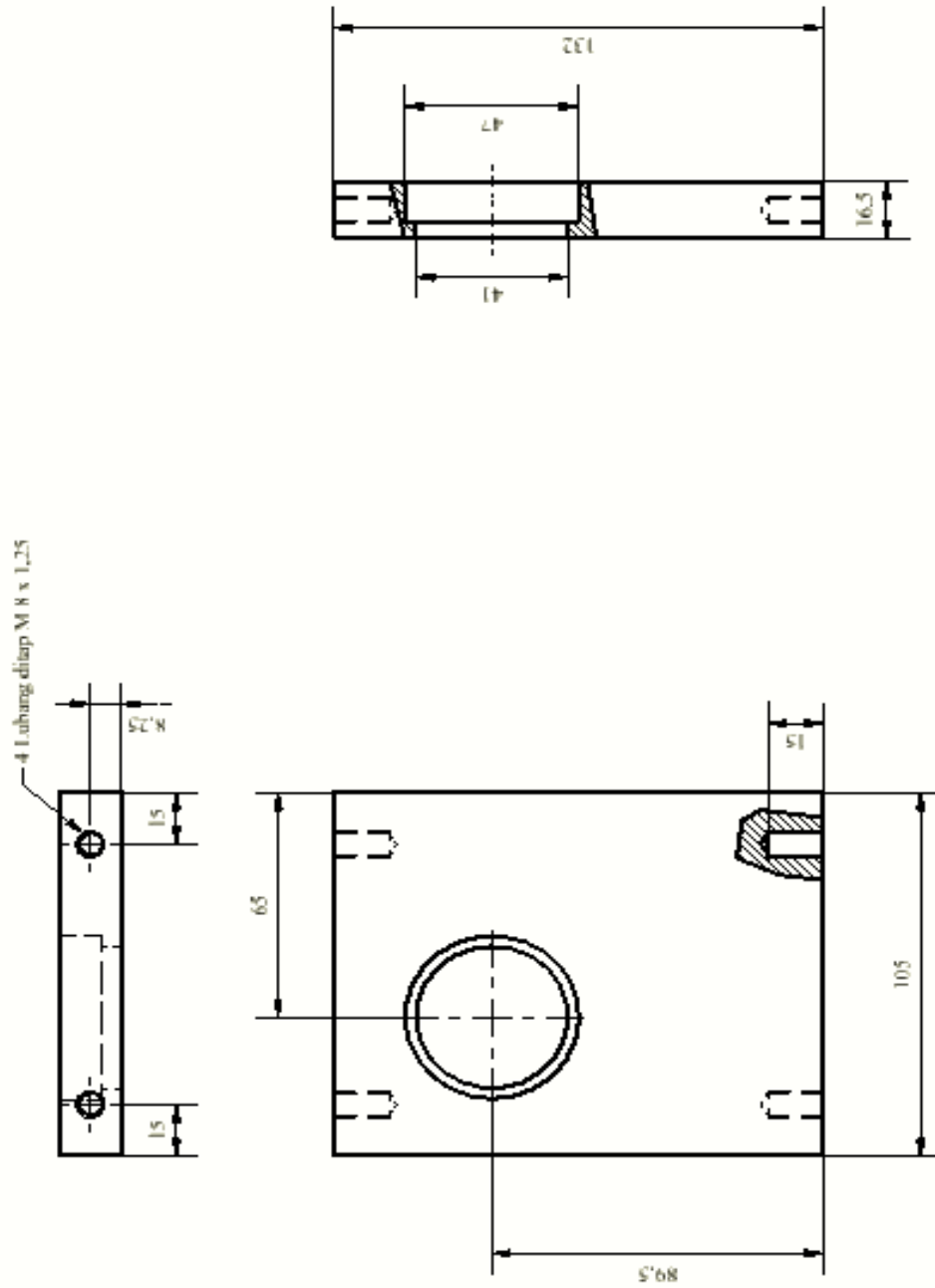
Gambar 1. Mesin bubut CNC

Keterangan:

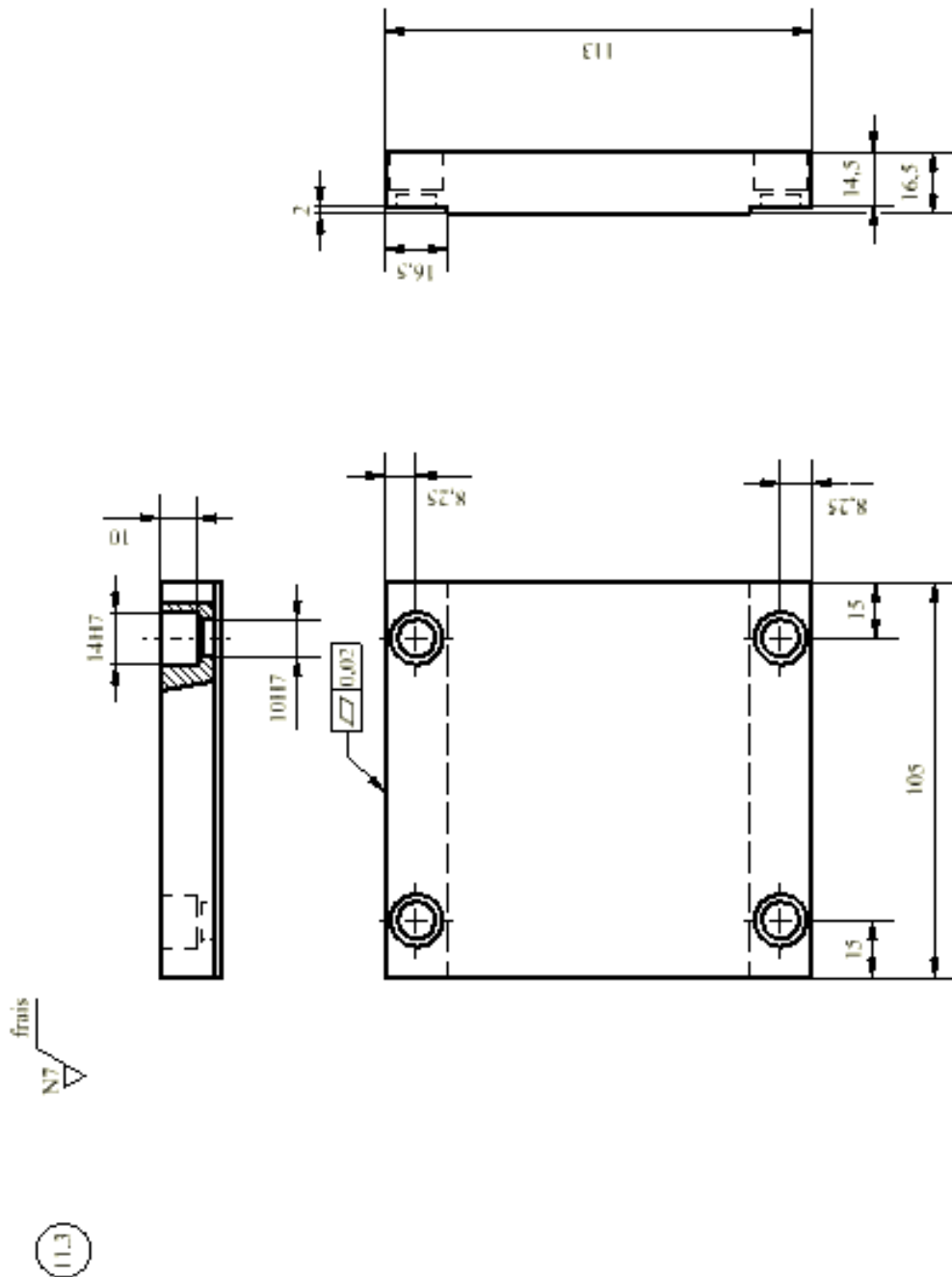
- | | | | |
|----|---------------------------------|-----|---------------------------|
| 1. | Landasan <i>linear guideway</i> | 9. | Eretan melintang |
| 2. | <i>Linear guideway</i> | 10. | <i>Ballscrew</i> |
| 3. | Rumah spindel | 11. | Dudukan <i>step motor</i> |
| 4. | Poros spindel | 12. | <i>Tool post</i> |
| 5. | Puli spindel | | |
| 6. | <i>Chuck</i> | | |
| 7. | <i>Step motor</i> | | |
| 8. | Puli bergigi | | |



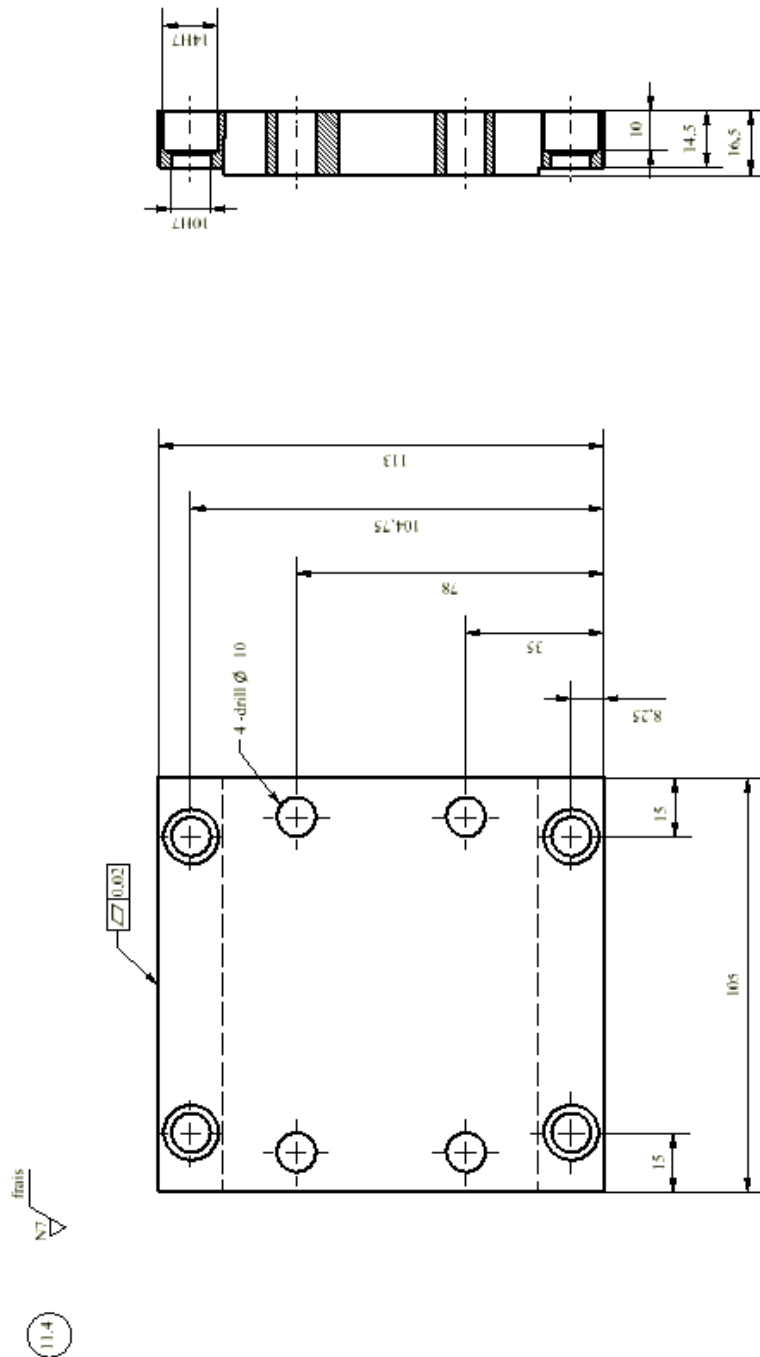
Gambar 2. Komponen rumah spindel 1



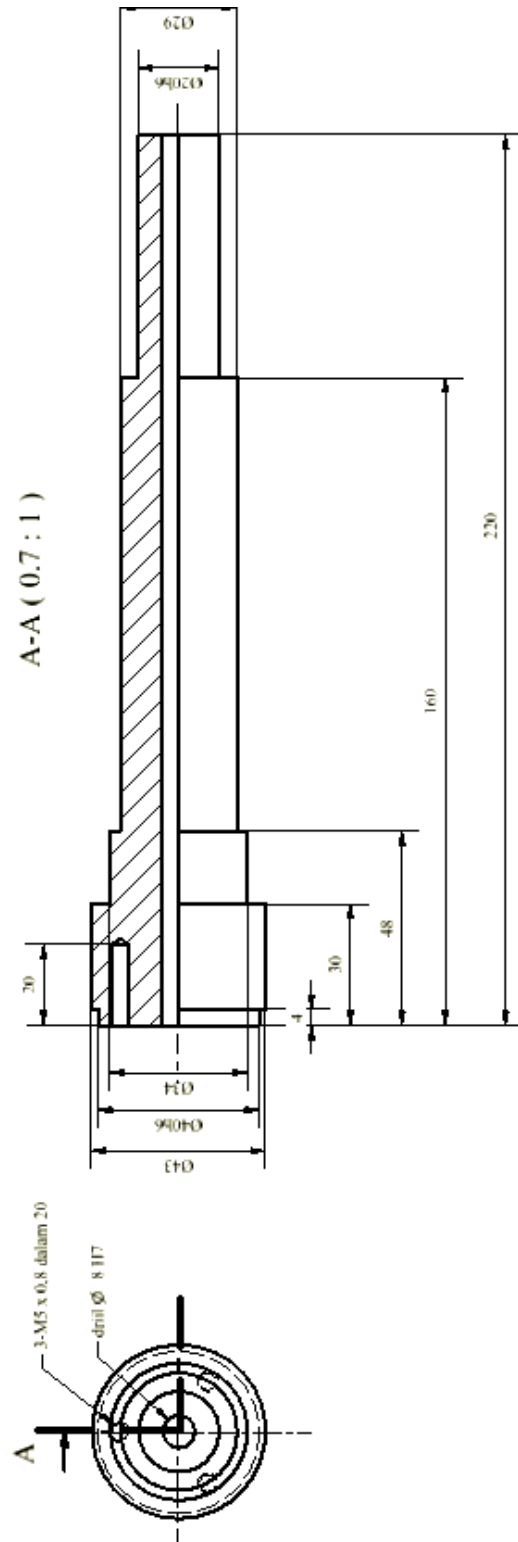
Gambar 3.komponen rumah spindel 2



Gambar 4.komponen rumah spindel 3



Gambar 5. Komponen rumah spindel 4



Gambar 6. Poros spindel

B. Identikasi Bahan

Identifikasi bahan perlu dilakukan guna mempermudah dalam menentukan hal-hal yang berhubungan dengan bahan yang digunakan salah satunya adalah untuk menentukan perlakuan pengerjaan yang berkaitan langsung dengan penggunaan alat dan mesin. Pemilihan bahan yang tepat untuk pembuatan spindel utama akan berpengaruh terhadap fungsi komponen dan nilai ekonomis dari alat tersebut. Bahan yang digunakan dalam pembuatan spindel utama adalah sebagai berikut:

1. Rumah Spindel

Rumah Spindel terbuat dari bahan ST 37 dengan ketebalan 16.5 mm dengan tujuan supaya kuat terhadap getaran yang disebabkan oleh putaran poros spindel.

2. Poros spindel

Poros spindel terbuat dari bahan ST 37 dengan diameter 40 mm.

C. Identifikasi Mesin dan Alat

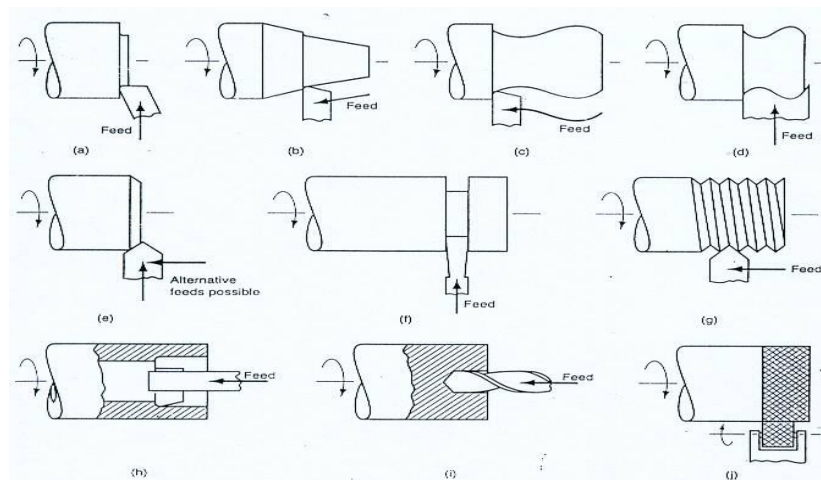
Proses pembuatan spindel utama pada sistem mekanik mesin bubut dengan sistem control CNC dilakukan dengan memanfaatkan alat dan mesin yang ada di bengkel mesin yang dimiliki oleh jurusan teknik mesin Universitas Negeri Yogyakarta. Alat dan mesin yang digunakan antara lain sebagai berikut:

1. Mesin Bubut

Mesin Bubut adalah suatu jenis mesin perkakas yang dalam proses kerjanya bergerak memutar benda kerja dan menggunakan mata potong pahat (*tools*) sebagai alat untuk menyayat benda kerja tersebut. Mesin bubut merupakan salah satu mesin proses produksi yang dipakai untuk membentuk benda kerja yang berbentuk silindris. Pada prosesnya benda kerja terlebih dahulu dipasang pada *chuck* (pencekam) yang terpasang pada spindle mesin, kemudian spindle dan benda kerja diputar dengan kecepatan sesuai perhitungan. Alat potong (pahat) yang dipakai untuk membentuk benda kerja akan disayatkan pada benda kerja yang berputar.

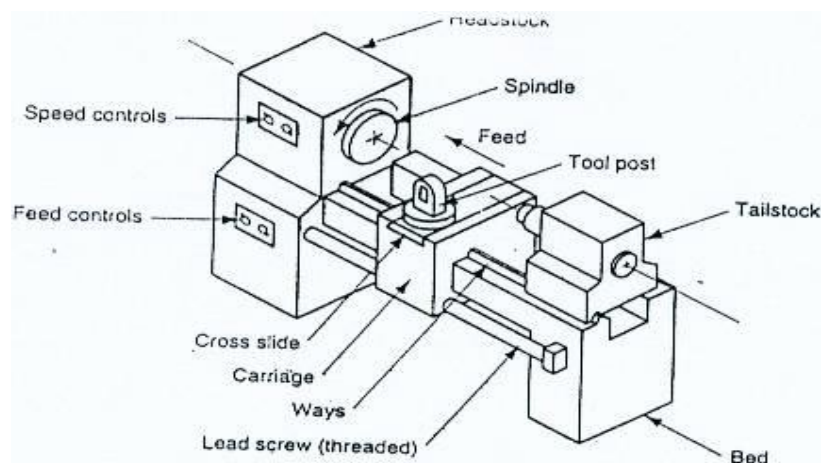
a. Fungsi utama mesin bubut

Fungsi utama mesin bubut adalah untuk membuat/memproduksi benda benda berpenampang silindris, misalnya pembubutan muka (*facing*); (a), poros tirus (*taper turning*); (b), pembubutan kontour (*contour turning*); (c), pembubutan bentuk (*form turning*); (d) pembubutan tepi (*chamfering*); (e), pemotongan (*cutoff*); (f), penguliran (*threading*); (g), pengeboran (*boring*); (h), penggurdian (*drilling*); (i), pembuatan kartel (j).



Gambar 7. fungsi mesin bubut

b. Komponen utama mesin bubut



Gambar 8. Komponen utama dari mesin bubut

- 1) Kepala tetap (*headstock*), terdiri atas unit penggerak, digunakan untuk memutar spindel yang memutar benda kerja.
- 2) Kepala lepas (*tailstock*), terletak bersebrangan dengan kepala tetap, yang digunakan untuk menopang bendakerja pada ujung yang lain.
- 3) Pemegang pahat (*tool post*), ditempatkan di atas peluncur lintang (*cross slide*) yang dirakit dengan pembawa (*carriage*).

- 4) Peluncur lintang, berfungsi untuk menghantarkan pahat dalam arah yang tegak lurus dengan gerakan pembawa.
 - 5) Pembawa, dapat meluncur sepanjang batang hantaran (*ways*) untuk menghantarkan perkakas dalam arah yang sejajar dengan sumbu putar.
 - 6) Batang hantaran, merupakan rel tempat meluncurnya pembawa, dibuat dengan akurasi kesejajaran yang relatif tinggi dengan sumbu spindel.
 - 7) Ulir pengarah (*leadscrew*), berfungsi untuk menggerakkan pembawa. Ulir berputar dengan kecepatan tertentu sehingga dihasilkan hantaran dengan kecepatan sesuai dengan yang diinginkan.
 - 8) Bangku (*bed*), berfungsi untuk menyangga komponen-komponen yang lainnya.
- c. Parameter yang dapat diatur pada mesin bubut

Pada proses pembubutan yang perlu diperhatikan diantaranya kecepatan putar spindel (*speed*), gerak makan (*feed*), kedalaman potong (*dept of cut*), jenis pahat dan bahan benda kerja yang digunakan.

1) Kecepatan putar (*Spindle Speed*)

Spindle speed ini berhubungan dengan putaran spindel/sumbu utama dan benda kerja, didefinisikan putaran permenit, yaitu banyaknya putaran yang dilakukan spindel dalam satu menit.

Besarnya putaran spindel ditentukan berdasarkan besarnya kecepatan potong (*cutting speed*) yang nilainya sudah tertentu.

Cutting speed pada mesin bubut adalah panjang dalam meter yang dapat dipotong dalam satu menit. Besarnya kecepatan potong tergantung pada bahan pisau, bahan benda kerja dan jenis pemakanan. Satuan untuk kecepatan potong adalah m/menit. Hubungan putaran spindel dalam pembubutan dengan kecepatan potong pada permukaan benda kerja bentuk silinder dapat ditunjukkan dengan persamaan :

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \text{ (m/min);(Taufiq Rochim, 1993:14)}$$

Keterangan :

V = Kecepatan potong (m/min).

d = Diameter benda kerja (mm).

n = Putaran poros utama (benda kerja) (r/ min).

2) Gerak pemakanan (*feeding*)

Feeding adalah jarak yang ditempuh oleh pahat setiap benda kerja berputar satu kali. Gerak pemakanan ditentukan berdasarkan kekuatan mesin, material benda kerja, material pahat, bentuk pahat dan jenis pemakanan terutama kehalusan permukaan yang diinginkan. Besarnya gerak pemakanan dapat di rumus sebagai berikut :

$$v_f = f \cdot n \text{ (mm/min)(Taufiq Rochim, 1993:15)}$$

Keterangan :

v_f = Kecepatan pemakanan (mm/min).

f = Gerak pemakanan (mm/putaran).

n = Putaran poros utama (benda kerja) (putaran/ min).

3) Kedalaman potong (*depth of cut*)

Kedalaman potong (a) dapat dilakukan dengan mengatur manual oleh operator. Kedalaman potong berarti pengurangan garis tengah benda kerja pada pembubutan memanjang, pada pembubutan membidang berarti pengurangan panjang benda kerja. Besarnya kedalaman potong dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$a = \frac{D - d}{2}, (mm)$$

Dimana :

a = Kedalaman potong (mm)

D = Diameter besar benda kerja (mm)

d = Diameter kecil benda kerja (mm)

4) Waktu pengerjaan

Waktu pengerjaan di sini adalah durasi waktu (lamanya waktu) yang digunakan untuk menyelesaikan pekerjaan. Durasi ini sangat penting diperhatikan sehubungan dengan efisiensi pengerjaan. Hal-hal yang berkaitan dengan waktu pengerjaan sebagai berikut:

(a) Kecepatan pemakanan (vf)

Kecepatan pemakanan adalah jarak tempuh gerak maju pisau/benda kerja dalam satuan milimeter per menit atau *feet* per menit. Pada gerak putar, kecepatan pemakanan, vf adalah gerak maju alat potong/benda kerja dalam n putaran benda kerja/pisau per menit. Pada mesin bubut, tabel kecepatan pemakanan dinyatakan dalam satuan milimeter

perputaran sehingga $v_f = f \cdot n$. Besarnya kecepatan pemakanan dipengaruhi oleh:

- (1) jenis bahan pahat yang digunakan.
- (2) Jenis pekerjaan yang dilakukan, misalnya membubut rata, mengulir, memotong, mengkartel dan lain-lain.
- (3) menggunakan pendinginan atau tidak.
- (4) jenis bahan yang akan dibubut, misalnya besi, baja, baja tahan karat (*stainless steel*), atau bahan-bahan nonfero lainnya serta kedalaman pemakanan.

Sebagai pedoman umum untuk mengetahui besarnya kecepatan pemakanan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kecepatan pemakanan untuk pahat HSS

Pemakaian yang disarankan untuk pahat HSS				
MATERIAL	Pekerjaan kasar		Pekerjaan Penyelesaian	
	mm/min	Inch/min	mm/min	Inch/min
Baja mesin	0,25 – 0,50	0,010 – 0,020	0,70 – 0,25	0,003 – 0,010
Baja perkakas	0,25 – 0,50	0,010 – 0,020	0,70 – 0,25	0,003 – 0,010
Besi tuang	0,40 – 0,65	0,015 – 0,025	0,13 – 0,30	0,005 – 0,012
Perunggu	0,40 – 0,65	0,015 – 0,025	0,13 – 0,30	0,005 – 0,012
Aluminium	0,40 – 0,75	0,015 – 0,030	0,13 – 0,25	0,005 – 0,010

Pekerjaan kasar yang dimaksud adalah pekerjaan pendahuluan dimana pemotongan atau penyayatan benda kerja tidak diperlukan hasil yang halus dan presisi, sehingga kecepatan pemakanannya dapat dipilih angka yang besar dan

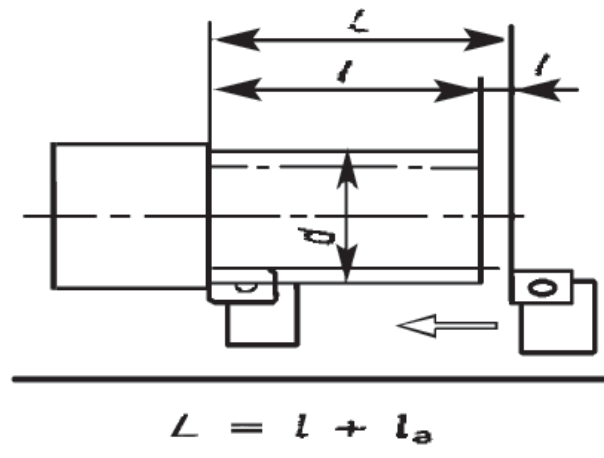
selanjutnya masih dilakukan pekerjaan penyelesaian (*finising*). Pekerjaan ini dapat dilakukan dengan gerakan otomatis atau pergerakan manual, namun demikian tidak boleh mengabaikan kemampuan pahat dan kondisi benda kerja. Semakin tebal penyayatan hendaknya semakin rendah putarannya untuk menjaga umur pahat dan tidak terjadi beban lebih terhadap motor penggerakannya, sedangkan pekerjaan penyelesaian yang dimaksud adalah pekerjaan penyelesaian (*finishing*) akhir yang memerlukan kehalusan dan kepresisian ukuran tertentu, sehingga kecepatan pemakanannya harus menggunakan angka yang kecil dan tentunya harus menggunakan putaran mesin sesuai perhitungan atau data dari tabel kecepatan potong.

(b) Jumlah pemakanan (i)

Frekuensi pemakanan adalah jumlah penggulangan penyayatan mulai dari penyayatan pertama hingga selesai. Frekuensi pemakanan tergantung pada kemampuan mesin, jumlah bahan yang harus dibuang, sistem penjepitan benda kerja dan tingkat *finishing* yang diminta.

(c) Jarak tempuh alat potong (L)

Pada proses pembubutan, jarak tempuh pahat sama dengan panjang benda kerja yang harus dibubut ditambah kebebasan awal.



Gambar 9. Jarak tempuh alat potong

(d) Perhitungan waktu pengerjaan mesin bubut (T)

Perhitungan waktu proses pembubutan dapat digunakan rumus dibawah ini :

$$T = \frac{L \cdot i}{vf}$$

Di mana $vf = f \cdot n$

f = kecepatan pemakanan

n = putaran mesin

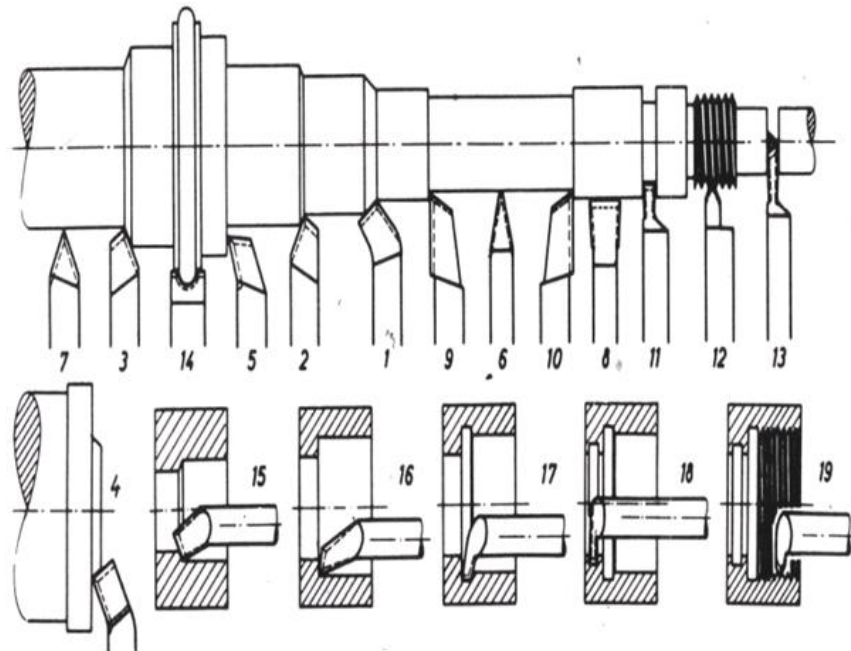
$L = l + l_a$

i = jumlah pemakanan

d. Alat potong

Alat potong adalah alat/pisau yang digunakan untuk menyayat produk/benda kerja. Dalam pekerjaan pembubutan salah satu alat potong yang sering digunakan adalah pahat bubut. Jenis bahan pahat bubut yang banyak digunakan di industri-industri dan bengkel-bengkel antara lain baja karbon, HSS, karbida, diamond dan keramik.

1) Jenis-jenis pahat bubut



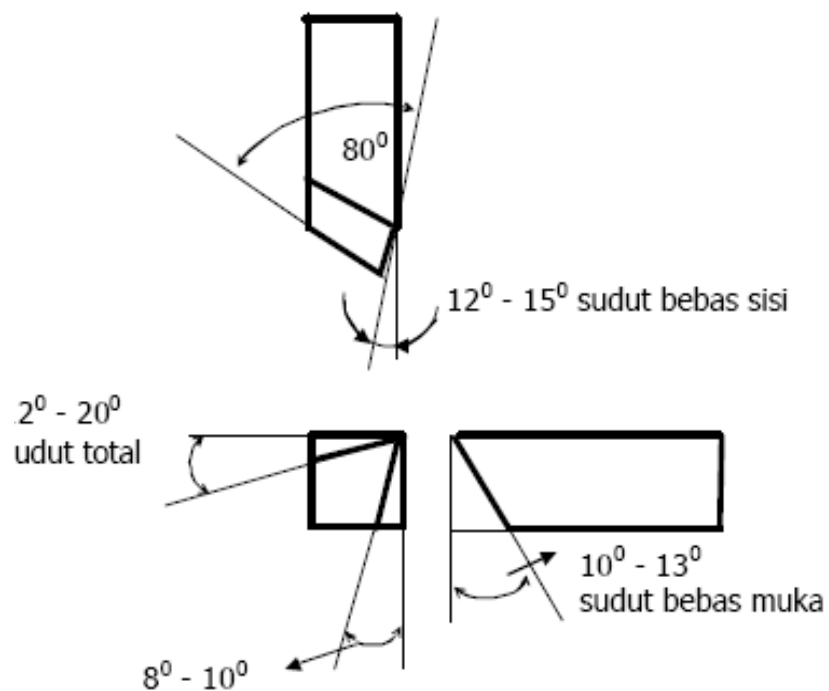
Gambar 10. Jenis-jenis pahat bubut

Keterangan :

Pahat : (1) Pahat kikis tekuk kanan; (2) Pahat kikis lurus kanan ; (3) Pahat kikis lurus kiri; (4) Pahat kikis saping kanan;(5) Pahat pucuk saping kanan ; (6,7) Pahat poles pucuk; (8) Pahat poles lebar; (9) Pahat bubut saping kanan; (10) pahat bubut saping kiri; (11) Pahat alur; (12) Pahat ulir pucuk; (13) Pahat penggal; (14) Pahat bubut bentuk; (15) Pahat bubut dalam ; (16) Pahat sudut dalam; (17,18) Pahat kait; (19) Pahat ulir dalam.

2) Geometri alat potong

Alat potong yang baik adalah alat potong yang dapat menyayat benda kerja dengan baik. Alat potong yang baik diperlukan adanya sudut baji, sudut bebas, sudut tatal sesuai dengan ketentuan, semua ini disebut dengan istilah geometri alat potong. Sesuai dengan bahan dan bentuk pisau, geometri alat potong untuk penggunaan setiap jenis logam berbeda. Gambar 10 menunjukkan geometris pahat bubut, dan Tabel 2 menunjukkan penggunaan sudut tatal dan sudut bebas pahat bubut.



Gambar 11. Geometri pahat bubut

Tabel 2. Sudut pahat bubut untuk berbagai macam material

Material benda kerja	Sudut bebas samping	Sudut bebas depan	Sudut total	Sudut bebas belakang
Free-machining steel	10°	10°	10-22°	16°
Low carbon steel	10°	10°	10-14°	16°
Medium carbon steel	10°	10°	10-14°	12°
High-carbon steel	8°	8°	8-12°	8°
Tough alloy steel	8°	8°	8-12°	8°
Stainless steel, free machining	10°	10°	5-10°	16°
Cast iron (soft)	8°	8°	10°	8°
Cast iron (hard)	8°	8°	8°	5°
Cast iron (malleable)	8°	8°	10°	8°
Aluminium	10°	10°	10-20°	35°
Copper	10°	10°	10-20°	16°
Brass	10°	8°	0°	0°
Bronze	10°	8°	0°	0°
Molded plastic	10°	12°	0°	0°
Plastic, acrylics	15°	15°	0°	0°
Fiber	15°	15°	0°	0°

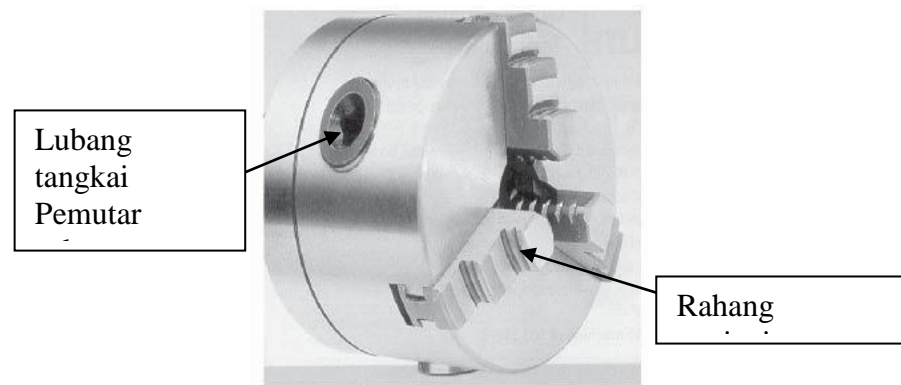
e. Alat kelengkapan mesin bubut

1) *Chuck* (Cekam)

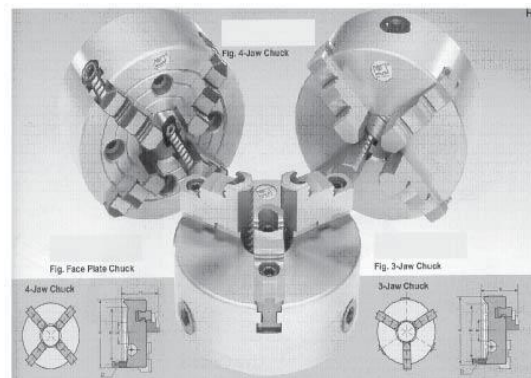
Cekam adalah sebuah alat yang digunakan untuk menjepit benda kerja. Jenisnya ada yang berahang tiga sepusat (*Self centering chuck*) yang dapat dilihat pada gambar 12a dan ada juga

yang berahang tiga dan empat tidak sepusat (*Independenc chuck*) yang dapat dilihat pada gambar 12b.

Cekam rahang tiga sepusat, digunakan untuk benda-benda silindris, di mana gerakan rahang bersama-sama pada saat dikencangkan atau dibuka. Sedangkan gerakan untuk rahang tiga dan empat tidak sepusat, setiap rahang dapat bergerak sendiri tanpa diikuti oleh rahang yang lain, maka jenis ini biasanya untuk mencekam benda-benda yang tidak silindris atau digunakan pada saat pembubutan eksentrik.



Gambar 12a. Cekam rahang tiga sepusat (*Self centering chuck*)

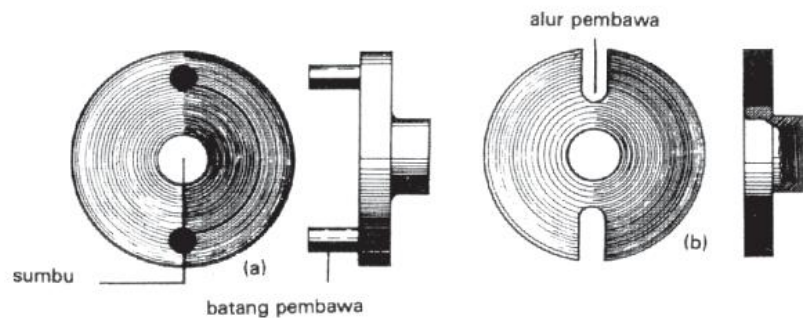


Gambar 12b. Cekam rahang tiga dan empat tidak sepusat (*Independenc*)

Cekam rahang tiga maupun rahang empat dapat digunakan untuk menjepit bagian dalam atau bagian luar benda kerja. Posisi rahang dapat di balik apabila dipergunakan untuk menjepit benda silindris atau untuk benda yang bukan silindris, misalnya *flens*, benda segi empat dan lain-lain.

2) Plat pembawa

Plat pembawa ini berbentuk bulat pipih digunakan untuk memutar pembawa sehingga benda kerja yang terpasang padanya akan ikut berputar dengan poros mesin (Gambar 13), permukaannya ada yang beralur (Gambar 13b) dan ada yang berlubang (Gambar 13a).



Gambar 13. Plat pembawa

3) Pembawa

Pembawa ada 2 (dua) jenis, yaitu pembawa berujung lurus (Gambar 14a) dan pembawa berujung bengkok (Gambar 14b). Pembawa berujung lurus digunakan berpasangan dengan plat pembawa rata (Gambar 13a) sedangkan pembawa berujung bengkok dipergunakan dengan plat pembawa beralur (Gambar

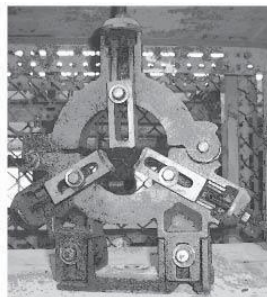
13b). Caranya benda kerja dimasukkan kedalam lubang pembawa kemudian dijepit dengan baut yang ada pada pembawa tersebut, sehingga akan dapat berputar bersama-sama dengan sumbu utama. Hal ini digunakan bilamana dikehendaki membubut menggunakan dua buah senter.



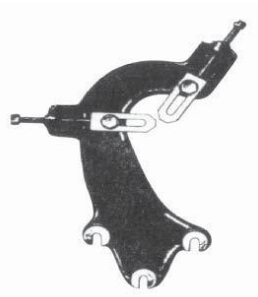
Gambar 14. Pembawa

4) Penyangga

Penyangga ada dua macam yaitu penyangga tetap (*steady rest*) Gambar 15a dan penyangga jalan (*follower rest*). Gambar 15b. Penyangga ini digunakan untuk membubut benda-benda yang panjang, karena benda kerja yang panjang apabila tidak dibantu penyangga maka hasil pembubutan akan menjadi berpenampang elip/oval, tidak silindris dan tidak rata.



(a) Tetap

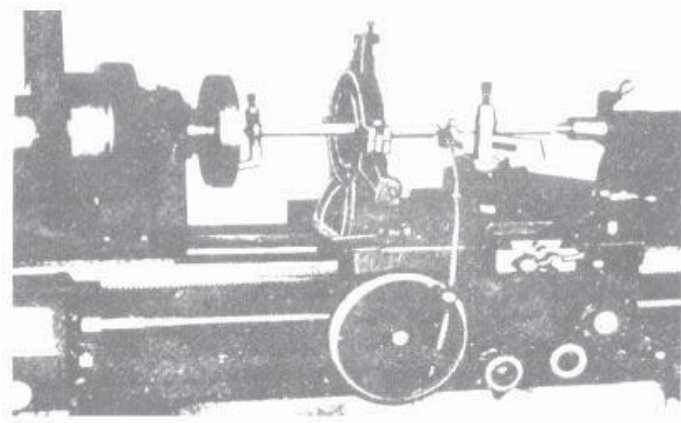


(b) Jalan

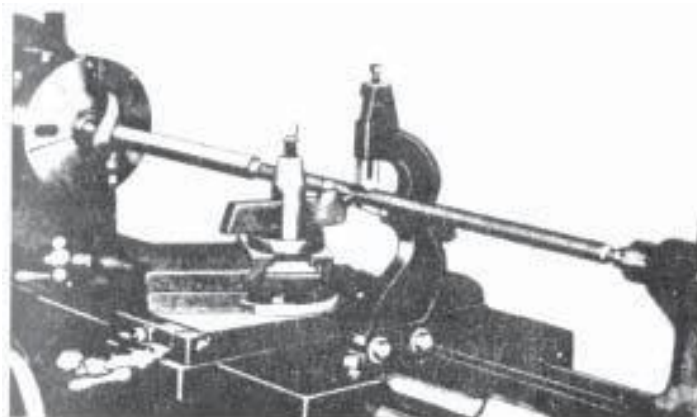
Gambar 15. Penyangga

Membubut bagian dalam benda kerja maka penyangga ini mutlak diperlukan. Penyangga tetap diikat dengan alas mesin sehingga dalam keadaan tetap pada kedudukannya sedang penyangga jalan diikatkan pada meja eretan, sehingga pada saat eretan memanjang bergerak maka penyangga jalan mengikuti tempat kedudukan eretan tersebut.

Contoh penggunaan penyangga tetap dan penyangga jalan dapat dilihat pada Gambar 16a dan Gambar 16b.



(a)



(b)

Gambar 16. Penggunaan penyangga

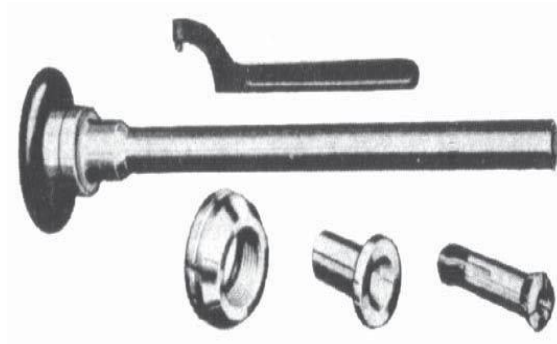
5) Kolet (*Collet*)

Kolet digunakan untuk menjepit benda silindris yang sudah halus dan biasanya berdiameter kecil. Bentuknya bulat panjang dengan leher tirus dan berlubang (Gambar 17), ujungnya berulir dan kepalanya dibelah menjadi tiga.



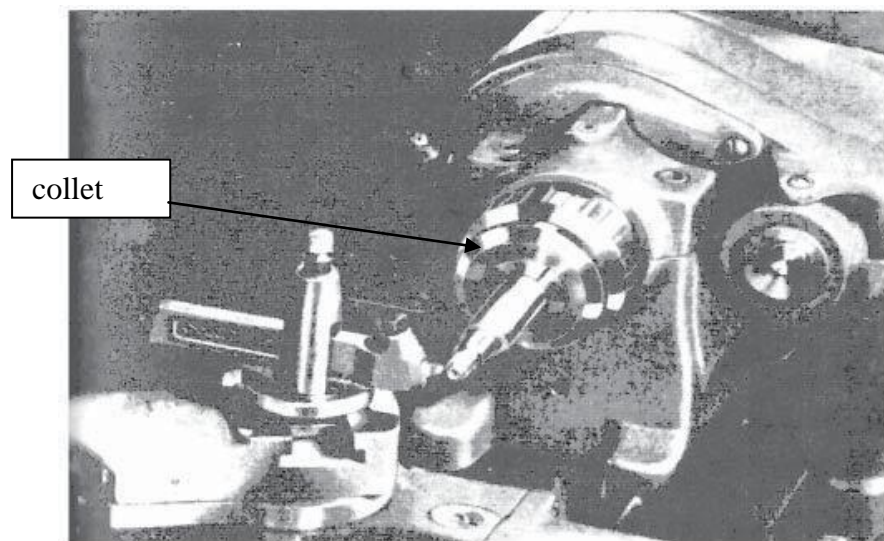
Gambar 17. Kolet

Kolet mempunyai ukuran yang ditunjukkan pada bagian mukanya yang menyatakan besarnya diameter benda yang dapat dicekam. Misalnya kolet berukuran 8 mm, berarti kolet ini dipergunakan untuk menjepit benda kerja berukuran $\text{Ø}8$ mm. Pemasangan kolet adalah pada kepala tetap dan dibantu dengan kelengkapan untuk menarik kolet tersebut (Gambar 18). Karena kolet berbentuk tirus, alat penariknya pun berbentuk lubang tirus, dengan memutar ke kanan uliran batangnya.



Gambar 18. Kelengkapan kolet

Contoh penggunaan kolet untuk membubut benda kerja dapat dilihat pada Gambar 19.

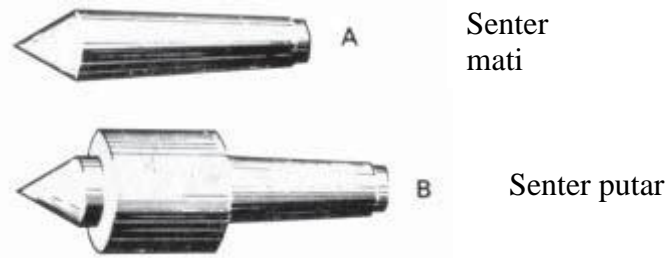


Gambar 19. Contoh penggunaan kolet

6) Senter

Senter (Gambar 20) terbuat dari baja yang dikeraskan dan digunakan untuk mendukung benda kerja yang akan dibubut. Ada dua jenis senter yaitu senter mati (tetap) dan senter putar. Pada umumnya senter putar pemasangannya pada ujung kepala lepas

dan senter tetap pemasangannya pada sumbu utama mesin (*main spindle*).

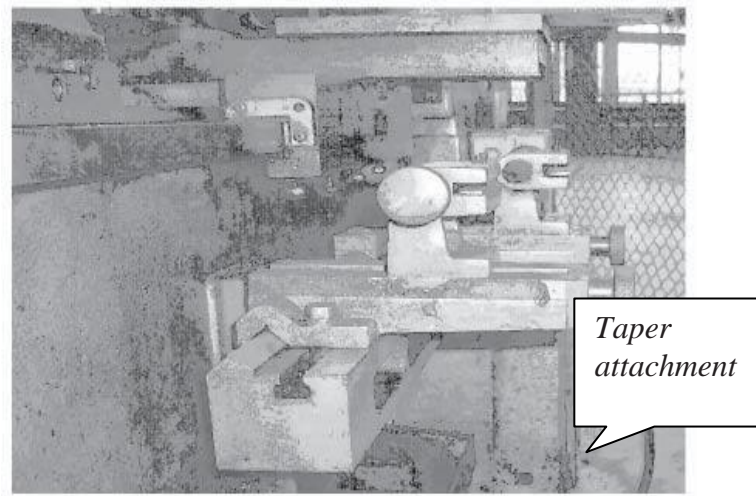


Gambar 20. Senter

Bagian senter yang mendukung benda kerja mempunyai sudut 60° dan dinamakan senter putar karena pada saat benda kerjanya berputar senternya pun ikut berputar. Berbeda dengan senter mati (tetap) untuk penggunaan pembubutan di antara dua senter, benda tersebut hanya ikut berputar bersama mesin namun ujungnya tidak terjadi gesekan dengan ujung benda kerja yang sudah diberi lubang senter. Walaupun tidak terjadi gesekan sebaiknya sebelum digunakan, ujung senter dan lubang senter pada benda kerja diberi *greace*/gemuk atau pelumas sejenis lainnya.

7) *Taper Attachment* (kelengkapan tirus)

Alat ini digunakan untuk membubut tirus. Selain menggunakan alat ini membubut tirus juga dapat dilakukan dengan cara menggeser kedudukan kepala lepas ataupun menggunakan eretan atas.



Gambar 21. Taper attachment

2. Mesin Frais

Mesin frais (*milling machine*) adalah mesin perkakas yang dalam proses kerja pemotongannya dengan menyayat/memakan benda kerja menggunakan alat potong (*cutter*) yang berputar. Pada saat alat potong (*cutter*) berputar, gigi-gigi potongnya menyentuh permukaan benda kerja yang dijepit pada ragum meja mesin frais sehingga terjadilah pemotongan/penyayatan dengan kedalaman sesuai penyetingan sehingga menjadi benda produksi sesuai dengan gambar kerja yang dikehendaki. Permukaan yang disayat bisa berbentuk datar, menyudut, atau melengkung. Permukaan benda kerja bisa juga berbentuk kombinasi dari beberapa bentuk.

a. Jenis-jenis mesin frais

1) Mesin Frais Horizontal

Mesin frais horizontal (Gambar 22), alasnya (*base*) dari besi tuang kelabu, yang mendukung seluruh komponen dan dibuat fondasi serta berfungsi untuk menampung cairan pendingin yang mengalir ke bawah, di mana di dalam kolom (*column*) terdapat mesin pompa yang memompa cairan tersebut untuk kemudian disirkulasi lagi ke atas meja (*table*).



Gambar 22. Mesin Frais Horizontal

Pada bagian kolom yang mendukung seluruh rangka terdapat kotak roda gigi kecepatan, motor dengan sabuk transmisi. Kolom ini merupakan komponen utama mesin frais yang berbentuk *box* di mana lengan mesin (*overarm*) dan spindel tempat memasang poros arbor.

2) Mesin Frais Vertikal

Sesuai dengan namanya yang dimaksud vertikal sebenarnya adalah poros spindelnya yang dikonstruksikan dalam posisi tegak.

Semua bagian yang terdapat pada mesin frais tegak sama seperti pada mesin frais horizontal hanya saja posisi spindelnya.



Gambar 23. Mesin Frais Vertikal

3) Mesin Frais Universal

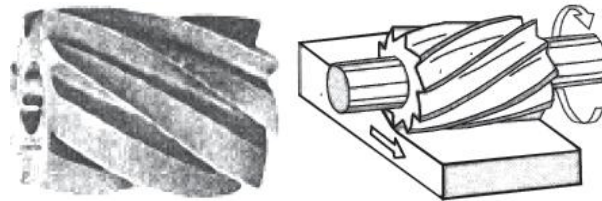
Mesin frais universal adalah mesin yang pada dasarnya gabungan dari mesin frais horizontal dan mesin frais vertikal. Mesin ini dapat mengerjakan pekerjaan pengefraisan muka, datar, spiral, roda gigi, pengeboran dan reamer serta pembuatan alur luar dan alur dalam. Untuk melaksanakan pekerjaannya mesin frais dilengkapi dengan peralatan yang mudah digeser, diganti dan dipindahkan. Peralatan tambahan tersebut berupa meja siku (*fixed angular table*), meja miring (*inclinable universal table*), meja putar (*rotary table*) dan kepala spindel tegak (*vertical head spindle*).

b. Alat potong (*cutter*) mesin frais

Alat potong (*cutter*) mesin frais memiliki banyak sekali jenis dan bentuknya. Pemilihan pisau frais berdasarkan pada bentuk benda kerja, serta mudah atau kompleksnya benda kerja yang akan dibuat. Adapun jenis-jenis pisau frais, antara lain sebagai berikut.

1) Pisau Mantel (*Helical Milling Cutter*)

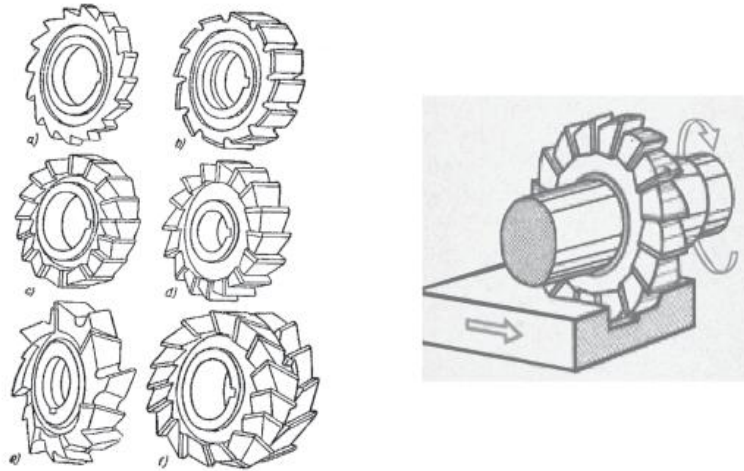
Pisau jenis ini dipakai pada mesin frais horizontal. Biasanya digunakan untuk pemakanan permukaan kasar (*Roughing*) dan lebar.



Gambar 24. Pisau Mantel (*Helical Milling Cutter*)

2) Pisau Alur (*Slot Milling Cutter*)

Pisau alur berfungsi untuk membuat alur pada bidang permukaan benda kerja. Jenis pisau ini ada beberapa macam yang penggunaannya disesuaikan dengan kebutuhan. Gambar 25a dan Gambar 25b menunjukkan jenis pisau alur mata sayat satu sisi, Gambar 25c dan Gambar 25d menunjukkan pisau alur dua mata sayat yaitu muka dan sisi, Gambar 25e dan Gambar 25f menunjukkan pisau alur dua mata sayat yaitu muka dan sisi dengan mata sayat silang.



Gambar 24. Pisau Alur (*Slot Milling Cutter*)

3) Pisau Frais Gigi (*Gear Cutter*)

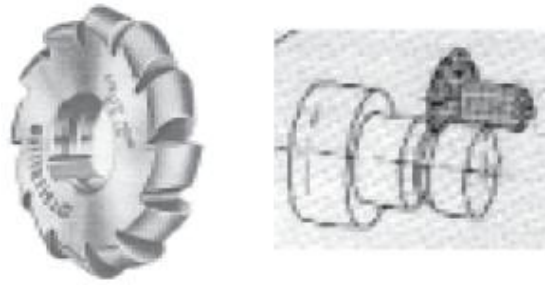
Pisau frais gigi ini digunakan untuk membuat roda gigi sesuai jenis dan jumlah gigi yang diinginkan. Gambar 26 menunjukkan salah satu jenis *gear cutter*.



Gambar 26. Pisau Frais Gigi (*Gear Cutter*)

4) Pisau Frais Radius Cekung (*Convex Cutter*)

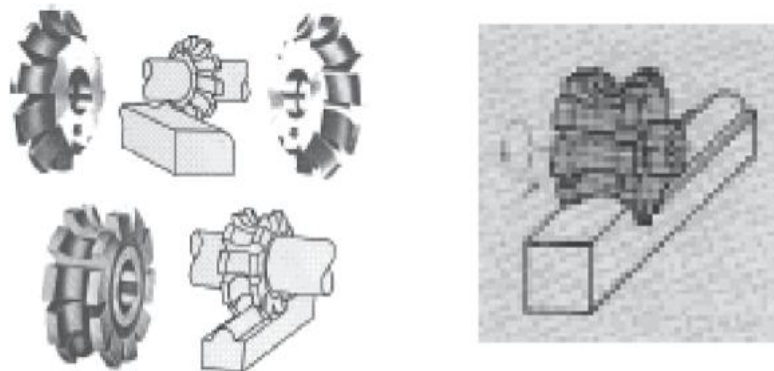
Pisau jenis ini digunakan untuk membuat benda kerja yang bentuknya memiliki radius dalam (cekung).



Gambar 27. Pisau Frais Radius Cekung (*Convex Cutter*)

5) Pisau Frais Radius Cembung (*Concave Cutter*)

Pisau jenis ini digunakan untuk membuat benda kerja yang bentuknya memiliki radius dalam (cekung).



Gambar 28. Pisau Frais Radius Cembung (*Concave Cutter*)

6) Pisau Frais Alur T (*T Slot Cutter*)

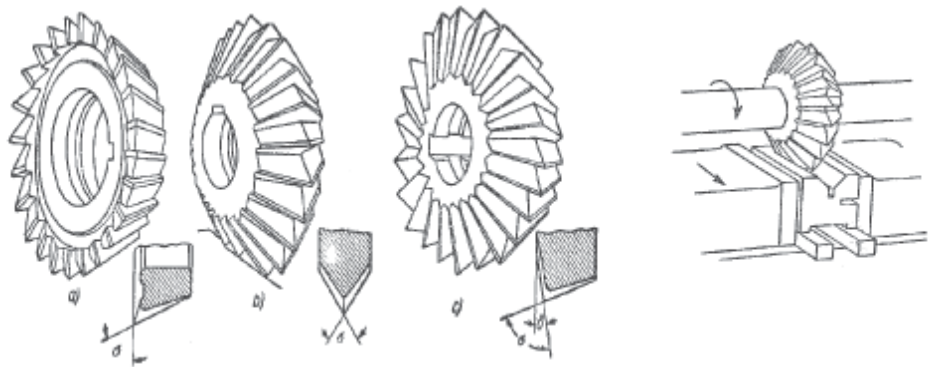
Pisau jenis ini hanya digunakan untuk membuat alur berbentuk "T" seperti halnya pada meja mesin frais.



Gambar 29. Pisau Frais Alur T (*T Slot Cutter*)

7) Pisau Frais Sudut

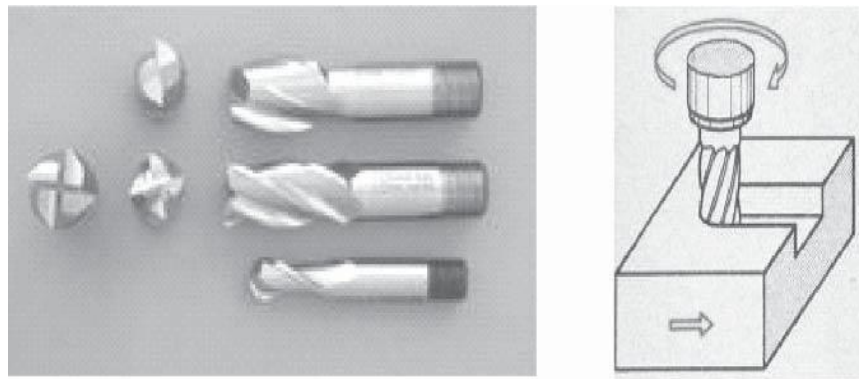
Pisau jenis ini digunakan untuk membuat alur berbentuk sudut yang hasilnya sesuai dengan sudut pisau yang digunakan. Pisau jenis ini memiliki sudut-sudut yang berbeda di antaranya: 30° , 45° , 50° , 60° , 70° , dan 80° . Gambar 30a menunjukkan pisau satu sudut 60° (*angle cutter*), Gambar 30b menunjukkan pisau dua sudut $45^\circ \times 45^\circ$ (*double angle cutter*), Gambar 30c menunjukkan pisau dua sudut $30^\circ \times 60^\circ$ (*double angle cutter*).



Gambar 30. Pisau Frais Sudut

8) Pisau Jari (*Endmill Cutter*)

Ukuran pisau jenis ini sangat bervariasi mulai ukuran kecil sampai ukuran besar. *Cutter* ini biasanya dipakai untuk membuat alur pada bidang datar atau pasak dan jenis pisau ini pada umumnya dipasang pada posisi tegak (mesin frais vertikal), namun pada kondisi tertentu dapat juga dipasang posisi horizontal yaitu langsung dipasang pada spindle mesin frais. Gambar 31 menunjukkan pisau jari.



Gambar 31. Pisau Jari (*Endmill Cutter*)

9) Pisau Frais Muka dan Sisi (*Shell Endmill Cutter*)

Jenis pisau ini memiliki mata sayat di muka dan di sisi, dapat di gunakan untuk mengefrais bidang rata dan bertingkat. Gambar 25 menunjukkan pisau frais muka dan sisi.



Gambar 32. Pisau Frais Muka dan Sisi (*Shell Endmill Cutter*)

10) Pisau Frais Pengasaran (*Heavy Duty Endmill Cutter*)

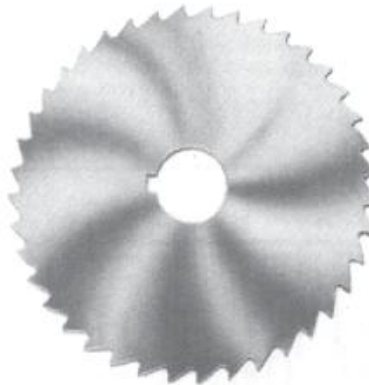
Pisau jenis ini mempunyai satu ciri khas yang berbeda dengan *cutter* yang lain. Pada sisinya berbentuk alur helik yang dapat digunakan untuk menyayat benda kerja dari sisi potong *cutter* sehingga *cutter* ini mampu melakukan penyayatan yang cukup besar.



Gambar 33. Pisau Frais Pengasaran (*Heavy Duty Endmill Cutter*)

11) Pisau Frais Gergaji (*Slitting Saw*)

Pisau frais jenis ini digunakan untuk memotong atau membelah benda kerja. Selain itu, juga dapat digunakan untuk membuat alur yang memiliki ukuran lebar kecil.



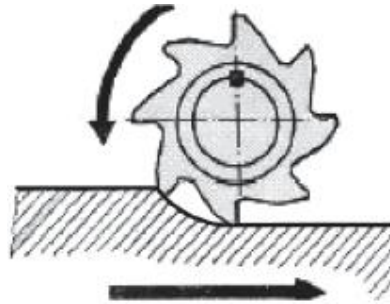
Gambar 34. Pisau Frais Gergaji (*Slitting Saw*)

c. Metoda pemotongan benda kerja

Metode pemotongan pada kerja frais dibagi menjadi 3, antara lain: pemotongan searah jarum jam, pemotongan berlawanan arah jarum jam dan netral.

1) Pemotongan searah benda kerja

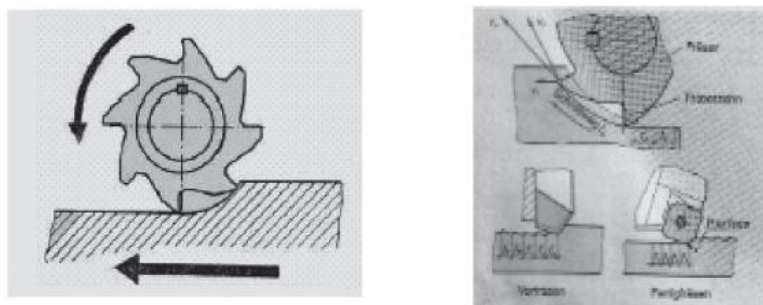
Pemotongan searah adalah pemotongan yang datangnya benda kerja searah dengan putaran sisi potong *cutter*. Pada pemotongan ini hasilnya kurang baik karena meja (benda kerja) cenderung tertarik oleh *cutter*.



Gambar 35. Pemotongan searah benda kerja

2) Pemotongan berlawanan arah benda kerja

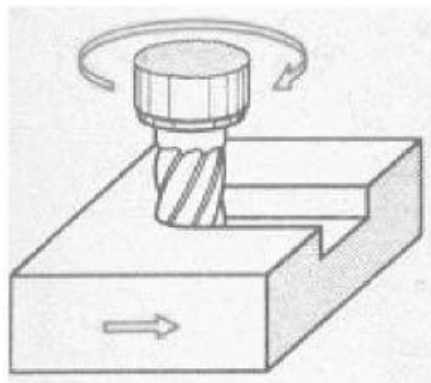
Pemotongan berlawanan arah adalah pemotongan yang datangnya benda kerja berlawanan dengan arah putaran sisi potong *cutter*. Pada pemotongan ini hasilnya dapat maksimal karena meja (benda kerja) tidak tertarik oleh *cutter*.



Gambar 36. Pemotongan berlawanan arah benda kerja

3) Pemotongan netral

Pemotongan netral yaitu pemotongan yang terjadi apabila lebar benda yang disayat lebih kecil dari ukuran diameter pisau atau diameter pisau tidak lebih besar dari bidang yang disayat. Pemotongan jenis ini hanya berlaku untuk mesin frais vertikal (Gambar 23).



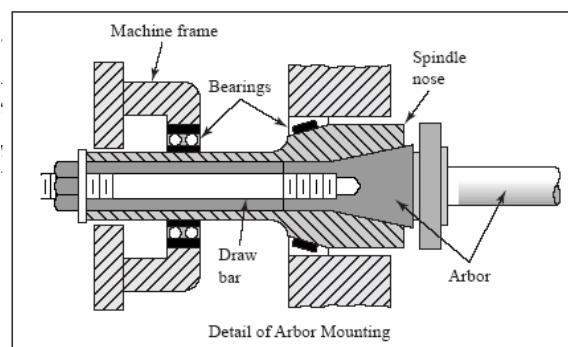
Gambar 37. Pemotongan netral

d. Perlengkapan mesin frais

1) Pemegang pisau

Proses penyayatan menggunakan Mesin Frais memerlukan alat bantu untuk memegang pisau dan benda kerja. Pisau harus dicekam cukup kuat sehingga proses penyayatan menjadi efektif, dan pisau tidak mengalami selip pada pemegangnya. Pada mesin frais konvensional horizontal pemegang pisau adalah arbor dan poros arbor (lihat Gambar 38). Arbor ini pada porosnya diberi alur untuk menempatkan pasak sesuai dengan ukuran alur pasak pada pisau frais. Pasak yang dipasang mencegah terjadinya selip ketika pisau menahan gaya potong yang relatif besar dan tidak kontinyu

ketika gigi-gigi pisau melakukan penyayatan benda kerja. Pemegang pisau untuk mesin frais vertical yaitu kolet. Kolet ini berfungsi mencekam bagian pemegang (*shank*) pisau. Bentuk kolet adalah silinder lurus di bagian dalam dan tirus di bagian luarnya. Pada sisi kolet dibuat alur tipis beberapa buah, sehingga ketika kolet dimasuki pisau bisa dengan mudah memegang pisau.



Gambar 38. Arbor dan poros arbor

2) Pemegang benda kerja

Bagian ini berfungsi untuk memegang benda kerja yang sedang disayat oleh pisau frais. Pemegang benda kerja diikat pada meja mesin frais dengan menggunakan baut T. Pemegang benda kerja dapat dibedakan menjadi 2 yaitu :

a) Ragum biasa

Ragum biasa digunakan untuk menjepit benda kerja yang bentuknya sederhana dan biasanya hanya digunakan untuk mengefrais bidang datar saja. Bagian bawah ragum dapat disetel posisinya sesuai dengan posisi benda kerja yang akan difrais. Bila sudah sesuai kemudian diikat kuat dengan

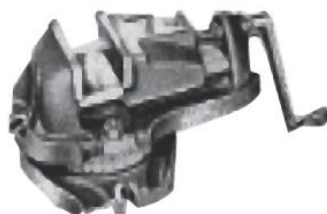
mur baut ke meja mesin freis. Adanya ikatan ini diharapkan benda kerja tidak akan mengalami perubahan posisi saat dikerjakan dengan mesin frais. Adapun gambar ragum biasa dapat dilihat di bawah ini.



Gambar 39. Ragum biasa

b) Ragum berputar

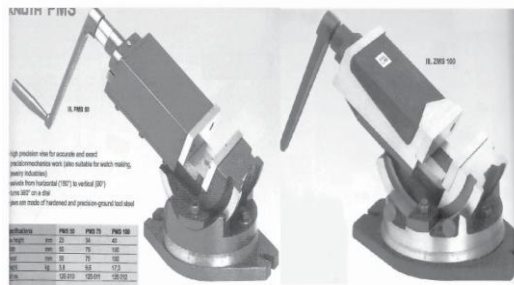
Ragum ini digunakan untuk menjepit benda kerja yang harus membentuk sudut terhadap *spindle*. Bentuk ragum ini sama dengan ragum biasa tetapi pada bagian bawahnya terdapat alas yang dapat diputar hingga sudut 360° . Ragum ini juga diletakkan di atas meja mesin frais secara horizontal yang diikat dengan mur baut dengan kuat. Bagian tengahnya terdapat skala nonius yang dapat digunakan untuk menentukan sudut putaran yang dikehendaki.



Gambar 40. Ragum berputar

c) Ragum universal

Ragum ini mempunyai dua sumbu perputaran, sehingga dapat diatur letaknya baik secara horizontal maupun vertikal. Ragum *universal* dapat mengatur sudut benda kerja yang akan dikerjakan dalam berbagai posisi. Sehingga pengerjaan benda kerja dapat dari arah vertikal maupun horizontal.



Gambar 41. Ragum *universal*

d) Kepala pembagi (*dividing head*)

Kepala pembagi merupakan alat bantu yang digunakan untuk memegang benda kerja silindris terutama untuk keperluan; membuat segi banyak, membuat alur pasak, membuat roda gigi (lurus, helik, payung), membuat roda gigi cacing.

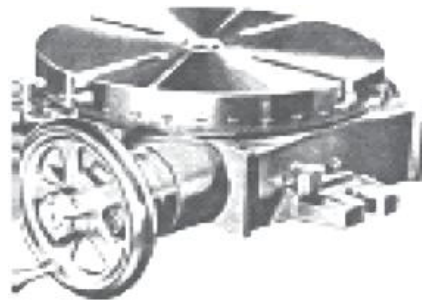


Gambar 42. Kepala pembagi

Kepala pembagi adalah peralatan mesin frais yang terdiri dari 2 bagian utama yaitu: roda gigi cacing dan ulir cacing. Perbandingan antara jumlah gigi cacing dengan ulir cacingnya disebut *ratio*. *Ratio dividing head* ada dua jenis $1 : 40$ dan $1 : 60$, tetapi yang paling banyak dipakai $1 : 40$. Posisi kedudukan *dividing head* dapat diputar 90° sehingga *dividing head* juga dapat berfungsi sebagai *rotary table*. Dalam pelaksanaannya untuk membuat segi-segi ke-n, jika tidak dapat digunakan pembagian langsung, pembagiannya ini menggunakan bantuan plat pembagi.

e) *Rotary table*

Rotary table (Gambar 43) digunakan untuk membagi segi-segi beraturan misalnya kepala baut. Di samping itu juga dapat digunakan untuk membagi jarak-jarak lubang yang berpusat pada satu titik misalnya membagi lubang baut pengikat pada *flendes*.



Gambar 43. *Rotary table*

e. Elemen dasar proses Frais

1) Kecepatan potong

Kecepatan potong (v) adalah kemampuan alat potong menyayat bahan dengan aman dalam satuan panjang/waktu (m/menit atau feet/menit). Pada gerak putar seperti mesin frais, kecepatan potong (v) adalah keliling kali putaran atau $\pi \cdot d \cdot n$; di mana π adalah nilai konstan $\frac{22}{7} = 3.14$, d adalah diameter pisau dalam satuan milimeter dan n adalah kecepatan putaran pisau dalam satuan putaran/menit (rpm). Karena nilai kecepatan potong untuk setiap jenis bahan sudah ditetapkan secara baku (Tabel 3), maka komponen yang bisa diatur dalam proses penyayatan adalah putaran mesin/pisau. Dengan demikian, rumus untuk menghitung putaran menjadi:

$$n = \frac{v}{\pi d} \dots\dots\dots \text{rpm}$$

Karena satuan v dalam meter/menit sedangkan satuan diameter pisau/benda kerja dalam millimeter, maka rumus menjadi:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi d} \dots\dots\dots \text{rpm} \quad (\text{Taufik Rochim 1993 : 21})$$

Faktor-faktor yang harus dipertimbangkan dalam menentukan kecepatan potong antara lain:

- a) material benda kerja yang akan difrais
- b) material pisau frais
- c) diameter pisau
- d) kehalusan permukaan yang diharapkan
- e) dalam pemotongan yang ditentukan
- f) Rigiditas penyiapan benda kerja dan mesin

Benda kerja yang berbeda kekerasannya,strukturnya dan kemampuan pemesinaanya diperlukan penentuan *cutting speed* yang berbeda.Tabel 3 berikut menunjukkan cara penentuan kecepatan potong:

Table 3. kecepatan potong untuk beberapa jenis bahan

Bahan	Cutter HSS		Cutter Karbida	
	Halus	Kasar	Halus	Kasar
Baja perkakas	75 –100	25 – 45	185 – 230	110 –140
Baja karbon rendah	70 – 90	25 – 40	170 – 215	90 –120
Baja karbon menengah	60 – 85	20 – 40	40 –185	75 –110
Besi cor kelabu	40 – 45	25 – 30	110 –140	60 –75
Kuningan	85 –110	45 – 70	185 – 215	120 –150
Aluminium	70 –110	30 – 45	140 – 215	60 – 90

f. Waktu pengerjaan

Waktu pengerjaan di sini adalah durasi waktu (lamanya waktu) yang digunakan untuk menyelesaikan pekerjaan. Durasi ini sangat penting diperhatikan sehubungan dengan efisiensi pengerjaan. Apalagi dikaitkan dengan sistem bisnis komersial atau kegiatan unit produksi

disekolah, waktu pengerjaan sangat penting untuk diperhitungkan.

Hal-hal yang berkaitan dengan waktu pengerjaan sebagai berikut.

1) Kecepatan pemakanan (vf)

Kecepatan pemakanan adalah jarak tempuh gerak maju pisau/benda kerja dalam satuan milimeter per menit atau *feet* per menit. Pada gerak putar, kecepatan pemakanan (vf) adalah gerak maju alat potong/benda kerja dalam (n) putaran benda kerja/pisau per menit. Pada mesin frais, kecepatan pemakanan dinyatakan dalam satuan milimeter permenit yang dalam pemakaiannya perlu disesuaikan dengan jumlah mata potong pisau yang digunakan. Kecepatan pemakanan tiap mata potong pisau frais (vf) untuk setiap jenis pisau dan setiap jenis bahan sudah dibakukan, tinggal dipilih mana yang cocok. Dengan demikian, kecepatan maju meja mesin dapat ditentukan dengan rumus:

$$vf = f \cdot z \cdot n.$$

(Taufiq rochim 1993 : 21)

Tabel 4. kecepatan pemakanan (*feeding*) per gigi untuk HSS

Pisau	Feed/Tooth (mm)
Spiral (slab) mill (up to 30° helix angle of tooth)	0,1 + 0,25
Spiral mill (30 + 00° helix angle)	0,05 + 0,2
Face mill and shell end mill	0,1 + 0,5
End mill	0,1 + 0,25
Saw	0,05 + 0,1
Slotting cutter	0,05 + 0,15
Form cutter	0,05 + 0,2

2) Frekuensi pemakanan (i)

Frekuensi pemakanan adalah jumlah pengulangan penyayatan mulai dari penyayatan pertama hingga selesai. Frekuensi pemakanan tergantung pada kemampuan mesin, jumlah bahan yang harus dibuang, sistem penjepitan benda kerja dan tingkat *finishing* yang diminta.

3) Jarak tempuh alat potong (L)

Jarak tempuh meja/benda kerja adalah panjang benda kerja ditambah diameter pisau ditambah kebebasan pisau.



$$L = l + 2(x + R) \text{ atau } L = l + 2x + d$$

Gambar 44. Jarak tempuh alat potong

4) Perhitungan waktu pengerjaan (T)

Waktu pengerjaan = (jarak tempuh meja x frekuensi pemakanan) dibagi kecepatan gerakan meja mesin.

$$T = \frac{L \cdot i}{vf} \quad \text{dimana } vf = f \cdot z \cdot n \quad (\text{Taufiq rochim 1993 : 21})$$

Di mana:

T = waktu pengerjaan

i = frekuensi pemakanan

z = jumlah mata potong

3. Mesin Skrap

Mesin sekrap (*shaping machine*) disebut pula mesin ketam atau serut. Mesin ini digunakan untuk mengerjakan bidang-bidang yang rata, cembung, cekung, beralur, pada posisi mendatar, tegak, ataupun miring. Mesin Sekrap adalah suatu mesin perkakas dengan gerakan utama lurus bolak-balik secara vertikal maupun horizontal. Prinsip pengerjaan pada mesin sekrap adalah benda yang disayat atau dipotong dalam keadaan diam (dijepit pada ragum) kemudian pahat bergerak lurus bolak balik atau maju mundur melakukan penyayatan. Hasil gerakan maju mundur lengan mesin/pahat diperoleh dari motor yang dihubungkan dengan roda bertingkat melalui sabuk (*belt*). Dari roda bertingkat, putaran diteruskan ke roda gigi antara dan dihubungkan ke roda gigi penggerak engkol yang besar. Roda gigi tersebut beralur dan dipasang engkol melalui tap. Jika roda gigi berputar maka tap engkol berputar eksentrik menghasilkan gerakan maju mundur lengan. Kedudukan tap dapat digeser sehingga panjang eksentrik berubah dan berarti pula panjang langkah berubah.

a. Jenis-jenis mesin sekrap

Mesin sekrap adalah mesin yang relatif sederhana. Biasanya digunakan dalam ruang alat atau untuk mengerjakan benda kerja yang jumlahnya satu atau dua buah untuk *prototype* (benda contoh). Pahat yang digunakan sama dengan pahat bubut. Proses sekrap tidak terlalu memerlukan perhatian/ konsentrasi bagi operatornya ketika melakukan penyayatan. Mesin Sekrap yang sering digunakan adalah Mesin Sekrap horizontal. Selain itu, ada mesin sekrap vertical yang biasanya dinamakan mesin *slotting/slotter*. Proses sekrap ada dua macam yaitu proses sekrap (*shaper*) dan *planner*. Proses sekrap dilakukan untuk benda kerja yang relatif kecil, sedang proses *planner* untuk benda kerja yang besar.

1) Mesin sekrap datar atau horizontal (*shaper*)

Mesin jenis ini umum dipakai untuk produksi dan pekerjaan serbaguna terdiri atas rangka dasar dan rangka yang mendukung lengan horizontal (lihat Gambar 45). Benda kerja didukung pada rel silang sehingga memungkinkan benda kerja untuk digerakkan ke arah menyilang atau vertical dengan tangan atau penggerak daya. Pada mesin ini pahat melakukan gerakan bolak-balik, sedangkan benda kerja melakukan gerakan insutan. Panjang langkah maksimum sampai 1000 mm, cocok untuk benda pendek dan tidak terlalu berat.



Gambar 45. Mesin sekrap datar atau horizontal (*shaper*)

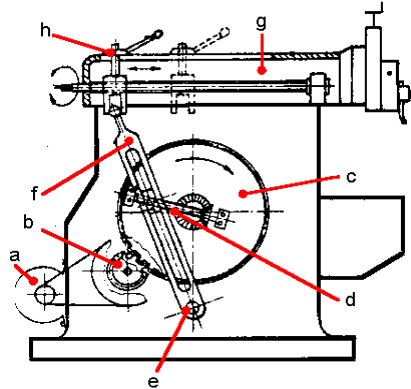
2) Mesin sekrap vertical (*slotter*)

Mesin Sekrap jenis ini digunakan untuk pemotongan dalam, menyerut dan bersudut serta untuk pengerjaan permukaan-permukaan yang sukar dijangkau. Selain itu mesin ini juga bisa digunakan untuk operasi yang memerlukan pemotongan vertical (Gambar 46). Gerakan pahat dari mesin ini naik turun secara vertical, sedangkan benda kerja bias bergeser ke arah memanjang dan melintang. Mesin jenis ini juga dilengkapi dengan meja putar, sehingga dengan mesin ini bisa dilakukan pengerjaan pembagian bidang yang sama besar.



Gambar 46. Mesin sekrap vertical (*slotter*)

b. Bagian-bagian pada mesin skrap



Gambar 47. Bagian-bagian pengatur posisi dan panjang langkah

c. pemahaman pada mesin sekrup

Bagian-bagian untuk mengatur posisi serta panjang langkah

pemakanan adalah

a = motor penggerak

b = roda gigi penggerak

c = Roda pemutar

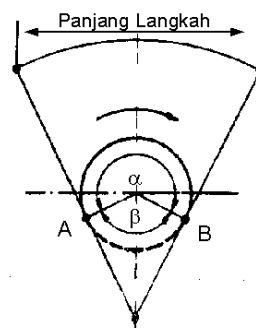
d = Blok engkol

e = Poros lengan ayun

f = Lengan ayun

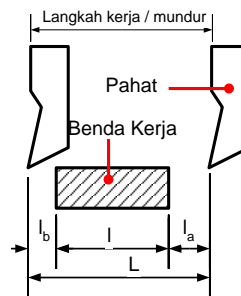
g = Kepala luncur

h = Pengikat kepala luncur



Gambar 48. Panjang langkah penyekrapan

Langkah pemakanan yang panjang, maka lengan ayun harus dipasang pada posisi terjauh dari sumbu poros roda pemutar. Lengan ayun akan bergerak dari A sampai B dan sebaliknya ($\angle \alpha$). Karena $\angle \alpha$ lebih besar dari $\angle \beta$ maka langkah kebelakang akan lebih cepat. Untuk langkah pemakanan yang pendek, maka lengan ayun harus dipasang pada posisi terdekat dari sumbu poros roda pemutar.



Gambar 49. Panjang langkah pemotongan

Panjang langkah (L) disesuaikan dengan panjang benda (l), panjang awal (l_a) dan panjang sisa (l_b)

$$L = l + l_a + l_b$$

$$l_a = 20 \text{ mm}$$

$$l_b = 10 \text{ mm}$$

d. Menentukan jumlah langkah maju mundur

Jumlah langkah maju mundur permenit (n) tergantung kepada kecepatan potong bahan (cs) dan panjang langkah (L).

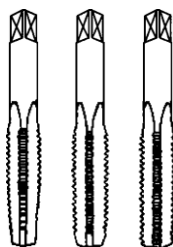
$$\text{Langkah maju mundur (n)} = \frac{\text{kecepatan potong (cs)}}{\text{panjang langkah maju mundur}}$$

$$n = \frac{cs}{2 \cdot L}$$

Mengatur jumlah langkah permenit, dilakukan dengan menempatkan handel pengatur jumlah langkah pada posisi yang paling sesuai atau mendekati angka hasil perhitungan. Handel pengatur jumlah langkah biasanya ditempatkan di bagian belakang mesin sekrup.

4. Mengetap dan Menyeyney

Tap dan sney adalah alat untuk membuat ulir. Tap (Gambar 50) adalah untuk membuat ulir dalam (mur), sedangkan snei (Gambar 51) adalah untuk membuat ulir luar (baut).



Gambar 50. Tap

Tiap satu set, tap terdiri dari 3 buah yaitu tap no.1 (*Intermediate tap*) mata potongnya tirus digunakan untuk pengetapan langkah awal, kemudian dilanjutkan dengan tap no. 2 (*Tapper tap*) untuk pembentukan ulir, sedangkan tap no. 3 (*Bottoming tap*) dipergunakan untuk penyelesaian.

Contoh penulisan setiap spesifikasi tap dan snei sebagai berikut:

a. Tap/snei M10 x 1,5.

Artinya adalah: M = Jenis ulir metrik

10 = Diameter nominal ulir dalam mm

1,5 = Kisar ulir

a. Tap/snei W 1/4 x 20, W 3/8 x 16

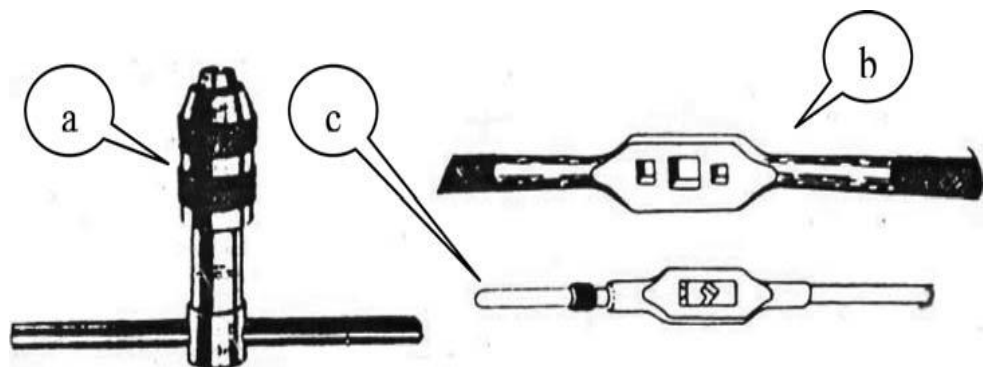
Artinya adalah: W = Jenis ulir Whitworth

1/4 = Diameter nominal ulir dalam inchi

20 = Jumlah gang ulir sepanjang satu inchi

Langkah proses mengetap adalah tap dimasukkan kedalam tangkai tap (Gambar 51). Tangkai tap Gambar 51a dan Gambar 51c, dapat diatur besar kecilnya ukuran kepala tap sedang tangkai tap Gambar 51b, mempunyai tiga lubang yang dapat dipakai sesuai dengan besarnya kepala tap dan tangkai pemutarnya tidak dapat disetel.

Pembuatan ulir luar, batang ulir harus disediakan/dikerjakan terlebih dahulu menggunakan mesin bubut dengan diameter "d", sedangkan sneinya dipilih yang berukuran sama, baik diameter maupun kisar "k" atau jumlah gang dalam satu inchi "n" menurut jenis ulir yang akan dibuat.



Gambar 51. Tangkai pemutar

a. Langkah pengetapan

Sebelum melakukan pengetapan, benda kerja harus dibor terlebih dahulu dengan ukuran diameter bor tertentu. Penentuan diameter lubang bor untuk tap dapat ditentukan dengan rumus:

$$D = D' - K$$

Di mana:

D = Diameter bor, satuan dalam mm/inchi

D' = Diameter nominal ulir, satuan dalam mm/inchi

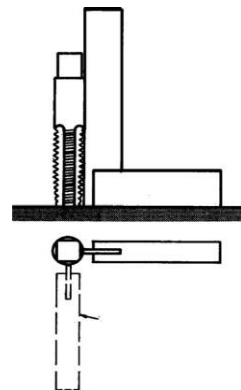
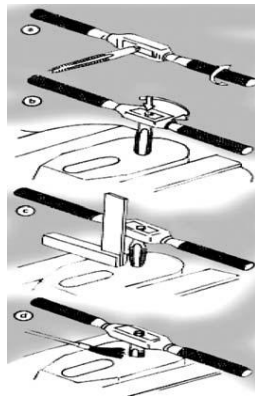
K = Kisar (*pitch*)

Contoh:

- 1) Diameter lubang bor untuk mur M10 x 1,5 adalah $10 - 1,5 = 8,5$ mm
- 2) Diameter lubang bor untuk mur W3/8"x 16 adalah $3/8" - 1/16" = 5/16"$

Setelah dibor, kemudian kedua bibir lubang dicemper dengan bor persing dimana kedalamannya mengikuti standar cemper mur. Bentuk standar mur dan baut untuk bermacam-macam jenis sudah ditentukan secara internasional dan ini dapat ditemukan dalam buku gambar teknik mesin atau tabel-tabel mur/baut. Pemasangan tap pada batang pemutar posisinya harus tepat (Gambar 52a), ikat dengan kuat dengan jalan memutar salah satu pemegang yang berfungsi mendorong dan menarik rahang pada rumah tap. Mengetap harus dimulai dengan tap nomor 1, kemudian tap nomor 2 dan terakhir nomor 3 untuk

penyelesaiannya. Pemutaran tap hendaknya dilakukan $\pm 270^\circ$ maju searah jarum jam, kemudian diputar mundur $\pm 90^\circ$ berlawanan arah jarum jam dengan tujuan untuk memotong tatal, selanjutnya kembalikan pada posisi awal dan putar lagi $\pm 270^\circ$ maju searah jarum jam dan mundur lagi 90° berlawanan arah jarum jam, demikian seterusnya sampai selesai. Selain itu tangkai tap harus ditekan seimbang dan tap harus tegak lurus benda kerja (Gambar 52b dan 52c). Agar pekerjaan lebih ringan dan mata potong tap lebih awet, berikan pelumas potong (*cutting oil*) pada saat mengetap (bila diperlukan). Untuk membersihkan tatal pada celah-celah alur dan mata potong tap, gunakan kuas (Gambar 52d). Untuk pekerjaan pengetapan yang presisi, pada saat pengecekan ketegaklurusan tap, tangkai tap harus dilepas terlebih dahulu (Gambar 53). Hal ini untuk mendapatkan ketegaklurusan yang akurat.

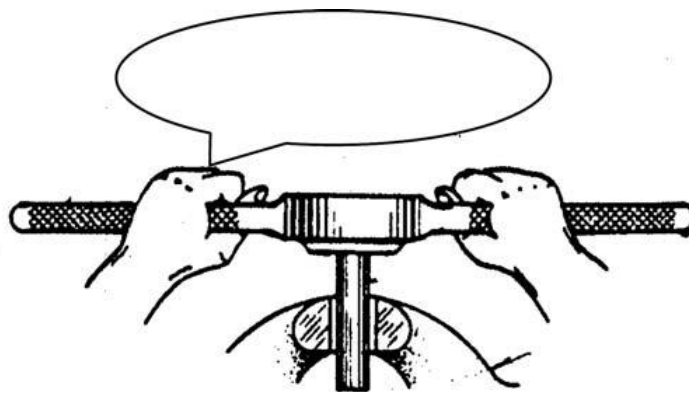


Gambar 52. Proses pengetapan Gambar 53. Mengecek ketegaklurusan tap.

b. Langkah Menyenei

1) Mengatur posisi snei dan tangan

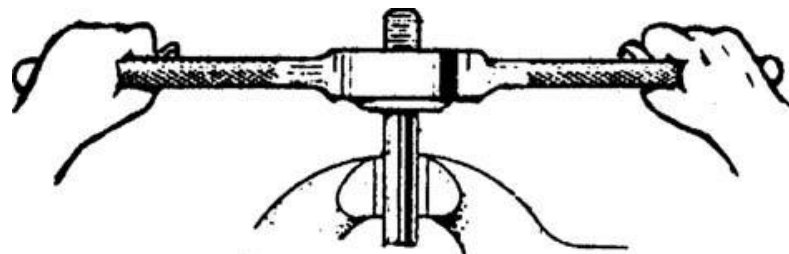
Kedudukan gigi snei harus diatur agar bagian tirusnya menghadap ke bawah, dengan demikian snei akan cepat mengulir pada benda kerja. Dengan menempatkan snei pada batang benda kerja dan kedudukan kedua tangan dekat dengan rumah snei (Gambar 54). Tekanlah snei itu sambil diputar perlahan-lahan dengan posisi tegak lurus terhadap benda kerja.



Gambar 54. Posisi tangan pada awal menynei

2) Mengatur posisi tangan setelah pemakanan

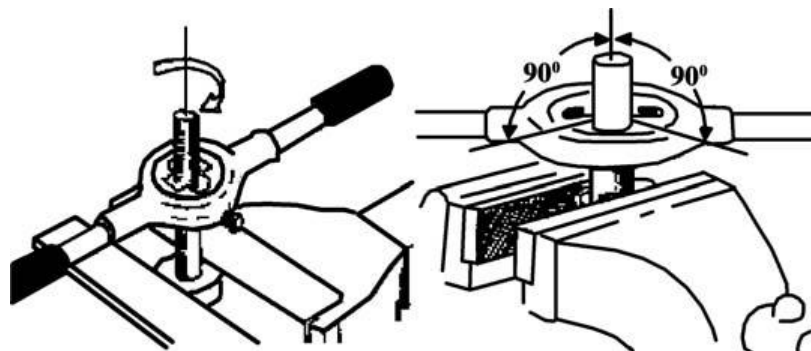
Apabila snei sudah terasa memakan benda kerja, maka pindahkanlah kedudukan tangan kita pada ujung gagang snei supaya pemutarannya lebih ringan (Gambar 55), dalam hal ini tidak perlu lagi ditekan.



Gambar 55. Pemegangan penuh pada posisi jauh dari rumah snei

3) Pemutaran snei

Bahan yang akan disnei memiliki sifat liat, pemutaran snei harus bolak-balik arah jarum jam (Gambar 56). Pemutaran searah jarum jam merupakan langkah penguliran, sedangkan pemutaran berlawanan arah jarum jam untuk memutuskan bram (pendekatan besarnya sudut sama dengan pada saat mengetap). Selain itu, dengan membolak-balik arah, snei akan berperan menahan batang yang diulir tersebut tidak bengkok akibat panas dan jangan lupa selama menynei pakailah oli pelumas bila diperlukan. Gambar 56 menunjukkan penggunaan snei.



Gambar 56. Penggunaan snei

5. Mesin Gerindra Tangan

Jenis mesin ini cenderung memiliki ukuran yang kecil dengan mata gerinda sedang. Karena bentuknya yang kecil mesin ini bisa dibawa kemana-mana dengan mudah. Mesin ini lebih sering digunakan untuk perataan permukaan, seperti misalnya membuang beram hasil pengeboran, pemotongan, menghilangkan hasil lasan, dan lain sebagainya.



Gambar 57. Mesin gerinda tangan

6. Alat Bantu Pembuatan

Proses pembuatan spindel utama pada mesin simulator cnc ini diperlukan beberapa alat bantu antara lain :

a. Jangka Sorong

Jangka sorong (*vernier caliper*) berfungsi untuk mengukur dimensi luar dari suatu benda, seperti panjang, lebar, tebal, dan diameter. Jangka sorong mempunyai kapasitas yang bermacam-macam, tergantung dari kebutuhan atau penggunaan jangka sorong tersebut, diantaranya: Kapasitas 150 mm dengan ketelitian 0,05 mm, Kapasitas 200 mm dengan ketelitian 0,02 mm. Bahkan ada yang berkapasitas lebih dari 1000 mm.



Gambar 58. *Vernier caliper*

b. Dial Indikator

Dial indikator mempunyai tingkat ukuran yang sangat teliti. Alat ini digunakan untuk mengukur ketelitian misalnya kelurusan, tegak lurus, paralelnya benda kerja atau bagian mesin perkakas, keseimbangan poros suatu sumbu, untuk *balance*, menentukan kelurusan benda kerja, dsb.



Gambar 59. Dial indikator

c. Kikir

Kikir adalah suatu peralatan untuk mengikis / menyetam permukaan bahan besi siku, sehingga dapat menghasilkan permukaan benda kerja yang halus. mengikir adalah salah satu dari banyak macam kerja bangku yang penting dan sulit untuk mencapai hasil yang tepat, sampai saat ini mengikir tidak dapat diganti dengan cara lain.

Dengan semakin banyaknya jenis bahan untuk pembuatan benda kerja maka dibuatlah berbagai jenis kikir dengan berbagai jenis bahan dan berbagai bentuk. Kikir dibuat dari baja karbon tinggi yang ditempa dan sesuai dengan panjangnya, bentuknya, jenisnya dan gigi pemotongannya. Kikir digunakan untuk mengerjakan bahan-bahan yang keras sebab permukaan benda kerja akan tergesek dengan baik tanpa tenaga besar, sudut potongannya yang besar itu memberikan

perlawanan yang baik terhadap mata potongan itu. Macam- macam bentuk gigi kikir miring dan kikir lengkung.

1) Bentuk gigi kikir miring

Digunakan untuk mengerjakan benda-benda yang lunak misalnya; timah hitam, themoplastik, alumunium murni dan sebagai-nya. Untuk menghindari beram-beram yang melekat pada alur gigi maka gigi tersebut dilengkapi dengan pemutus beram.

2) Bentuk gigi kikir lengkung

Digunakan untuk mengerjakan bahan yang lunak misalnya; anti karodal, duralumunium, gigi-giginya yang dilengkapi dengan pemutus beram tetapi pengeluaran beram tersebut terjadi dari kedua sisinya.



Gambar 60. Macam-macam kikir

d. Penitik

Penitik pusat memiliki sudut yang lebih besar dibandingkan dengan penitik garis. Besar sudut penitik pusat adalah 90 derajat, sehingga penitik ini akan menimbulkan luka atau bekas yang lebar pada benda kerja. Penitik pusat ini cocok digunakan untuk membuat tanda terutama untuk tanda pengeboran. Karena sudut penitik ini besar,

maka tanda yang dibuat oleh penitik ini akan dapat mengarahkan mata bor untuk tetap pada posisi pengeboran. Dengan demikian penitik ini sangat berguna sekali dalam pelaksanaan pembuatan benda kerja yang memiliki proses kerja pengeboran. (Sumantri, 1989: 124-146)



Gambar 61. Penitik

e. Palu

Palu merupakan alat tangan yang sudah lama ditemukan orang dan sudah sejak lama dipergunakan dalam seluruh kegiatan pekerjaan umat manusia. Tidak saja pada bengkel–bengkel yang besar, tetapi palu digunakan hampir pada seluruh aspek kehidupan dari bengkel sampai kehidupan rumah tangga.

Pemakaian palu pada bengkel kerja bangku atau bengkel kerja mesin adalah sebagai pemukul pada kerja memotong dengan pahat, menempa dingin pada pekerjaan assembling atau perakitan, membengkokkan benda kerja, membuat tanda, dan pekerjaan permukaan lainnya.



Gambar 62. Palu

f. Mistar Gulung

Mistar gulung adalah alat ukur yang digunakan untuk mengukur benda kerja yang panjangnya melebihi ukuran dari mistar baja, atau dapat dikatakan untuk mengukur benda-benda yang panjang. Roll meter ini tingkat ketelitiannya adalah setengah milimeter sehingga tidak dapat digunakan untuk mengukur benda kerja secara presisi. Panjang dari mistar gulung ini bervariasi dari 2, 30, dan 50 meter, tetapi dalam bengkel kerja mesin ukuran terpanjang adalah 3 meter. (Sumantri,1989 : 39).



Gambar 63. Mistar gulung

7. Toleransi dan Suaian

a. Toleransi

Toleransi adalah suatu penyimpangan ukuran yang diperbolehkan atau diizinkan. Karena penyimpangan ini, benda yang dimuat memakai

toleransi dapat dipasang atau dirakit. Bagian-bagian atau peralatan dari suatu mesin dibuat oleh operator atau pekerja dalam suatu perusahaan sudah barang tentu dikerjakan dengan ukuran-ukuran yang bertoleransi. Kadang seorang pekerja hanya mengerjakan bagian mesin yang tertentu saja. Sedangkan yang lain mengerjakan yang lainnya. Tetapi antara yang satu dengan yang lainnya dari bagian yang dikerjakan itu harus bisa dipasang dengan mudah. Hal ini memungkinkan untuk memproduksi dengan jumlah yang banyak.

Oleh karena itu harus ada suatu standar ketepatan ukuran yang harus dipatuhi dan dipakai sebagai pedoman di dalam mengerjakan suatu benda, agar bagian-bagian mesin itu dapat dipasang, bahkan dapat ditukar dengan yang lainnya yang sejenis. Dalam proses pembuatan roda gigi lurus, dibutuhkan toleransi pada saat proses pembuatan lubang. Lubang ini berguna sebagai tempat diletakkannya poros, oleh itu karena itu toleransi sangat dibutuhkan agar saat poros dipasang pada lubang ukurannya pas dan tidak longgar.

b. Suaian-suaian (*Fits*)

Dengan adanya toleransi akan terjadi perbedaan-perbedaan ukuran dari bagian yang usai dikerjakan dan akan dipasang. Tetapi perbedaan ini masing-masing bisa dijamin untuk bisa dipasang dengan bagian yang menjadi pasangannya.

Bagian yang dipasang atau digabungkan maka akan terjadi satu keadaan tertentu, hasil dari gabungan atau pasangan itu. Keadaan hasil

pasangan tersebut dinamakan suaian. Suaian yang terjadi ada beberapa macam, tergantung dari daerah toleransi dari poros maupun lubang yang dipakai basis pemberian toleransi. Kemungkinan-kemungkinan jenis toleransi adalah:

- 1) Suaian longgar (*Clearance fits*) yaitu bila bagian yang berpasangan pada waktu dipasang mempunyai kelonggaran yang pasti.
- 2) Suaian transisi (*Transition fits*) ini akan terjadi dua kemungkinan yaitu bisa terjadi kesesakan kecil maupun kelonggaran kecil.
- 3) Suaian sesak (*Interference fits*) pada pemasangan ini selalu pada keadaan sesak.

8. Menentukan Suaian dan Toleransi

Toleransi ditentukan dengan cara berpegang pada prinsip efisien dalam produksi. Jadi hendaknya dalam toleransi tidak terlalu mahal dalam arti terlalu teliti. Karena pekerjaan yang teliti memerlukan kecermatan dan ketelitian pada waktu mengerjakan. Sehingga dengan demikian waktu yang lebih lama, dalam hal ini menyebabkan biaya produksi lebih mahal. Dalam menentukan toleransi akan lebih baik sebesar mungkin, menurut kebutuhan tetapi juga dipengaruhi oleh cara pengerjaan, dimana pengerjaan poros lebih mudah dari pada pengerjaan lubang, sehingga toleransi poros bisa dibuat lebih halus dari pada lubang. Pemilihan toleransi untuk lubang dan poros yang banyak dan biasa adalah dengan

sistem basis lubang yaitu : untuk lubang: H7 ;H8 ; H9; H11; untuk poros: c11; d10; e9; f7; g6; k6; n6; p6; s6.

Keadaan suaian yang akan terjadi dikelompokkan sebagai berikut :

- a. Suaian longgar; yang termasuk suaian longgar adalah pasangan dari H11-c11; H9-d10; H9-e9.
- b. Suaian transisi; yang termasuk suaian transisi adalah H7-k6; H7-n6.
- c. Suaian sesak; yang termasuk dalam suaian sesak adalah pasangan dari H7-p6; H7-s6.

D. Keselamatan Kerja

Keselamatan kerja adalah keselamatan yang berhubungan dengan mesin, pesawat alat kerja, bahan dan pengelolaannya, landasan tempat kerja dan lingkungannya serta cara-cara melakukan pekerjaannya. Keselamatan kerja pada pekerjaan pemesinan maupun fabrikasi pastilah membutuhkan peralatan untuk menjaga keselamatan kerja, begitu pula dalam proses ini yang memakai berbagai jenis mesin dan alat, untuk menyelesaikan pekerjaannya. Sebelum bekerja pada suatu mesin kita harus mempertimbangkan dan mengingat akan keselamatan kerja, sehingga program kerja akan berjalan dengan lancar.

Keselamatan kerja perlu diperhatikan sebelum mengoperasikan mesin yaitu : pelajari dulu bagaimana cara mengoperasikan mesin yang akan digunakan, liat dan pelajari gambar kerja sebelum praktek, pakailah pakaian kerja *wearpack* pada saat bekerja, jangan lupa mengenakan kaca mata sebagai pengaman apabila menggerakkan benda kerja pada mesin dan

menghasilkan tatal yang berloncatan, jauhkan jari-jari dari alat atau benda kerja yang berputar, jangan memindahkan tatal pada mesin dengan tangan telanjang, gunakan kuas dan memakai sarung tangan, pasanglah selalu benda-benda dan alat pada mesin dengan kuat, jangan menghentikan bagian yang masih berputar pada mesin dengan tangan, jangan membersihkan mesin atau benda kerja, pada saat mesin bekerja, jangan menjalankan mesin dengan mengajak berbincang-bincang pada waktu bekerja, jangan meninggalkan mesin pada saat mesin masih bekerja (hidup), dan perhatikan dalam menempatkan alat – alat bantu seperti palu kunci – kunci alat ukur dalam keadaan ditumpuk jadi satu. Peralatan keselamatan kerja yang digunakan dalam melakukan kerja praktek yaitu : pakaian kerja (*wearpack*), sarung tangan, kuas, kacamata, dan sepatu kerja.

BAB III KONSEP PEMBUATAN

A. Konsep Umum Pembuatan Produk

Produk yang berkualitas pastilah memerlukan suatu konsep dan perlakuan pengerjaan yang baik. Pemilihan alat dan mesin yang di gunakan juga akan sangat berpengaruh pada hasil produk yang di buat. proses pengerjaan suatu produk secara umum dapat di klasifikasikan sebagai berikut:

1. Proses pemilihan bahan

Proses pemilihan bahan adalah proses menentukan bahan agar sesuai dengan kebutuhan sebagaimana yang tertera pada gambar kerja. Mengetahui apakah bahan yang akan dikerjakan sesuai dengan yang tertera dalam gambar kerja dapat di ketahui dengan 2 cara yaitu melalui pengujian bahan dan melalui referensi table.

2. Proses pengurangan volume bahan

Pembuatan suatu produk pasti akan mengalami proses pengurangan volume bahan. Pengurangan volume bahan bertujuan untuk mendapan bentuk dan ukuran produk yang sesuai dengan keinginan. Pengurangan volume bahan dapat dilakukan dengan beberapa cara diantaranya sebagai berikut:

- a. Penggergajian.
- b. Pembubutan.
- c. Pengetaman.
- d. Pengeboran.
- e. Pengefraisan.
- f. Penggerindaan.
- g. Pengikiran.
- h. Pemahatan.

3. Proses pembentukan bahan

Proses pembentukan bahan dilakukan untuk mendapatkan bentuk produk yang diinginkan. Proses pembentukan bahan dapat dilakukan dengan cara pengecoran, penempaan, penarikan, penekanan pembengkokan, pengerolan, pemukulan. Hasil akhir dari proses ini dapat berupa barang setengah jadi atau barang jadi.

4. Proses penyambungan bahan

Proses penyambungan adalah menggabungkan dua buah atau lebih menjadi satu kesatuan. Proses penyambungan bahan meliputi:

a. Pengelasan

Pengelasan adalah proses menyambung benda logam dengan cara mencairkan kedua bagian logam menggunakan panas. Cara yang digunakan untuk pengelasan diantaranya dengan gas dan dengan busur listrik.

b. Solder

Solder adalah proses menyambung logam baik yang sejenis atau tidak dengan suatu logam penyambung dengan titik lumer yang

lebih rendah daripada logam-logam yang disambungannya. Sebagai aturan umum berlaku bahwa lapisan solder yang tipis lebih kuat dari pada lapisan solder yang tebal, sehingga bagian-bagian yang disolder dapat saling merapat dengan baik.

c. Sambungan keling

Sambungan keling merupakan proses penyambungan menggunakan paku keling yang ditanam pada dua bagian yang disambung. Pengelingan biasanya dilakukan pada pelat dan sejenisnya yang bila penerapannya benar-benar lebih menguntungkan dibanding sambungan lainnya.

d. Melipat

Penyambungan dengan cara melipat ini biasanya dilakukan pada pengerjaan plat-plat tipis. Bila pada dua buah plat telah dibuat felse dan di pukul pipih, setelah dikaitkan satu dengan yang lainnya terjadilah kampuh felse.

e. Menyambung dengan baut dan mur

Penyambungan dengan mur dan baut adalah salah satu penyambungan yang mudah dalam proses bongkar pasang. Pemilihan penggunaan mur dan baut harus benar-benar di perhitungkan. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan komposisi yang pas antara benda kerja dengan baut atau mur yang digunakan supaya dalam penggunaan baut dan mur tidak terlalu besar atau kecil.

5. Proses perubahan sifat fisis dan mekanis bahan

Proses yang dapat mengubah sifat fisis bahan yaitu dengan cara pemanasan pada suhu tinggi atau dengan penarikan dan pembebanan bahan secara berulang-ulang. Proses yang dapat mengubah sifat fisis bahan yaitu dengan perlakuan panas (*Heat treatment*). Beberapa perlakuan panas yang dilakukan pada bahan antara lain :

a. *Quenching*

Quenching sering disebut dengan *hardening* atau penyepuhan, merupakan salah satu proses perlakuan panas yang sangat penting dalam produksi komponen-komponen mesin. Dalam proses ini bahan dipanaskan sampai suhu tertentu kemudian dilakukan pendinginan dengan tiba tiba yang bertujuan untuk mendapatkan struktur baja yang halus, keuletan, kekerasan yang diinginkan dapat diperoleh dari proses ini.

b. *Anealing*

Anealing adalah proses *heat treatment* untuk melunakkan bahan dari awal mula kekerasannya. Proses yang dilakukan yaitu memanaskan bahan kemudian bahan didinginkan dalam dapur pemanas secara perlahan-lahan hingga mencapai temperatur kamar.

c. Normalising

Mengembalikan kekerasan bahan sesuai kekerasan mula bahan. Sehingga kekasaran bahan yang dimiliki sesuai dengan keke

rasan awal bahan sebelum dilakukan *heat treatment*.

B. Konsep Pembuatan Komponen Spindel Utama

Konsep yang di gunakan dalam pembuatan komponen spindel utama pada mesin bubut CNC adalah konsep pengurangan volume bahan dan konsep penyambungan.

1. Proses pemesinan

Proses pembuatan komponen spindel utama, proses pemesinan yang dilakukan sebagai berikut :

a. Proses pemotongan bahan

Proses pemotongan bahan menggunakan las potong asitilin karena bahan yang akan digunakan mempunyai ketebalan 16.5 mm. Apabila pemotongan dilakukan menggunakan gergaji mesin akan memakan waktu yang lama dan tidak efisien.

b. Proses pengerindaan

Proses pengerindaan pada proses pembuatan spindel utama bertujuan untuk menghilangkan sisi-sisi yang keras bahan dari proses pemotongan menggunakan asitilin.

c. Proses pengelasan

Proses pengelasan ini, dilakukan pada pembuatan rumah spindel untuk menyatukan komponen-komponennya yang berfungsi untuk memudahkan proses pengefraisan, proses dan proses pengeboran.

d. Proses pengefraisan

Proses pengefraisan pada pembuatan rumah spindel bertujuan untuk mengurangi volume benda kerja sesuai dengan bentuk dan ukuran pada gambar kerja.

e. Proses pembubutan

Proses pembubutan untuk dudukan rumah *bearing* bertujuan untuk mengurangi volume benda kerja sesuai dengan bentuk dan ukuran yang terdapat pada gambar kerja. Pembubutan yang dilakukan adalah pembubutan dalam dan *chemper*. Pembubutan yang dilakukan adalah pembubutan muka (*facing*), pembubutan memanjang, pembubutan *chemper* dan pengeboran dilakukan pada proses pembubutan poros.

f. Proses Pengeboran

Proses pengeboran pada komponen rumah spindel dilakukan untuk membuat lubang $\varnothing 7$ mm dengan kedalaman 30 mm pada bagian yang akan disambungkan. Pengeboran dilakukan dengan menggunakan mesin frais. Hasil dari pengeboran akan di buat ulir dengan cara pengetapan. Pengeboran pada poros spindel menggunakan mata bor $\varnothing 4$ dengan kedalaman 25 mm.

g. Proses Pengetapan

Proses pengetapan dilakukan untuk membuat ulir pada lubang

Ø 7 mm menggunakan tap M 8 x 1,25. Sedangkan pada Ø 4 mm menggunakan tap M 5x 0,75. Proses pengetapan dilakukan bertahap mulai dari tap no.1, tap no.2, sampai tap no.3. Pengetapan tersebut berfungsi sebagai pengikat antara komponen rumah spindel. Proses pengetapan harus hati-hati karena apabila tidak berhati-hati tap akan patah dan lubang tidak dapat dipergunakan untuk memasukan baut.

2. Proses penyelesaian permukaan

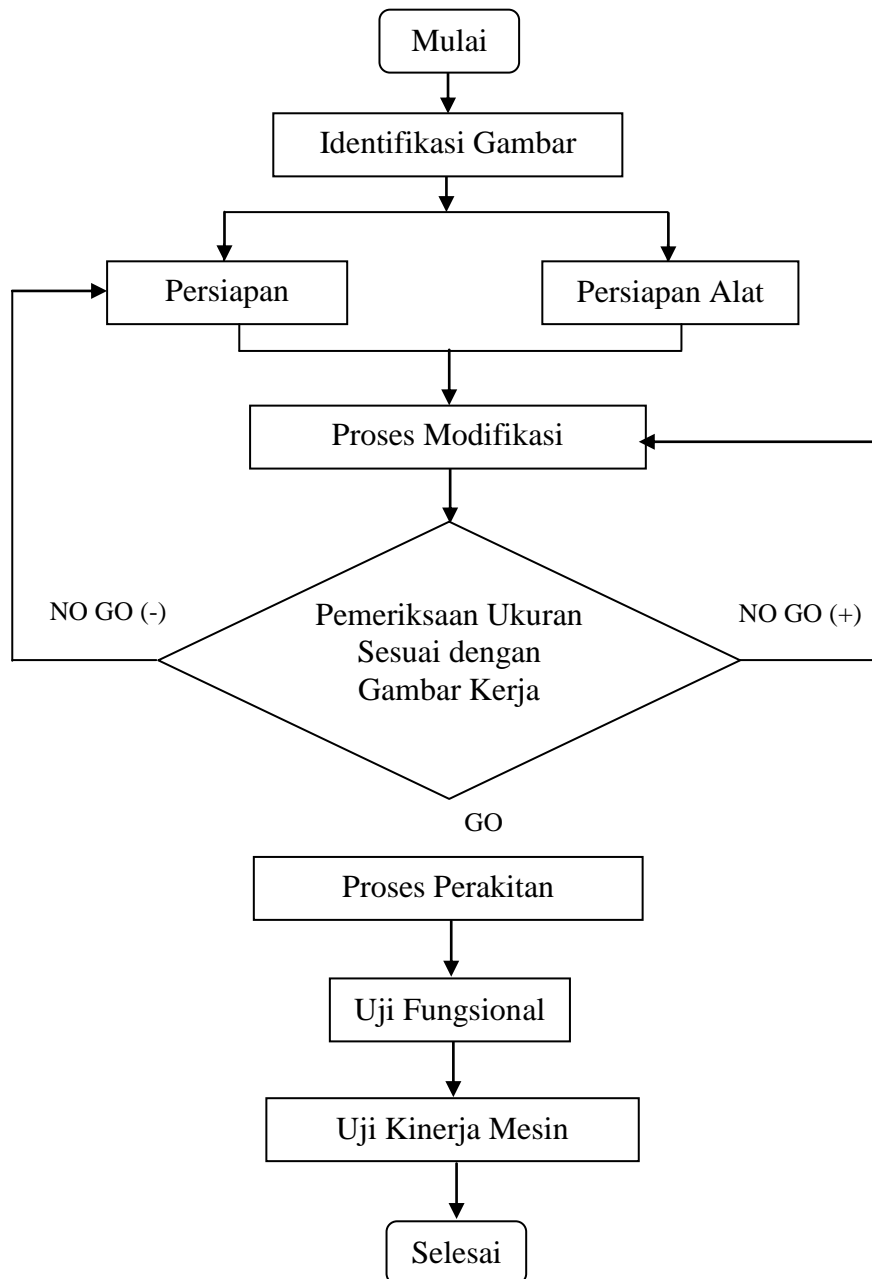
Proses pembuatan komponen rumah spindel juga mengalami proses penyelesaian permukaan yaitu dengan proses gosok ambril dan untuk membersihkan tatal yang masih menempel pada sisi-sisi dan alur pulley menggunakan kikir segi tiga atau segi empat. Proses ini hampir tidak mengubah dimensi, hanya menyelesaikan permukaan saja.

3. Proses penyambungan atau perakitan

Proses penyambungan/perakitan antar komponen-komponen dalam proses pembuatan mesin bubut CNC menggunakan metode baut dan las. Metode baut digunakan karena dapat untuk dibingkar pasang. Sedangkan metode las digunakan untuk mengelas rangka meja mesin bubut CNC.

BAB IV
PROSES PEMBUTAN, HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Diagram Alir Proses Pembuatan



Gambar Diagram Alir Proses Pembuatan Rumah dan poros Spindel

B. Visualisasi Proses Pembuatan

Proses pembuatan spindel utama membutuhkan suatu proses perencanaan pembuatan yang efektif, mengingat waktu yang disediakan untuk pengerjaan proyek akhir sangat sedikit. Pembuatan spindel utama merupakan salah satu proses pemesinan atau proses pemotongan logam dengan menggunakan pahat (perkakas-perkakas potong) pada mesin perkakas. Supaya proses perencanaan pembuatan dapat terlaksana dengan baik maka perlu memperhatikan beberapa hal sebagai berikut:

C. Perencanaan Proses Produksi

Perencanaan proses produksi berisi tentang proses apa saja yang akan dilakukan pada tahap itu. Pembuatan spindel utama tidak semuanya dikerjakan dengan satu mesin seperti mesin frais, sehingga mungkin melibatkan proses lain seperti pembubutan, pengeboran, maupun penyekrapan. Meskipun pembuatan komponen tersebut dapat dilakukan pada mesin frais saja namun demikian juga terdapat berbagai macam proses yang berbeda dan memerlukan langkah yang berbeda pula. Rencana proses pembuatan spindel utama sebagai berikut:

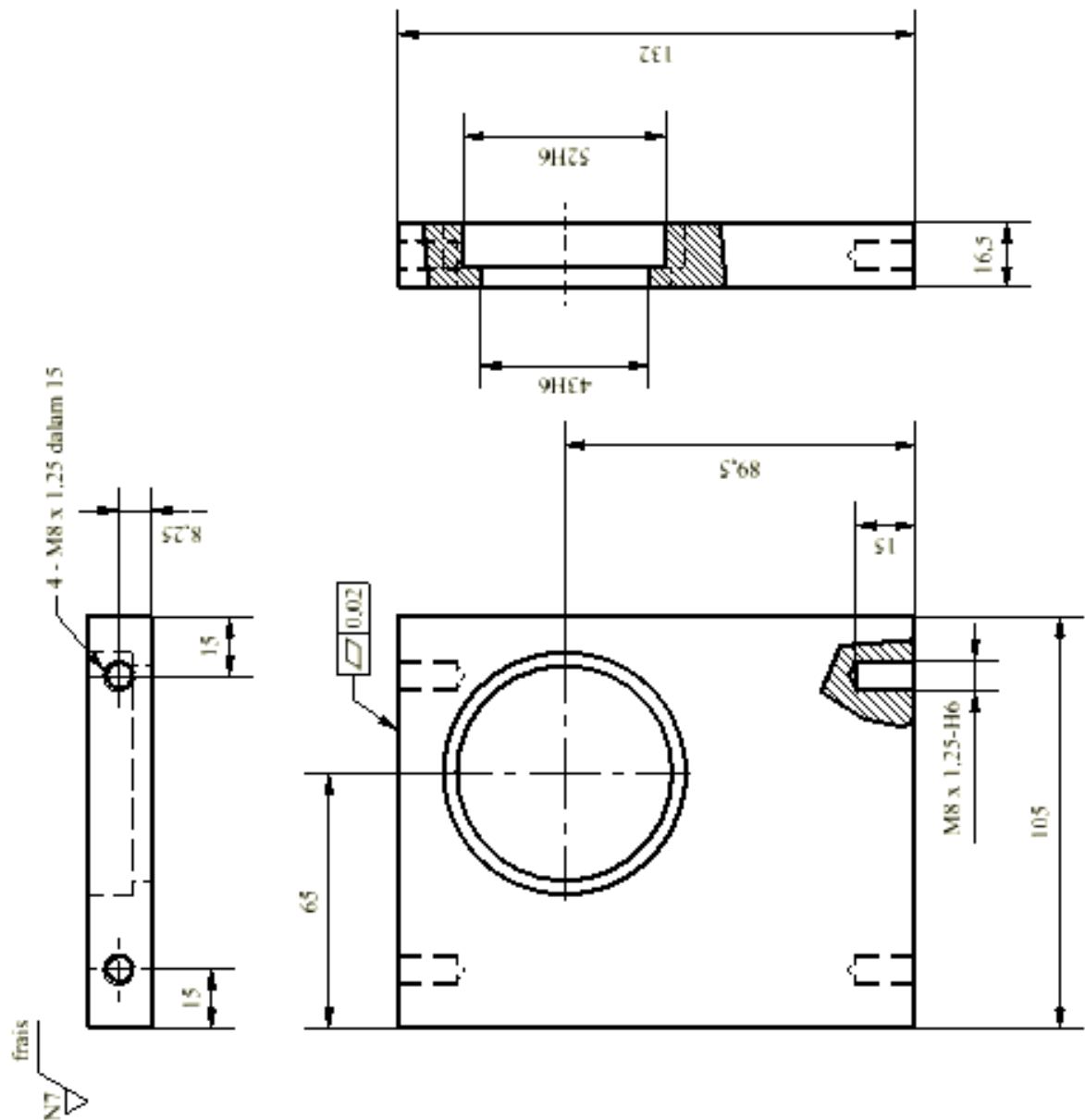
- 1) Pengfraisan rumah spindel utama.
- 2) Penyambungan sementara dengan cara di las titik.
- 3) Pengeboran untuk penyambungan antar komponen rumah spindel.
- 4) Pelepasan komponen-komponen dengan gerinda tangan.
- 5) Penetapan.
- 6) Penyambungan komponen rumah spindel dengan baut.

- 7) Pengefraisan untuk finishing.
- 8) Pembubutan dalam untuk rumah bearing poros spindel.
- 9) Pembubutan poros spindel utama.

D. Proses pembuatan komponen

1. Pengefraisan I (rumah spindel I)

a. Gambar Kerja



b. Bahan : baja lunak ukuran awal bahan (140 x 110 x 16.5) mm.

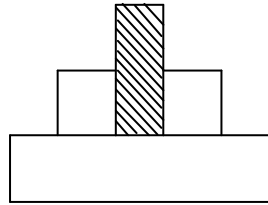
c. Mesin dan Alat yang digunakan :

Alat-alat yang diperkirakan dan direncanakan untuk digunakan pada proses pengefraisan hendaknya disiapkan seawal mungkin. Dalam hal ini perlu dilakukan pemilihan alat-alat potong dan alat-alat bantu. Alat-alat yang diperkirakan diperlukan sesuai dengan rencana kerja hendaknya dipersiapkan terlebih dahulu dengan maksud mengurangi waktu terbuang, untuk penyiapan alat serta meningkatkan efisiensi proses produksi.

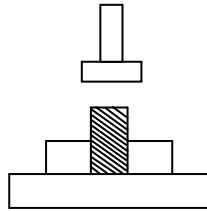
- 1) Mesin Frais Horizontal
- 2) End mil Ø 12 mm
- 3) Colled 12 mm
- 4) Kunci C
- 5) Dial indikator
- 6) Mata bor(Ø14,Ø10)mm
- 7) Siku
- 8) Kunci pas no. 19
- 9) Ragum tangan
- 10) Penggores
- 11) Penitik
- 12) Palu plastik
- 13) Mistar baja
- 14) Jangka sorong

d. Langkah kerja

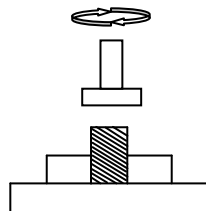
- 1) Cekam benda kerja pada ragum untuk melakukan pengefraisan pada bidang referensi.



2) Memasang cutter pada mesin frais.



3) Mengatur putaran spindle utama.



4) Lakukan pengefraisan pada bidang referensi sampai benda kerja menjadi rata.

a) Kecepatan potong (v)

Dari tabel kecepatan potong untuk bahan ST 37 dengan cutter HSS adalah 35 m/menit.

b) Putaran spindle utama (n)

$$n = \frac{1000 v}{\pi d}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 35}{3.14 \cdot 12}$$

$$= 928 \text{ rpm}$$

c) Gerak pemakanan (*feeding*)

Tabel feeding untuk bahan baja lunak dengan pahat *end mill* HSS adalah 0,1 mm per gigi. Dengan demikian kecepatan maju meja mesin dapat ditentukan dengan rumus :

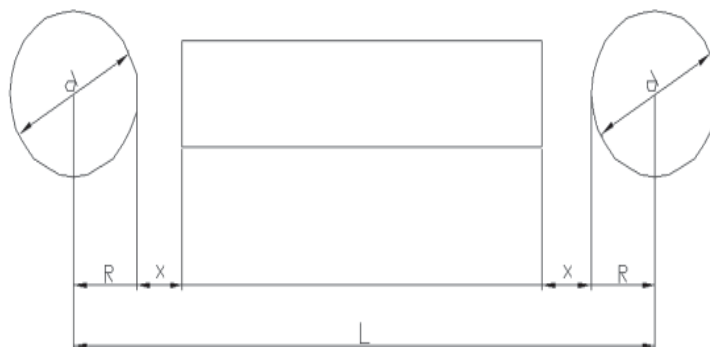
$$\begin{aligned}vf &= f. z. n \\ &= 0.1 \times 2 \times 700 \\ &= 140 \text{ mm/menit}\end{aligned}$$

d) Frekuensi pemakanan (i)

Ukuran awal benda kerja adalah (140 x 110 x 16.5). Untuk mendapatkan kerataan yang diinginkan benda kerja harus dikurangi ± 4 mm. Kedalaman potong yang dilakukan adalah 0.4 mm. Jadi frekuensi pemakanannya adalah $\frac{4}{0.4} = 10$ kali.

e) Jarak tempuh alat potong

Jarak yang ditempuh oleh alat potong adalah panjang benda kerja (L) + jarak bebas cutter (x) + diameter cutter.



$$\text{Jadi jarak tempuh alat potong} = 110 + 2 \cdot 10 + 12 = 142 \text{ mm.}$$

f) Waktu pengerjaan (T)

$$T = \frac{L i w}{vf}$$

$$T = \frac{142 \cdot 10 \cdot 6}{140}$$

$$T = 66 \text{ menit}$$

5) Lepas dan cekam benda kerja untuk meakukan pengefraisan pada bidang II.

6) Lakukan pengefraisan pada bidang II sehingga benda kerja mejadi rata dan sejajar terhadap bidang referensi dengan ukuran (132 x 110 x 16.5)mm.

a) Waktu pengerjaan (T)

$$T = \frac{L i w}{vf}$$

$$T = \frac{142 \cdot 10 \cdot 6}{140}$$

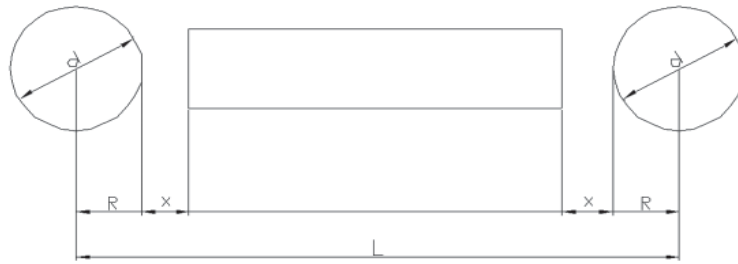
$$T = 66 \text{ menit}$$

7) Lepas benda kerja dan cekam benda kerja untuk melakukan pengefraisan pada bibang III.

8) Lakukan pengefraisan pada bidang III sampai benda kerja menjadi rata dan tegak lurus terhadap bidang I dan II.

a) Jarak tempuh alat potong

Jarak yang ditempuh oleh alat potong adalah panjang benda kerja (l) + jarak bebas cutter (x) + diameter pisau.



$$L = l + 2(x + R) \text{ atau } L = l + 2x + d$$

Jadi jarak tempuh alat potong = $132 + 2 \cdot 10 + 12 = 164$ mm.

b) Waktu pengerjaan (T)

$$T = \frac{L i w}{vf}$$

$$T = \frac{164 \cdot 10 \cdot 6}{140}$$

$$= 72 \text{ menit}$$

9) Lepas dan cekam benda kerja untuk meakukan pengefraisan pada bidang IV.

10) Lakukan pengefraisan pada bidang IV sehingga benda kerja menjadi rata, sejajar pada bidang III dan tegak lurus pada bidang I dan II dengan ukuran (132 x 105 x 16.5)mm.

Waktu pengerjaan (T)

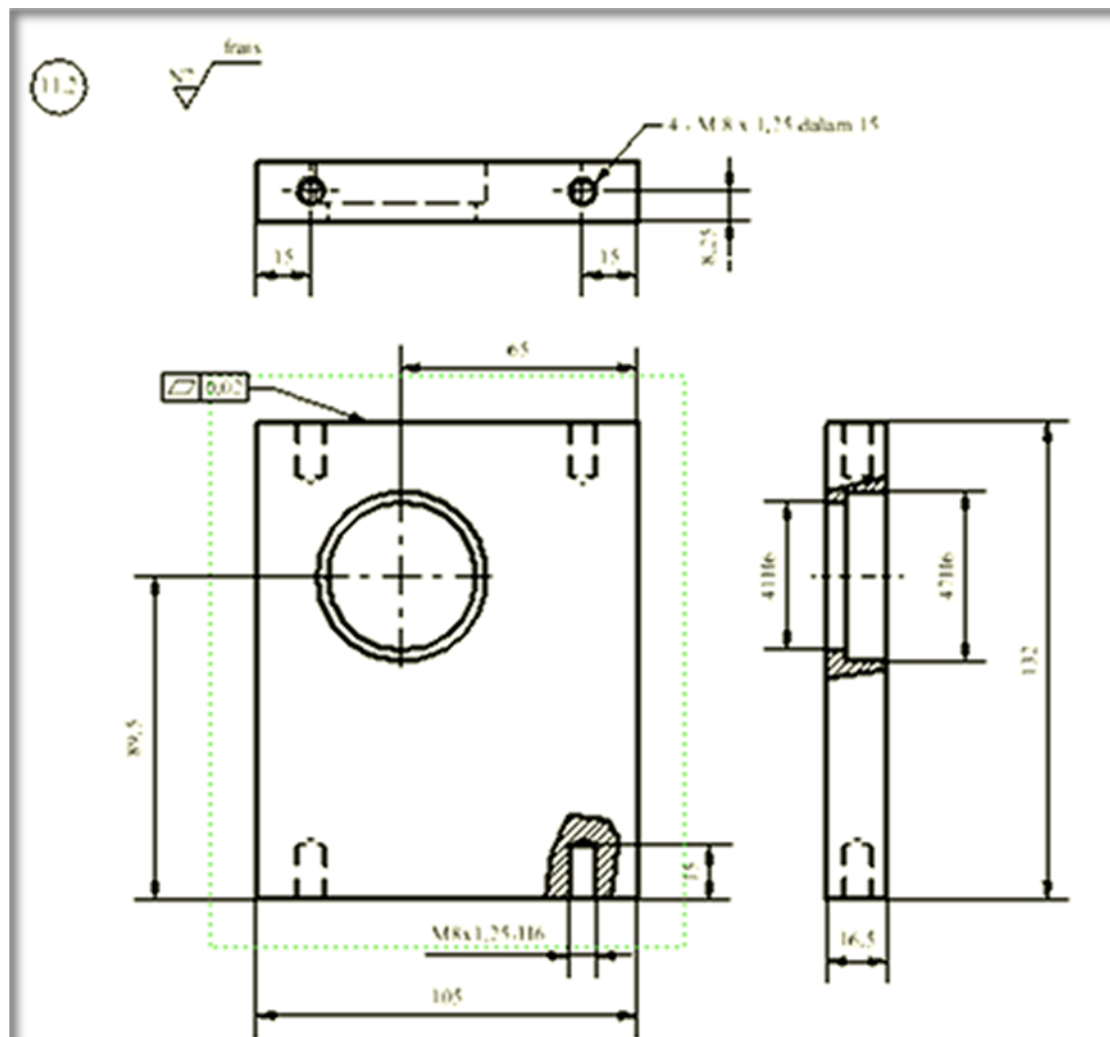
$$T = \frac{L i w}{vf}$$

$$T = \frac{164 \cdot 2 \cdot 6}{140}$$

$$T = 15 \text{ menit}$$

2. Pengefraisan II (rumah spindel III)

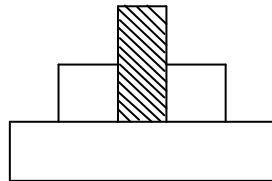
a) Gambar kerja



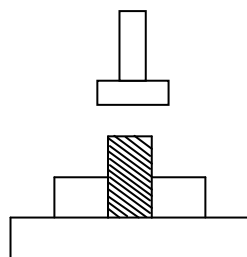
b) Bahan : ST 37 ukuran awal bahan (117 x 110 x 16.5) mm.

c) Langkah kerja

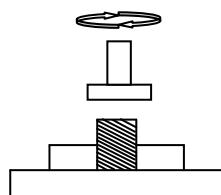
- 1) Cekam benda kerja pada ragum untuk melakukan pengefraisan pada bidang referensi



- 2) Memasang *cutter* pada mesin frais



- 3) Mengatur putaran spindle utama



- 4) Lakukan pengefraisan pada bidang I sampai benda kerja menjadi rata

- a) Frekuensi pemakanan (i)

Ukuran awal benda kerja adalah (117 x 110 x 16.5).untuk mendapatkan kerataan yang diinginkan benda kerja harus di kurangi ± 4 mm. Kedalaman potong yang lakukan adalah 0.4

mm. Jadi frekuensi pemakanannya adalah $\frac{4}{0.4} = 10$ kali.

b) Jarak tempuh alat potong

Jarak yang ditempuh oleh alat potong adalah panjang benda kerja (l) + jarak bebas cutter (x) + diameter cutter.



$$L = l + 2(x + R) \text{ atau } L = l + 2x + d$$

Jadi jarak tempuh alat potong = $110 + 2 \cdot 10 + 12 = 142$ mm

c) Waktu pengerjaan (T)

$$T = \frac{L i w}{v f}$$

$$T = \frac{142 \cdot 10 \cdot 6}{140}$$

$$T = 43 \text{ menit}$$

- 5) Lepas dan cekam benda kerja untuk melakukan pengefraisan pada bidang II.
- 6) Lakukan pengefraisan pada bidang II sehingga benda kerja menjadi rata dan sejajar dengan ukuran ($113 \times 110 \times 16.5$) mm.

a) Waktu pengerjaan (T)

$$T = \frac{L i w}{vf}$$

$$T = \frac{142.7.6}{140}$$

$$T = 43 \text{ menit}$$

7) Lepas benda kerja dan cekam benda kerja untuk melakukan pengefraisan pada bibang III.

8) Lakukan pengefraisan pada bidang III sampai benda kerja menjadi rata dan tegak lurus terhadap bidang I dan II.

a) Frekuensi pemakanan (i)

Ukuran awal benda kerja adalah (113 x 110 x 16.5).untuk mendapatkan kerataan yang diinginkan benda kerja harus di kurangi ± 4 mm. Kedalaman potong yang lakukan adalah 0.4 mm.Jadi frekuensi pemakananya adalah $\frac{4}{0.4} = 10$ kali.

b) Jarak tempuh alat potong

Jarak yang ditempuh oleh alat potong adalah panjang benda kerja (l) + jarak bebas cutter (x) + diameter cut



$$\text{Jadi jarak tempuh alat potong} = 113 + 2 \cdot 10 + 12 = 145 \text{ mm}$$

c) Waktu pengerjaan (T)

$$T = \frac{L i w}{vf}$$

$$T = \frac{145 \cdot 10 \cdot 6}{140}$$

$$T = 162 \text{ menit}$$

9) Lepas dan cekam benda kerja untuk meakukan pengefraisan pada bidang IV.

10) Lakukan pengefraisan pada bidang IV sehingga benda kerja menjadi rata, sejajar pada bidang III dan tegak lurus pada bidang I dan II dengan ukuran (113 x 105 x 16.5)mm.

a) Waktu pengerjaan (T)

$$T = \frac{L i w}{vf}$$

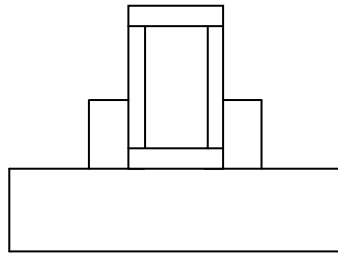
$$T = \frac{145 \cdot 2 \cdot 6}{140}$$

$$T = 13 \text{ menit}$$

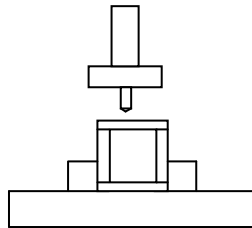
3. Pengeboran untuk penyambungan antar komponen yang diawali dengan las titik.

a) Langkah kerja

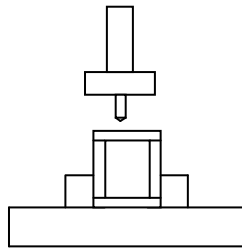
1) Cekam benda kerja pada ragum untuk melakukan pengeboran



- 2) Memasang mata bor Ø7 mm pada mesin frais



- 3) Mengatur putaran spindle utama



- 4) Lakukan pengeboran komponen III sesuai gambar kerja

- a) Kecepatan potong (v)

Dari tabel kecepatan potong untuk bahan baja lunak dengan cutter HSS adalah 35 m/menit

- b) Putaran spindle utama (n)

$$n = \frac{1000 v}{\pi d}$$

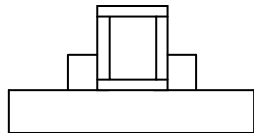
$$n = \frac{1000 \cdot 35}{3.14 \cdot 7} = 1593 \text{ rpm}$$

- c) Waktu yang di butuhkan adalah 30 menit.

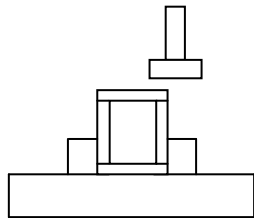
4. Pengefraisan untuk finishing

a) Langkah kerja

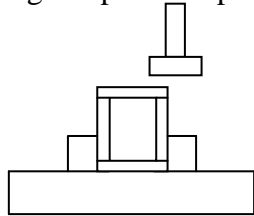
- 1) Cekam benda kerja pada ragum untuk melakukan pengefraisan pada bidang depan



- 2) Memasang *cutter* pada mesin frais



- 3) Mengatur putaran spindel utama



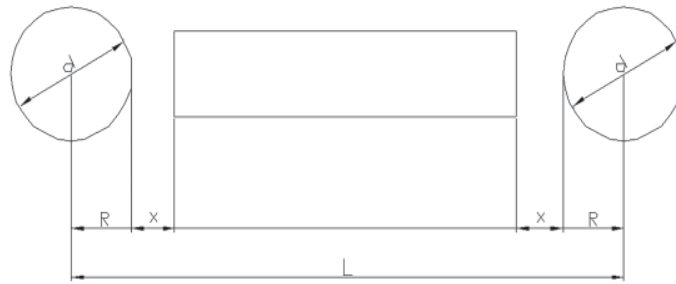
- 4) Lakukan pengefraisan pada bidang I sampai benda kerja menjadi rata

a) Frekuensi pemakanan (i)

Untuk mendapatkan kerataan yang diinginkan benda kerja harus di kurangi 0.5 mm. Kedalaman potong yang lakukan adalah 0.5 mm. Jadi frekuensi pemakanannya adalah 1 kali.

b) Jarak tempuh alat potong

Jarak yang ditempuh oleh alat potong adalah panjang benda kerja (l) + jarak bebas cutter (x) + diameter cutter.



Jadi jarak tempuh alat potong = $2(113 + 105) + 2 \cdot 10 + 12 = 468$ mm.

c) Waktu pengerjaan (T)

$$T = \frac{L i w}{vf}$$

$$T = \frac{468 \cdot 1 \cdot 6}{140}$$

$$T = 11 \text{ menit}$$

- 5) Lepas dan cekam benda kerja untuk melakukan pengefraisan pada bidang II
- 6) Lakukan pengefraisan pada bidang II sehingga benda kerja mejadi rata dan sejajar

a) Waktu pengerjaan (T)

$$T = \frac{L i w}{vf}$$

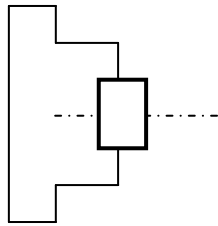
$$T = \frac{468 \cdot 1 \cdot 6}{140}$$

$$T = 11 \text{ menit}$$

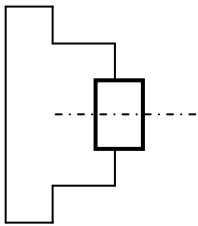
5. Pembubutan dalam untuk rumah bearing

a. Langkah kerja

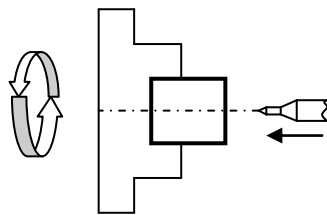
- 1) Menentukan titik pusat rumah bearing
- 2) Menitik titik pusat menggunakan penitik
- 3) Cekam benda kerja pada cekam rahang 4



- 4) Seting benda kerja



- 5) Lakukan pengeboran dengan bor senter

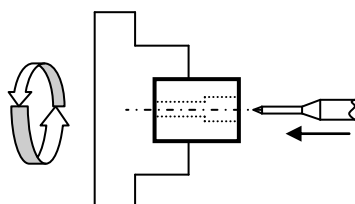


$$n = \frac{1000 v}{\pi d}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 35}{3.14 \cdot 3}$$

$$= 2654 \text{ rpm}$$

- 6) Lakukan pengeboran dengan bor $\varnothing 8$ mm sepanjang benda kerja

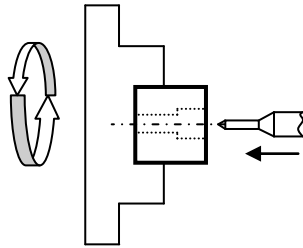


$$n = \frac{1000 v}{\pi d}$$

$$n = \frac{1000 v}{3.14 \cdot 8}$$

$$= 995 \text{ rpm}$$

7) Lakukan pengeboran dengan bor $\varnothing 15$ sepanjang benda kerja

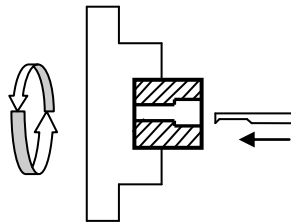


$$n = \frac{1000 v}{\pi d}$$

$$n = \frac{1000 v}{3.14 \cdot 15}$$

$$= 531 \text{ rpm}$$

8) Lakukan pembubutan dalam sesuai dengan gambar kerja



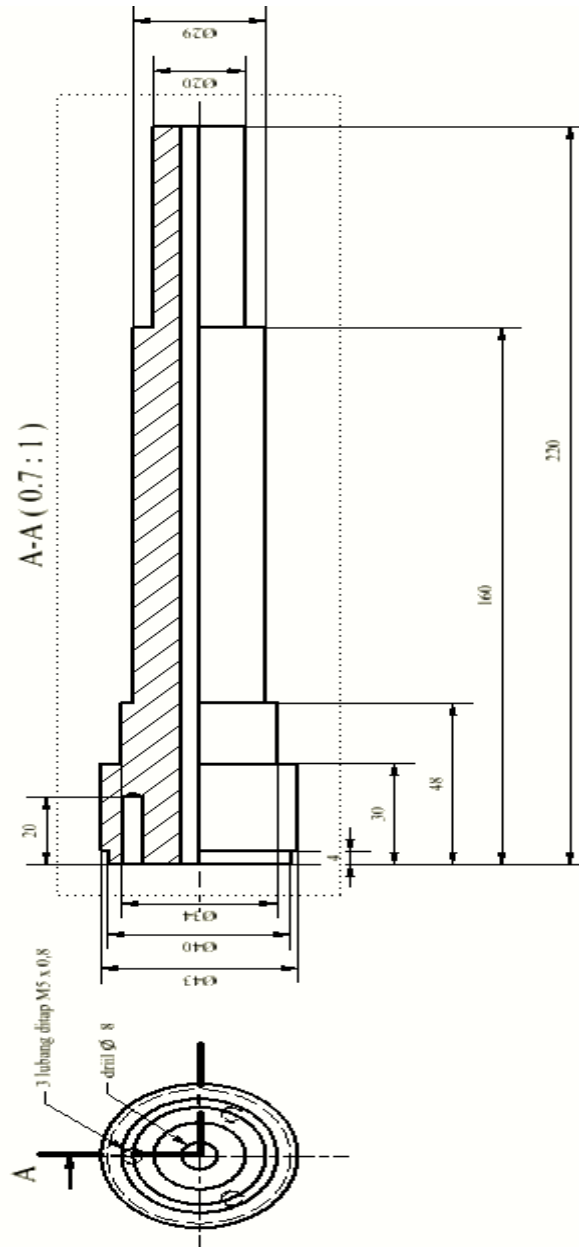
$$n = \frac{1000 v}{\pi d}$$

$$n = \frac{1000 v}{3.14 \cdot 21}$$

$$= 380 \text{ rpm}$$

6. Pembubutan poros

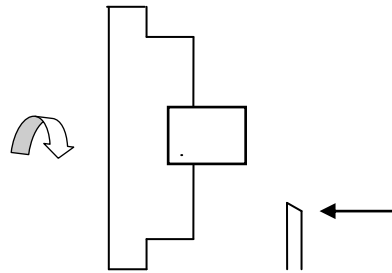
a. Gambar kerja



b. Bahan yang digunakan adalah ST 37

c. Langkah kerja

1) Cekam benda kerja



2) Lakukan pembubutan poros sesuai dengan gambar kerja

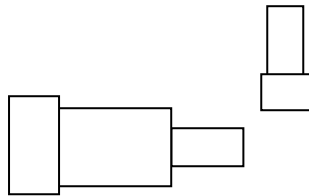
$$n = \frac{1000 v}{\pi d}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 25}{3.14 \cdot 20}$$

$$n = 796 \text{ rpm}$$

3) Waktu yang dibutuhkan adalah 180 menit

4) Mengefrais alur pasak



Waktu yang dibutuhkan sekitar 30 menit

5) Mengebor lubang chuck

Waktu yang dibutuhkan sekitar 10 menit

E. Waktu Proses Pembuatan

Perhitungan waktu yang digunakan disini merupakan waktu yang sesungguhnya dilapangan, yaitu dengan melihat jam. Waktu yang dibutuhkan dalam proses pembuatan spindel utama secara realisasi meliputi:

a. Pemotongan bahan	:	60 menit
b. Pengfraisan benda kerja ukuran :		
1) 132 x 105 x 16.5 mm (2 buah)	:	300 menit
2) 113 x 105 x 16.5 mm (2 buah)	:	300 menit
c. Pengelasan sambungan	:	50 menit
d. Pengfraisan landasan	:	300 menit
e. Proses <i>drilling</i>	:	40 menit
f. Proses <i>boring</i>	:	25 menit
g. Proses pengerindaan (pelepasan lasan)	:	15 menit
h. Penetapan	:	160 menit
i. Perakitan antar komponen	:	100 menit
j. Pembubutan poros spindel utama	:	300 menit
Total	:	<hr/> 1590 menit

F. Uji Fungsional

Spindel utama merupakan komponen mekanik dari mesin bubut CNC dan pengujian yang telah dilakukan dapat diketahui fungsinya yaitu untuk memutar benda kerja dengan baik.

G. Uji Kinerja Mesin

Komponen-komponen mesin bubut CNC berfungsi dengan baik meskipun ada kekurangannya yaitu pada motor utama. Pada waktu pengujian, penyayatan pertama berjalan lancar dengan pemakanan 0,5 mm. Penyayatan kedua, motor mengalami kegagalan memutar spindel karena mengalami kerusakan pada lilitan. Hal ini membuat motor terbakar dan penyayatan dihentikan.

H. Pembahasan

1. Proses Pembuatan

Proses pembuatan spindel utama yang perlu diperhatikan yaitu titik pusat lubang dudukan bearing harus sepusat, kerataan permukaan, kesejajaran dan kesikuan komponen.

a. Kerataan permukaan

Kerataan permukaan menunjukkan bahwa permukaan dari suatu bidang datar harus terletak diantara dua buah bidang yang sejajar. Bidang pekerjaan komponen spindel utama mempunyai kerataan permukaan yang tidak sama. Walaupun nampaknya permukaan itu sudah rata. Akan tetapi bila permukaan bidang tersebut dicek dengan alat yang sangat presisi akan dapat diketahui perbedaannya, misalnya menggunakan alat ukur, mesin pengukur kekasaran permukaan, dial indikator dan sebagainya.

Dengan demikian dianjurkan untuk memberikan toleransi pada pengerjaan bidang komponen tersebut. Sehingga nantinya komponen tersebut mempunyai kualitas yang tinggi. Dalam proses pembuatan komponen spindel utama toleransi permukaan yang dianjurkan yaitu 0,02 mm.

b. Kesejajaran

Kesejajaran sangat banyak contoh penggunaannya, terutama pada benda-benda yang mempunyai dua permukaan atau lebih yang sangat berfungsi, disyaratkan kedua permukaan tersebut harus betul-betul sejajar dalam hal ini yaitu spindel utama.

Toleransi kesejajaran dalam pembuatan komponen spindel utama harus diketahui fungsi dari bidang tersebut. Toleransi kesejajaran yang digunakan yaitu kesejajaran bidang alas dengan atas. Maksudnya bidang yang di atas harus sejajar dengan bidang alas. Dalam hal ini bahwa pada bidang alas yang diambil sebagai bidang basisnya. Oleh karena itu toleransi kesejajaran yang dianjurkan untuk pengerjaan pengefraisan, *drilling* dan *boring* spindel utama yaitu 0,02 sejajar dengan bidang basisnya.

c. Kesikuan

Kesikuan komponen spindel utama yang dimaksud yaitu kesikuan garis sumbu suatu bidang referensi terhadap bidang yang lainnya. Toleransi kesikuan mempunyai pengertian bahwa sumbu dari bidang referensi harus terletak dalam dua buah garis lurus dengan jarak 0,05 mm tegak lurus terhadap bidang basis alas.

2. Kesulitan yang dihadapi

Kesulitan yang dihadapi selama pembuatan komponen landasan spindel utama antara lain :

a. Kekasaran permukaan

Kekasaran permukaan pada proses pengefraisan komponen spindel utama sulit untuk dicapai. Hal ini diakibatkan gigi potong *end mill* yang

tumpul. Cara mengatasi yaitu mengasah kembali dengan mesin gerinda asah khusus *end mill*.

b. Panasnya benda kerja

Proses pengefraisan komponen spindel utama, pisau *end mill* mengalami panas yang cepat. Cara mengatasinya yaitu menggunakan *coolant* atau cairan pendingin pada saat proses pengefraisan berlangsung agar *end mill* tidak cepat tumpul atau mengalami keausan.

c. Pembuatan spindel utama

Proses pengerjaannya spindel utama harus memperhatikan kerataan, kesejajaran, dan kesikuan antar komponen. Cara mengatasinya yaitu menyatukan antar komponen dengan menggunakan las titik agar memudahkan proses pengefraisan permukaan dan kesejajaran antar komponen serta kesikuan dapat menggunakan alat pengukur dial indikator.

I. Kelemahan-kelemahan

Berdasarkan hasil yang diperoleh ternyata terdapat beberapa kelemahan-kelemahan di antaranya :

1. Motor utama tidak dapat diatur kecepatannya putarannya.
2. Hasil dari pembubutan kurang halus hal ini dipengaruhi oleh putaran spindel yang tidak bisa diatur.
3. Pengujian mesin mengalami kerusakan motor karena tenaga motor utama tidak dapat diatur kecepatan putarannya.
4. Mesin bubut CNC yang dibuat hanya bias digunakan untuk penyayayatan 0,5 mm.

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang telah diperoleh dalam proses pembuatan spindel utama, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Proses pembuatan komponen rumah spindel yaitu proses penggerindaan, pengefraisan, pembubutan, drilling, boring dan pengetapan. Sedangkan proses pembuatan poros spindel adalah proses penggerindaan, pengefraisan, pembubutan, *drilling*, *boring* dan pengetapan.
2. Alat dan mesin yang dibutuhkan dalam proses rumah dan poros spindel yaitu : pahat HSS, *end mill*, kolet, mistar gulung, jangka sorong, mesin gerinda tangan, mesin bubut, mesin frais, mata bor $\varnothing 7$ mm, $\varnothing 10$ mm, dan tap M8.
3. Spindel utama dapat berfungsi dengan baik karena setelah dirakit dengan landasan posisinya rata, sejajar dan tegaklurus. Pada saat mesin beroperasi spindel utama tidak mengalami getaran yang berarti.

B. Saran

Berdasarkan hasil kesimpulan diatas, maka penulis hanya dapat menyarankan sebagai berikut :

1. Hendaknya dalam sebuah pengerjaan harus dibuat perencanaan langkah kerja terlebih dahulu sehingga pada waktu pengerjaan kesalahan pekerjaan dapat diminimalisir.

2. Pembelian bahan sebaiknya disesuaikan dengan kebutuhan yang diperlukan.
3. Waktu pengerjaan dilakukan seoptimal mungkin supaya pengerjaan dapat selesai dengan waktu yang ditentukan.
4. Simulator perlu dilakukan pengujian berulang agar mendapatkan hasil yang maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Amstead, B.H dkk. (1979). *Teknologi Mekanika Jilid 1* (Sriati Djaprie. Terjemahan). Jakarta : Erlangga.
- Dieter, E. Geoge. (1992). *Metalurgi Mekanik Edisi 3 Jilid 2* (Sriati Djaprie. Terjemahan). Jakarta : Erlangga.
- Rochim, Taufiq. (1993). *Teori dan Teknologi Proses Pemesinan*. Bandung : FTI-ITB.
- Sato, T. G. dan Hartanto. N. S. (1987). *Menggambar Mesin Menurut Standar ISO*. Jakarta : Prandnya Paramita.
- Sirod Hantoro dan Pardjono. (1991). *Gambar Mesin Dan Merencana Praktis*. Yogyakarta : Liberty
- Sirod Hantoro dan Pardjono. (2002). *Menggambar Mesin*. Yogyakarta : Adicita Karya Nusa
- Suma'mur. (1989). *Keselamatan Kerja dan Pencegahan Keselamatan*. Jakarta : CV Haji Masagung.
- Terheijden, C.V. dan Harun. (1981). *Alat-Alat Perkakas 3*. Bandung : Bina Cipta.

Lampiran 1. Pedoman Kecepatan Sayat pada Perkakas Baja Cepat (m/ menit)

Bahan	Membubut				Menggerak (membor)	Meluaskan	Mengetap	Memfrais					Menyerut V rata-rata 60
	Pembubutan Pendahuluan	Pembubutan akhir	Menggores	Memotong ulir				Frais kepala pisau	Frais selubung	Frais jari	Frais keping	Frais dibuat belakang	
Baja bukan paduan sampai 50 kN/cm ²	38	48	21	12	30	9	7	26	21	24	19	15	24
50-60 kN/cm ²	30	38	17	10	24	8	6	21	17	19	15	12	19
60-70 kN/cm ²	26	34	15	9	21	7	5	19	15	17	13	10	17
70-85 kN/cm ²	24	30	13	8	19	6	4	17	13	15	12	9	15
Baja otomatis	42	52	24	14	34	11	9	30	24	26	21	17	26
Baja paduan 70-85 kN/cm ²	19	24	11	6	15	5	4	13	11	12	10	8	12
85-100 kN/cm ²	15	19	8	5	12	4	3	11	8	9	7	6	9
100-140 kN/cm ²	21	15	7	4	9	3	2,5	8	7	8	6	5	8
140-180 kN/cm ²	9	12	5	3	7	2,5	2	6	5	6	5	5	6
Baja tuang sampai 50 kN/cm ²	26	34	15	9	21	7	5	19	15	17	13	10	17
50-70 kN/cm ²	17	21	10	6	13	4	3	12	10	11	9	7	11
di atas 70 kN/cm ²	12	15	7	4	9	3	2,5	8	7	8	6	5	8
Besi tuang sampai 200 Brinell	24	30	13	8	19	6	5	17	13	15	12	9	15
200-250 Brinell	15	19	19	5	12	4	3	11	9	10	8	7	10
Besi tuang paduan 250-400 Brinell	12	15	7	4	9	3	2,5	8	7	8	6	5	8
Temperguss 32 - 38 kN/cm ²	19	24	11	7	15	5	4	13	11	12	10	8	12
Tembaga	67	85	38	24	53	17	13	48	38	42	34	26	42
Kuningan remas	75	95	42	26	60	19	15	53	42	48	38	30	48
Kuningan tuang	60	75	34	20	48	15	12	42	34	38	30	24	38
Perunggu tuang	48	60	26	17	38	12	9	34	26	30	24	19	30
Perunggu remas	60	75	38	20	48	15	12	42	34	38	30	24	38
Aluminium	240	300	150	30	190	26	20	170	130	150	120	95	130
Paduan Al-Si-tuang	67	95	38	24	50	17	12	48	38	42	34	26	42
Paduan Al-remas	150	190	85	30	120	30	30	110	85	95	75	60	95
Logam putih	85	110	48	-	67	21	17	60	48	53	42	34	53
Paduan Mg	500	700	100	30	420	30	30	380	300	340	250	200	130
Paduan Zn	75	95	42	26	60	19	15	53	42	48	38	30	48
Bahan sintetis Pengeras termis	80	100	48	28	50	22	18	60	48	52	42	34	21
Termoplastik	600	800	350	100	120	30	30	600	500	550	450	150	130

Sumber : Alat-Alat Perkakas 1, 77

Lampiran 2. Pedoman Penentuan *Feed* untuk Frais(mm per gigi)

Bahan	Frais jari	Frais selubung	Frais kepala	Frais cakram	Frais dibubut belakang	Frais kepala pisau(pisau dari baja sayat cepat)	Meskopfrezen (mess (pisau dari logam keras)
Baja							
Sampai 50 kN/cm ²	0,05	0,15	0,20	0,08	0,06	0,35	0,09
50-60 kN/cm ²	0,04	0,12	0,18	0,07	0,05	0,30	0,08
60-70 kN/cm ²	0,03	0,10	0,15	0,06	0,04	0,25	0,07
70-85 kN/cm ²	0,02	0,08	0,12	0,05	0,03	0,20	0,06
85-100 kN/cm ²	0,01	0,06	0,10	0,04	0,02	0,15	0,05
100-140 kN/cm ²	0,01	0,05	0,08	0,03	0,01	0,10	0,04
Baja tuang							
tot 50 kN/cm ²	0,05	0,15	0,20	0,08	0,06	0,30	0,09
50-70 kN/cm ²	0,03	0,10	0,15	0,06	0,04	0,25	0,07
Boven 70 kN/cm ²	0,01	0,06	0,10	0,04	0,02	0,15	0,05
Besi tuang							
Tot 200 Brinell	0,05	0,20	0,20	0,08	0,06	0,30	0,10
200-250 Brinell	0,04	0,15	0,15	0,06	0,04	0,25	0,08
Besi tuang paduan							
250-400 Brinell	0,02	0,08	0,10	0,04	0,02	0,15	0,06
Temperguss							
32-38 kN/cm ²	0,05	0,20	0,20	0,07	0,04	0,30	0,09
Tembaga	0,05	0,15	0,20	0,07	0,04	0,30	0,10
Kuningan remas	0,05	0,20	0,20	0,07	0,04	0,30	0,10
Kuningan tuang	0,05	0,15	0,20	0,07	0,04	0,30	0,10
Perunggu tuang	0,05	0,15	0,20	0,07	0,04	0,30	0,10
Perunggu remas	0,05	0,15	0,20	0,07	0,04	0,30	0,10
Alumunium	0,05	0,15	0,20	0,07	0,04	0,25	0,10
Paduan Al-Si-tuang	0,05	0,10	0,15	0,06	0,04	0,20	0,08
Paduan Al remas	0,05	0,15	0,20	0,07	0,04	0,25	0,10
Paduan Mg	0,04	0,10	0,10	0,06	0,03	0,15	0,08
Paduan Zn	0,04	0,15	0,20	0,07	0,04	0,25	0,10
Bahan sintetik	0,06	0,20	0,20	0,08	0,06	0,30	0,10

Sumber : Harun , 1981 : 134

Lampiran 3. Kecepatan Pemakanan untuk pahat HSS

Pemakaian yang disarankan untuk pahat HSS				
MATERIAL	Pekerjaan kasar		Pekerjaan Penyelesaian	
	Milimeter per menit	Inch per menit	Milimeter per menit	Inch per menit
Baja mesin	0,25 – 0,50	0,010 – 0,020	0,70 – 0,25	0,003 – 0,010
Baja perkakas	0,25 – 0,50	0,010 – 0,020	0,70 – 0,25	0,003 – 0,010
Besi tuang	0,40 – 0,65	0,015 – 0,025	0,13 – 0,30	0,005 – 0,012
Perunggu	0,40 – 0,65	0,015 – 0,025	0,13 – 0,30	0,005 – 0,012
Aluminium	0,40 – 0,75	0,015 – 0,030	0,13 – 0,25	0,005 – 0,010

Lampiran 4. Kecepatan potong untuk beberapa jenis bahan

Bahan	Cutter HSS		Cutter Karbida	
	Halus	kasar	Halus	kasar
Baja perkakas	75 – 100	25 – 45	185 – 230	110 – 140
Baja karbon rendah	70 – 90	25 – 40	170 – 215	90 – 120
Baja karbon menengah	60 – 85	20 – 40	140 – 185	75 – 110
Besi cor kelabu	40 – 45	25 – 30	110 – 140	60 – 75
Kuningan	85 – 110	45 – 70	185 – 215	120 – 150
aluminium	70 – 110	30 – 45	140 – 215	60 – 90



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
 UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA FAKULTAS TEKNIK
 JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK MESIN
 Alamat : Kampus Karangmalang, Yogyakarta
 Telp. 586168 psw 281; Telp. Langsung : 520327 ; Fax : 520327

FRMMES/28-00
 02 Agustus 2007

Kartu Bimbingan Proyek Akhir

Judul proyek akhir : Proses Pembuatan Spindel Utama pada Mesin Bubut CNC
 Nama mahasiswa : Mujabirul Khoir
 No mahasiswa : 07508134005
 Dosen pembimbing : Bambang Setyo H.P, MPd

Bimb. Ke	Hari/Tanggal Bimbingan	Materi Bimbingan	Catatan Dosen Pembimbing	Tanda Tangan Dosen Pembimbing
1.	8/3-2011	Bab 1	Pemula masalah dip- tail	BH
2.	9/3-2011	Bab 2	Tambah teor' pekat buku	BH
3.	15/3-2011	Bab 3	Konsep penyambungan dg ulir	BH
4.	16/3-2011	Bab 4	Manajemen inspeksi 2 poin	BH
5.	17/3-2011	BAB 5	Konsep di pegas	BH
6.	22/3-2011		Setuju aja 31/3-2011	BH

Keterangan :

- Mahasiswa wajib bimbingan minimal 6 kali
Bila lebih dari 6 kali, kartu ini boleh dicopy.
- Kartu ini wajib dilampirkan pada laporan proyek akhir

Mengetahui
 Koordinator Proyek Akhir,

Drs. Jarwo Puspito, M.P.
 NIP. 19630108 198901 1 001

Kelompok	NIM	NAMA MAHASISWA	KONSENTRASI	Judul Proyek	Pembimbing	Putih	3-Apr-18	10-Apr-18	17-Apr-18	24-Apr-18	1-May-18	8-May-18	15-May-18	22-May-18	29-May-18	5-Jun-18	12-Jun-18	19-Jun-18	26-Jun-18	Perentase Mahasiswa	Kategori	
	0750813106	YOSIAN SANTOSO	D3 FARMASI	PROSES PEMBUATAN KAPAS GUNUNG KIDUL	DR. MURNIATI															36	Putih	
	0750813008	MILHUTU ROMADION	D3 FARMASI	PROSES PEMBUATAN KAPAS GUNUNG KIDUL	DR. MURNIATI																36	Putih
	07508131002	SATVIA ARI EENA	D3 PERANCANGAN	PROSES PEMBUATAN KAPAS GUNUNG KIDUL	DR. MURNIATI																36	Putih
	07508131304	RIGSTYD HIDAYAT	D3 PEMESINAN	PROSES PEMBUATAN KAPAS GUNUNG KIDUL	DR. MURNIATI																34	Putih
	07508131023	AGUS YULIANTO	D3 PEMESINAN	PROSES PEMBUATAN KAPAS GUNUNG KIDUL	DR. MURNIATI																34	Putih
	0750813400	SLAMET ARFIN	D3 PEMESINAN	PROSES PEMBUATAN KAPAS GUNUNG KIDUL	DR. MURNIATI																36	Putih
	07508134001	MUR WUJAYANTO	D3 FARMASI	PROSES PEMBUATAN KAPAS GUNUNG KIDUL	DR. MURNIATI																34	Putih
	07508134005	MULIAWATI KHOR	D3 PEMESINAN	PROSES PEMBUATAN KAPAS GUNUNG KIDUL	DR. MURNIATI																36	Putih
	07508134008	DWIPANGGO WICAKSONO	D3 FARMASI	PROSES PEMBUATAN KAPAS GUNUNG KIDUL	DR. MURNIATI																36	Putih
	0750813402	IRAHADI	D3 PEMESINAN	PROSES PEMBUATAN KAPAS GUNUNG KIDUL	DR. MURNIATI																36	Putih
	07508134038	BUNYARTAPURON	D3 PEMESINAN	PROSES PEMBUATAN KAPAS GUNUNG KIDUL	DR. MURNIATI																34	Putih
	07508134029	CHUMBAH HESTIYANTI	D3 FARMASI	PROSES PEMBUATAN KAPAS GUNUNG KIDUL	DR. MURNIATI																36	Putih
	0750813402	AREAD HERMANAN	D3 PERANCANGAN	PROSES PEMBUATAN KAPAS GUNUNG KIDUL	DR. MURNIATI																36	Putih
	0750813400	MAWAR BUDAWATI	D3 FARMASI	PROSES PEMBUATAN KAPAS GUNUNG KIDUL	DR. MURNIATI																36	Putih



UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK

FRM/MES/23-00
02 Agustus 2007

LANGKAH KERJA PROSES PEMBUATAN KOMPONEN ALAT

Nama Komponen Yang Dibuat : **Komponen 1 Rumah Spindel Utama**
 Hari/Tanggal Pembuatan : **Benda ke 1 permesinan**
 Tempat Membuat : **Majalengka, Klaten**
 Nama Pembuat :

Langkah Kerja ke	Ilustrasi Gambar Pengerjaan	Alat/Mesin/Instrumen yang digunakan	Deskripsi Pengerjaan	Hitungan Proses yang Digunakan	Tindakan Keselamatan	Prediksi Kebutuhan Waktu	Realisasi Kebutuhan Waktu	Catatan
1		Kunci Takam Palu plastik	Memotong benda kerja pada diameter mesin FEAS		memakai pakaian kerja, sepatu, kacamata	2 menit	12 menit	
2		Kunci C Palu plastik	Mengasah end mill pada rumah arbor			2 menit	12 menit	
3			mengasah putaran spindel utama			3 menit	10 menit	
4		Palu plastik Mesin frais vertikal	Mengutras belah ketupat 1	$S = \frac{1000}{Z \cdot N}$ $N = \frac{1000 \cdot 12}{514 \cdot 12}$ $= 796 \text{ rpm}$	memakai pakaian kerja, kacamata, sepatu safety			

Keterangan : Realisasi dari Borang ini dilampirkan pada Laporan Proyek Akhir



UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK

FRM/FES/23-00
02 Agustus 2007

LANGKAH KERJA PROSES PEMBUATAN KOMPONEN ALAT

Nama Komponen Yang Dibuat : komponen I
 Hari/Tanggal Pembuatan : Bekel Permesinan
 Tempat Membuat : Miyabiru, Kheir
 Nama Pembuat :

Langkah Kerja ke	Ilustrasi Gambar Pengerjaan	Alat/Mesin/Instrumen yang digunakan	Deskripsi Pengerjaan	Hitungan Proses yang Digunakan	Tindakan Keselamatan	Prediksi Kebutuhan Waktu	Realisasi Kebutuhan Waktu	Catatan
5		kunci rajuan kunci C palu plastik alat ukur : jangka sorong dial indikator	Menggrais bidang II	$\phi = 30 \text{ mm}$ $\phi \text{ cutter} : 12 \text{ mm}$ $n = \frac{1000 \cdot \phi}{f \cdot d}$ $n = \frac{1000 \cdot 30}{214 \cdot 12}$ $n = 796 \text{ rpm}$	mewakili Pakar kerja, Kacamata sepatu safety			
6			Menggrais bidang III	$\phi = 20 \text{ mm}$ $\phi \text{ cutter} : 12 \text{ mm}$ $n = \frac{1000 \cdot \phi}{f \cdot d}$ $n = \frac{1000 \cdot 20}{214 \cdot 12}$ $n = 796 \text{ rpm}$				

Keterangan : Realisasi dari Borang ini dilampirkan pada Laporan Proyek Akhir



UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK

FRM/MS/23-00
02 Agustus 2007

LANGKAH KERJA PROSES PEMBUATAN KOMPONEN ALAT

Nama Komponen Yang Dibuat : Komponen I
 Hari/Tanggal Pembuatan :
 Tempat Membuat : Bapakel, Permesinan
 Nama Pembuat : Mujahidin, Kheir

Langkah Kerja ke	Ilustrasi Gambar Pengerjaan	Alat/Mesin/Instrumen yang digunakan	Deskripsi Pengerjaan	Perhitungan Proses yang Digunakan	Tindakan Keselamatan	Prediksi Kebutuhan Waktu	Realisasi Kebutuhan Waktu	Catatan
7		kurci Tagumi kunci C palu plastik	Peng netrakan bidang IV	$CS = 30 \text{ m/mnt}$ $\phi \text{ cutter: } 12 \text{ mm}$ $n = 1000 \text{ cs}$	memakai pakaian kerja, sepatu, kaca mata.			
8		mesin Praks vertikal dial indikator panjaka serong	Peng netrakan bidang V sesuai dengan gambar kerja	$n = 1000 - 80$ $314 \cdot 12$ $= 796 \text{ rpm}$ $CS = 30 \text{ m/mnt}$ $\phi \text{ cutter: } 12 \text{ mm}$ $n = 1000 \text{ cs}$				
				$n = 1000 - 30$ $314 \cdot 12$ $= 796 \text{ rpm}$				

Keterangan : Realisasi dari Borang ini dilampirkan pada Laporan Proyek Akhir



UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK

FRMMES/23-00
02 Agustus 2007

LANGKAH KERJA PROSES PEMBUATAN KOMPONEN ALAT

Nama Komponen Yang Dibuat : Komponen D rumah Spindel utama
 Hari/Tanggal Pembuatan : Senin, 13 Agustus 2007
 Tempat Membuat : Workshop Kiosir
 Nama Pembuat : Muhammad Khasbi

Langkah Kerja ke	Ilustrasi Gambar Pengerjaan	Alat/Mesin/Instrumen yang digunakan	Deskripsi Pengerjaan	Hitungan Proses yang Digunakan	Tindakan Keselamatan	Prediksi Kebutuhan Waktu	Realisasi Kebutuhan Waktu	Catatan
1		Mesin Frais Kunci Dagum Balok Plastik Kunci C	Memasang benda kerja pada dagum mesin frais Memasang pisau frais Mendatar ke- cepa pin spindel mengotak bidang I bidang rata	$v_s = 30 \text{ m/mnt}$ $n = \frac{1000 \cdot v_s}{D}$ $= \frac{1000 \cdot 30}{814} = 368 \text{ rpm}$	memakai pakaian kerja memakai kaca mata	60 menit		
2		Mesin Frais Kunci Dagum Kunci C	lakukan pengefraisan bidang I, rata / bil			60 menit		

Keterangan : Realisasi dari Borang ini dilampirkan pada Laporan Proyek Akhir



UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK

FRM/MES/23-00
02 Agustus 2007

LANGKAH KERJA PROSES PEMBUATAN KOMPONEN ALAT

Nama Komponen Yang Dibuat :
 Hari/Tanggal Pembuatan :
 Tempat Membuat :
 Nama Pembuat :

Langkah Kerja ke	Ilustrasi Gambar Pengerjaan	Alat/Mesin/Instrumen yang digunakan	Deskripsi Pengerjaan	Hitungan Proses yang Digunakan	Tindakan Keselamatan	Prediksi Kebutuhan Waktu	Realisasi Kebutuhan Waktu	Catatan
2.		Mesin Frais Kuni, Ragum Kuni, C Gambar seting	Pengerjaan bidang III Miring rata, sejajar bidang I terak lurus bidang II	$05:30$ cutter diameter $11 = 1070 - 05$ $7 - D$ $1070 - 30$ $= 314 - 12$ $= 796 \text{ rpm}$	memakai pakaian kerja memakai kaca mata	60 menit		
1		Mesin Frais Kuni, Ragum Kuni, C Gambar seting	Pengerjaan bidang IV Miring rata, sejajar bidang II terak lurus bidang I, II, III		memakai pakaian kerja memakai kaca mata	60 menit		

Keterangan : Realisasi dari Borang ini dilampirkan pada Laporan Proyek Akhir




UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK

FRM/MES/23-00
02 Agustus 2007

LANGKAH KERJA PROSES PEMBUATAN KOMPONEN ALAT

Nama Komponen Yang Dibuat :
 Hari/Tanggal Pembuatan :
 Tempat Membuat :
 Nama Pembuat :

Langkah Kerja ke	Ilustrasi Gambar Pengerjaan	Alat/Mesin/Instrumen yang digunakan	Deskripsi Pengerjaan	Hitungan Proses yang Digunakan	Tindakan Keselamatan	Prediksi Kebutuhan Waktu	Realisasi Kebutuhan Waktu	Catatan
5		Mesin bubut Pahat bubut HSS Kunci cekam Gangka sorong	Pasang benda kerja pada bakam mesin bubut Pasang pahat se-tinggi scanner Seting kecepatan spindle utama	65 : 65 20 : 4% : 21 1000 : 65 119 : 314 : 21 = 985 r.p.m	memakai jaket kerja memakai kaca mata	120 menit		

Keterangan : Realisasi dari Borang ini dilampirkan pada Laporan Proyek Akhir



LANGKAH KERJA PROSES PEMBUATAN KOMPONEN ALAT

Nama Komponen Yang Dibuat : Komponen D. Rantai Spindel Utama
 Hari/Tanggal Pembuatan : Bengkel Permesinan
 Tempat Membuat : Mudabrisl Kheir
 Nama Pembuat : Kheir

Langkah Kerja ke	Ilustrasi Gambar Pengerjaan	Alat/Mesin/Instrumen yang digunakan	Deskripsi Pengerjaan	Hitungan Proses yang Digunakan	Tindakan Keselamatan	Prediksi Kebutuhan Waktu	Realisasi Kebutuhan Waktu	Catatan
1		Tagum Gerinda tangan kunci tagum	pengerjaan permukaan		Pakaian kerja safety kaca mata	60 menit	120 menit	antri alat
2		Tagum kunci tagum palu plastik	memasang benda kerja pada tagum mesin Frais			2 menit	2 menit	
3		Kunci C palu plastik	memasang cutter			3 menit	10 menit	
4		mesin frais vertikal Kunci C kunci tagum palu plastik jangka sorong	mengfrais bidang D	$v_s = 20 \text{ m/min}$ $D \text{ cutter} = 12 \text{ mm}$ $n = \frac{1000 \cdot v_s}{D}$ $n = \frac{1000 \cdot 20}{12}$ $= 16666.67 \text{ rpm}$		60 menit	60 menit	

Keterangan : Realisasi dari Borang ini dilampirkan pada Laporan Proyek Akhir



UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK

FRMMES/23-00
02 Agustus 2007

LANGKAH KERJA PROSES PEMBUATAN KOMPONEN ALAT

Nama Komponen Yang Dibuat : Komponen II
 Hari/Tanggal Pembuatan :
 Tempat Membuat : Bengkel Permesinan
 Nama Pembuat : Muhyidin Khar

Langkah Kerja ke	Ilustrasi Gambar Pengerjaan	Alat/Mesin/Instrumen yang digunakan	Deskripsi Pengerjaan	Hitungan Proses yang Digunakan	Tindakan Keselamatan	Prediksi Kebutuhan Waktu	Realisasi Kebutuhan Waktu	Catatan
5		Mesin frais vertikal Kunci C Kunci Dagum Palu plastik	Pengerjaan bidang II	ϕ cutter : 12 mm n : $\frac{1000 \cdot \phi}{4}$	Pakaiam kerja Kacamata sepatu	60 menit		
6		Palu plastik Jangka sorong Kual indikator	Mengukur bidang III	$\frac{1000 \cdot 20}{314 \cdot 12}$ n : 796 rpm		60 menit		
7		Kunci Dagum Palu plastik	Melepas dan memasang benda kerja					

Keterangan : Realisasi dari Borang ini dilampirkan pada Laporan Proyek Akhir



UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK

FRM/MES/23-00
02 Agustus 2007

LANGKAH KERJA PROSES PEMBUATAN KOMPONEN ALAT

Nama Komponen Yang Dibuat :
 Hari/Tanggal Pembuatan :
 Tempat Membuat :
 Nama Pembuat :

Langkah Kerja ke	Ilustrasi Gambar Pengerjaan	Alat/Mesin/Instrumen yang digunakan	Deskripsi Pengerjaan	Hitungan Proses yang Digunakan	Tindakan Keselamatan	Prediksi Kebutuhan Waktu	Realisasi Kebutuhan Waktu	Catatan
1		Mesin frais kunci C kunci rakum Palu plastik ganda sorong ord mill	-memasang benda kerja - setting benda kerja - setting pisau frais - lakukan pem- - phasian - pada bidang - SK sesuai dim - bar kerja			70 menit		

Keterangan : Realisasi dari Borang ini dilampirkan pada Laporan Proyek Akhir



LANGKAH KERJA PROSES PEMBUATAN KOMPONEN ALAT

Nama Komponen Yang Dibuat :
 Hari/Tanggal Pembuatan :
 Tempat Membuat :
 Nama Pembuat :

Langkah Kerja ke	Ilustrasi Gambar Pengerjaan	Alat/Mesin/Instrumen yang digunakan	Deskripsi Pengerjaan	Hitungan Proses yang Digunakan	Tindakan Keselamatan	Prediksi Kebutuhan Waktu	Realisasi Kebutuhan Waktu	Catatan
9.		mesin bubut pahat bubut HSS kunci ragam jangka sorong	- pasang benda kerja pada meja mesin bubut. - Pasang palat pada tool post - setting kecapaian spindle - lakukan pem bobotan dalam yang sesuai dengan pengobatan D5, D10 & 20.	$CS = 65$ $ds = 42 = 20$ $M = \frac{1000 \cdot 65}{314 \cdot 20} = 1020 \text{ rpm}$	memakai pakaian kerja memakai kaca mata	120 menit		

Keterangan : Realisasi dari Borang ini dilampirkan pada Laporan Proyek Akhir



UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK

FRM/MS/23-00
02 Agustus 2007

LANGKAH KERJA PROSES PEMBUATAN KOMPONEN ALAT

Nama Komponen Yang Dibuat : Rumah Spindel Otoma
 Hari/Tanggal Pembuatan : Bengkel Permesinan
 Tempat Membuat : Musabirul Kheir
 Nama Pembuat :

Nama Komponen Yang Dibuat : Rumah Spindel Otoma
 Hari/Tanggal Pembuatan : Bengkel Permesinan
 Tempat Membuat : Musabirul Kheir
 Nama Pembuat :

Langkah Kerja ke	Ilustrasi Gambar Pengerjaan	Alat/Mesin/Instrumen yang digunakan	Deskripsi Pengerjaan	Hitungan Procs yang Digunakan	Tindakan Keselamatan	Prediksi Kebutuhan Waktu	Realisasi Kebutuhan Waktu	Catatan
1.		Sekel las listrik elektroda mistar gulung	Pakit komponen menjadi satu kesatuan dengan las titik		memakai pakaian kerja memakai kaca mata	15 menit		
2.		Pasang benda kerja pada tasam lakukan penempatan pada bidang referensi hingga rata		$v_s = 30$ $D = 12 \text{ mm}$ $v_f = \frac{1000 \cdot D}{314 \cdot 12}$ $= 796 \text{ rpm}$		10 menit		
3.		lepas benda kerja pasang benda kerja pada bidang sebarangnya						

Keterangan : Realisasi dari Borang ini dilampirkan pada Laporan Proyek Akhir



UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK

FRM/MES/23-00
02 Agustus 2007

LANGKAH KERJA PROSES PEMBUATAN KOMPONEN ALAT

Nama Komponen Yang Dibuat :
 Hari/Tanggal Pembuatan :
 Tempat Membuat :
 Nama Pembuat :

Langkah Kerja ke	Ilustrasi Gambar Pengerjaan	Alat/Mesin/Instrumen yang digunakan	Deskripsi Pengerjaan	Hitungan Proses yang Digunakan	Tindakan Keselamatan	Prediksi Kebutuhan Waktu	Realisasi Kebutuhan Waktu	Catatan
A		mesin frais kunci paqum palo plastik kunci C epd mill Ø 12	memasang benda kerja dari seting Ø 12 mm 55.30 mm/mnt n = 1000.65 f = 12 1070.30 314.12 = 796 rpm		memakai pakaian kerja memakai KOD kuth.	120 menit		
S		mesin frais kunci paqum palo plastik BOR Ø 7	dengan ukuran pada alumbar kerpa dan sejar pasang bidang seballenya pasang bor Ø 7 lakukan panah dan seballenya	n = 1000.30 314.12 = 1365 rpm		60 menit		

Keterangan : Realisasi dari Borang ini dilampirkan pada Laporan Proyek Akhir



UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK

FRM/MS/23-00
02 Agustus 2007

LANGKAH KERJA PROSES PEMBUATAN KOMPONEN ALAT

Nama Komponen Yang Dibuat : Poros Spindel
 Hari/Tanggal Pembuatan : Besoke
 Tempat Membuat : Besoke Remesinan
 Nama Pembuat : Mujabitu Khair

Langkah Kerja ke	Ilustrasi Gambar Pengerjaan	Alat/Mesin/Instrumen yang digunakan	Deskripsi Pengerjaan	Hitungan Proses yang Digunakan	Tindakan Keselamatan	Prediksi Kebutuhan Waktu	Realisasi Kebutuhan Waktu	Catatan
1.			01 Siapkan bahan poros spindel					
2.		mesin pergoji	02 Potong bahan sesuai kebutuhan		01 Pakikan kerja seputu	20 menit		
3.		mesin bubut mesin perhat HSS 02 Kunci chuck 02 Kunci L6 02 Kunci Por 1415	01 cekkan benda kerja pada chuck 02 Kembangkan chuck 02 Lakukan pemotongan facing	$d = 14,7 \text{ mm}$ $n = \frac{7000}{\pi d}$ $n = \frac{30.7000}{314,15}$ $= 30000$ 1415 $= 212 \text{ Rpm}$ $n \approx 170 \text{ rpm}$	02 Pakikan kerja seputu 02 Pakikan kerja seputu 02 Pakikan kerja seputu	3 menit		

Keterangan : Realisasi dari Borang ini dilampirkan pada Laporan Proyek Akhir



LANGKAH KERJA PROSES PEMBUATAN KOMPONEN ALAT

Nama Komponen Yang Dibuat : Paros Spindel
 Hari/Tanggal Pembuatan :
 Tempat Membuat : Bengkel Remenan
 Nama Pembuat : Muhammad Choir

Langkah Kerja ke	Ilustrasi Gambar Pengerjaan	Alat/Mesin/Instrumen yang digunakan	Deskripsi Pengerjaan	Hitungan Proses yang Digunakan	Tindakan Keselamatan	Prediksi Kebutuhan Waktu	Realisasi Kebutuhan Waktu	Catatan
4.		mesin bubut bor atau Tail stock	<ul style="list-style-type: none"> lakukan pengeboran mata spondan seker bor 		<ul style="list-style-type: none"> pakai kaca kerja gunakan kaca mata gunakan sepatu 	3 menit		
5.		mesin bubut Rahat HSS kunci chuck kunci LG kunci pas 19,615	<ul style="list-style-type: none"> Lakukan pembuatan rata sampai dengan $\phi 43$ mm sepanjang 225 mm 	$A = \frac{V \cdot 1000}{rd} = \frac{30 \cdot 1000}{311 \cdot 45} = 212 \text{ rpm}$	<ul style="list-style-type: none"> gunakan kaca kerja gunakan kaca mata gunakan sepatu 	5 menit		

Keterangan : Realisasi dari Borang ini dilampirkan pada Laporan Proyek Akhir



UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK

FRMMES/23-00
02 Agustus 2007

LANGKAH KERJA PROSES PEMBUATAN KOMPONEN ALAT

Nama Komponen Yang Dibuat : Poros Spindel
 Hari/Tanggal Pembuatan : Bangka Pemetaan
 Tempat Membuat : Mj. Labra
 Nama Pembuat : Khair

Langkah Kerja ke	Ilustrasi Gambar Pengerjaan	Alat/Mesin/Instrumen yang digunakan	Deskripsi Pengerjaan	Hitungan Proses yang Digunakan	Tindakan Keselamatan	Prediksi Kebutuhan Waktu	Realisasi Kebutuhan Waktu	Catatan
6.		<ul style="list-style-type: none"> o mesin bubut o pahat HSS o kunci chuck o kunci LG o kunci pas 14 B15 o kaliper 	<ul style="list-style-type: none"> o lakukan pembubutan pada lingko o $\varnothing 24$ mm sepanjang 135 mm 	$n = \frac{D \cdot 1000}{\pi \cdot d}$ $= \frac{30 \cdot 1000}{314,16}$ $= 95,49$ ≈ 95	<ul style="list-style-type: none"> o pakailah kacamata o sepatu safety 	SARINTE		

Keterangan : Realisasi dari Borang ini dilampirkan pada Laporan Proyek Akhir

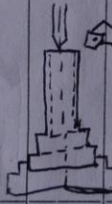


UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK

FRMIMES/23-00
02 Agustus 2007

LANGKAH KERJA PROSES PEMBUATAN KOMPONEN ALAT

Nama Komponen Yang Dibuat : Boros Spindel
 Hari/Tanggal Pembuatan : Berskala, Pemesinan
 Tempat Membuat : Mesin
 Nama Pembuat : Khairi

Langkah Kerja ke	Ilustrasi Gambar Pengerjaan	Alat/Mesin/Instrumen yang digunakan	Deskripsi Pengerjaan	Hitungan Proses yang Digunakan	Tindakan Keselamatan	Prediksi Kebutuhan Waktu	Realisasi Kebutuhan Waktu	Catatan
7.		<ul style="list-style-type: none"> 1) Mesin bubut 2) Pahat HSS 3) kunci check 4) kunci L 5) kunci pas 14/15 6) kaliper 	<ul style="list-style-type: none"> 1) lakukan pem-buatan reka-blingga $\phi 29$ dengan panjang 172 mm 	$n = \frac{v \cdot 1000}{\pi \cdot d}$ $= \frac{30 \cdot 1000}{314 \cdot 29}$ $n = 281 \text{ rpm}$	<ul style="list-style-type: none"> 1) pakailah kacamata 2) sarung safety 	1 menit		

Keterangan : Realisasi dari Borang ini dilampirkan pada Laporan Proyek Akhir



UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK

FR/MES/23-00
02 Agustus 2007

LANGKAH KERJA PROSES PEMBUATAN KOMPONEN ALAT

Nama Komponen Yang Dibuat : Boros Spindel
 Hari/Tanggal Pembuatan :
 Tempat Membuat : Bengkel Pemecinan
 Nama Pembuat : Mujibirul Fakhir

Langkah Kerja ke	Ilustrasi Gambar Pengerjaan	Alat/Mesin/Instrumen yang digunakan	Deskripsi Pengerjaan	Hitungan Proses yang Digunakan	Tindakan Keselamatan	Prediksi Kebutuhan Waktu	Realisasi Kebutuhan Waktu	Catatan
8.		<ul style="list-style-type: none"> 07 mesin bubut 07 pahat fles 09 kenda ketiak 07 kunci pas 9/16 07 kaliper 	<ul style="list-style-type: none"> 07 Lakukan pemilahan \varnothing 20 mm panjang boros 	$n = \frac{v \cdot 1000}{\pi \cdot d}$ $= \frac{30 \cdot 1000}{314 \cdot 29}$ $= 329 \text{ rpm}$ $n \approx \dots \text{ rpm}$	<ul style="list-style-type: none"> 07 peducian kerja 07 kaca mata 07 sepatu 	5 menit		

Keterangan : Realisasi dari Borang ini dilampirkan pada Laporan Proyek Akhir

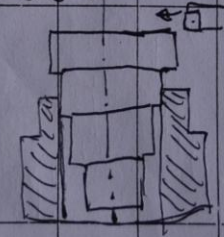


UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK

FRM/MFS/23-00
02 Agustus 2007

LANGKAH KERJA PROSES PEMBUATAN KOMPONEN ALAT

Nama Komponen Yang Dibuat : Poros Spindel
 Hari/Tanggal Pembuatan : Bengkel Pemrosesan
 Tempat Membuat : Magelang, Jawa Tengah
 Nama Pembuat : Mujibirah, Lukman

Langkah Kerja ke	Ilustrasi Gambar Pengerjaan:	Alat/Mesin/Instrumen yang digunakan	Deskripsi Pengerjaan	Hitungan Proses yang Digunakan	Tindakan Keselamatan	Prediksi Kebutuhan Waktu	Realisasi Kebutuhan Waktu	Catatan
9.		<ul style="list-style-type: none"> 01 mesin bubut 01 palpat HSS 01 kunci chuck 01 walper 	<ul style="list-style-type: none"> 01 Bore benda kerja 02 Lubrican 03 Pembentukan facing panjang 4 mm 	$n = \frac{v \cdot 1000}{\pi \cdot d}$ $= \frac{30 \cdot 1000}{314,45}$ $= 212 \text{ rpm}$ $n = 212 \text{ rpm}$	<ul style="list-style-type: none"> 01 pelunak 01 kerja 01 safety 01 kaca pelat 	5 menit		

Keterangan : Realisasi dari Borang ini dilampirkan pada Laporan Proyek Akhir

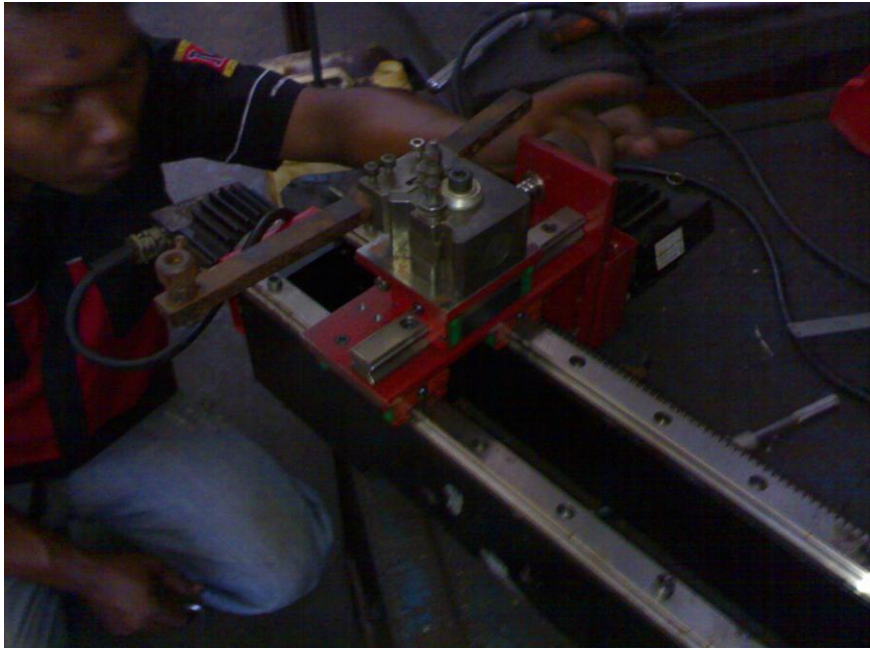
Lampiran 7. Foto-foto tentang mesin bubut CNC



Gambar 1. Tim pembuat mesin



Gambar 2. Mesin yang akan diuji



Gambar 3. Proses perakitan mesin



Gambar 4. Menancapkan sumber listrik



Gambar 5. Menyalakan monitor



Gambar 6. Menginput program ke kontroler



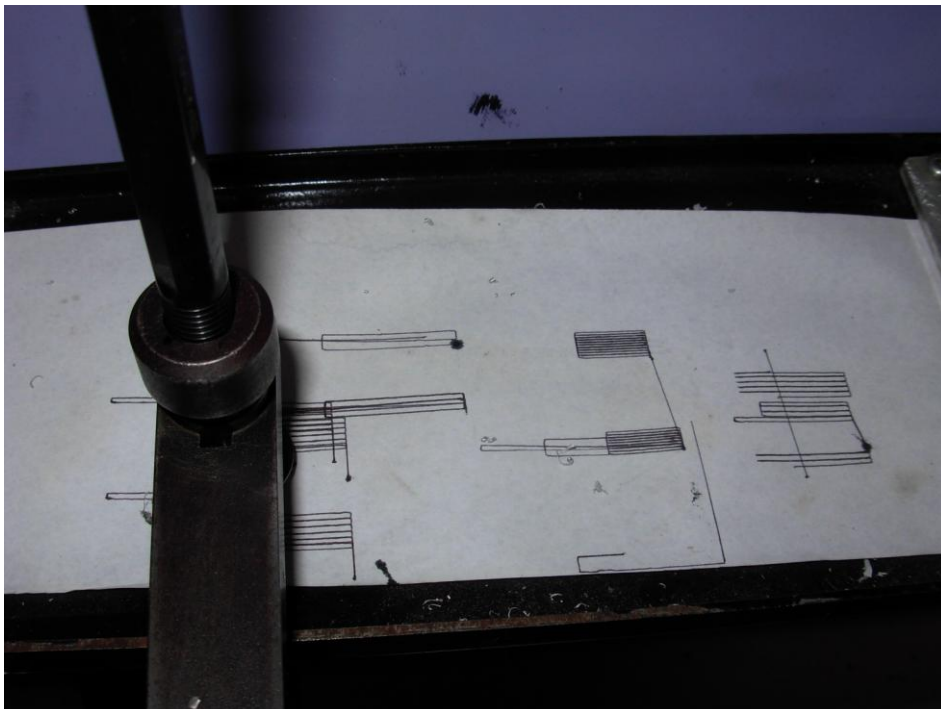
Gambar 7. Memasang pentograf pada *tool post*



Gambar 8. Mengencangkan *tool post* menggunakan kunci L 8



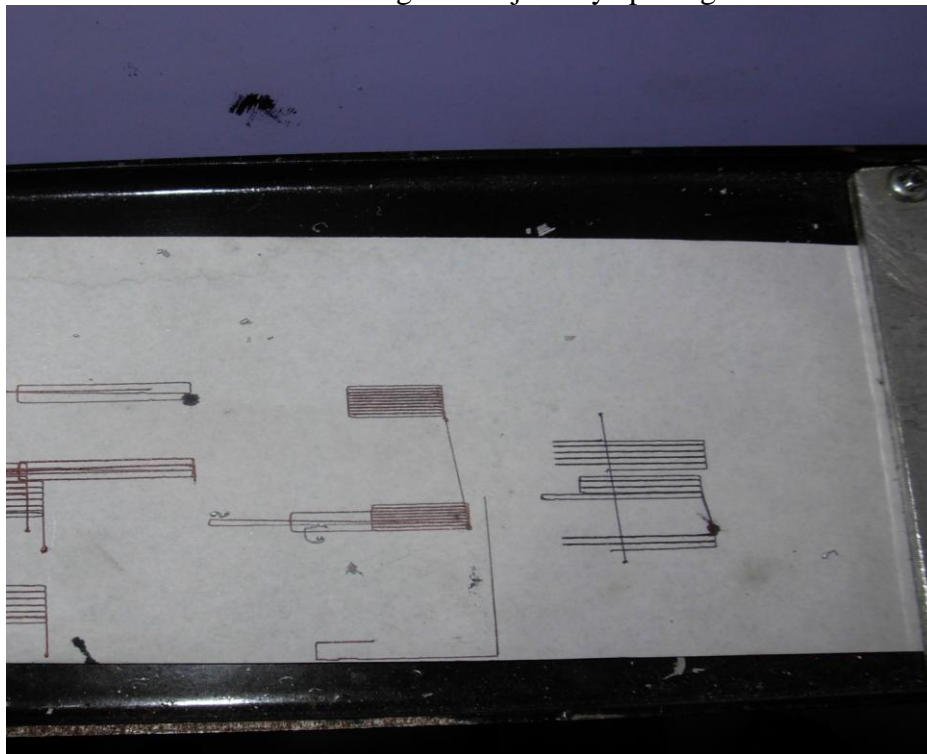
Gambar 9. Proses pengamatan program pada kontroler



Gambar 10. Pengecekan program dengan pentograf



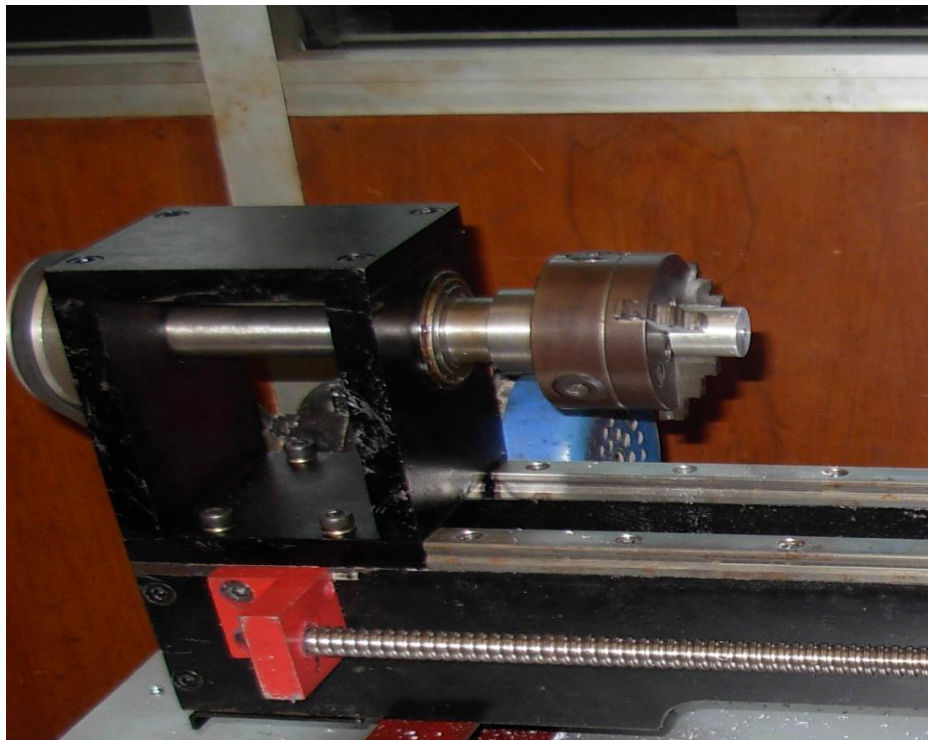
Gambar 11. Pengamatan jalannya pentograf



Gambar 12. Hasil-hasil pengecekan program



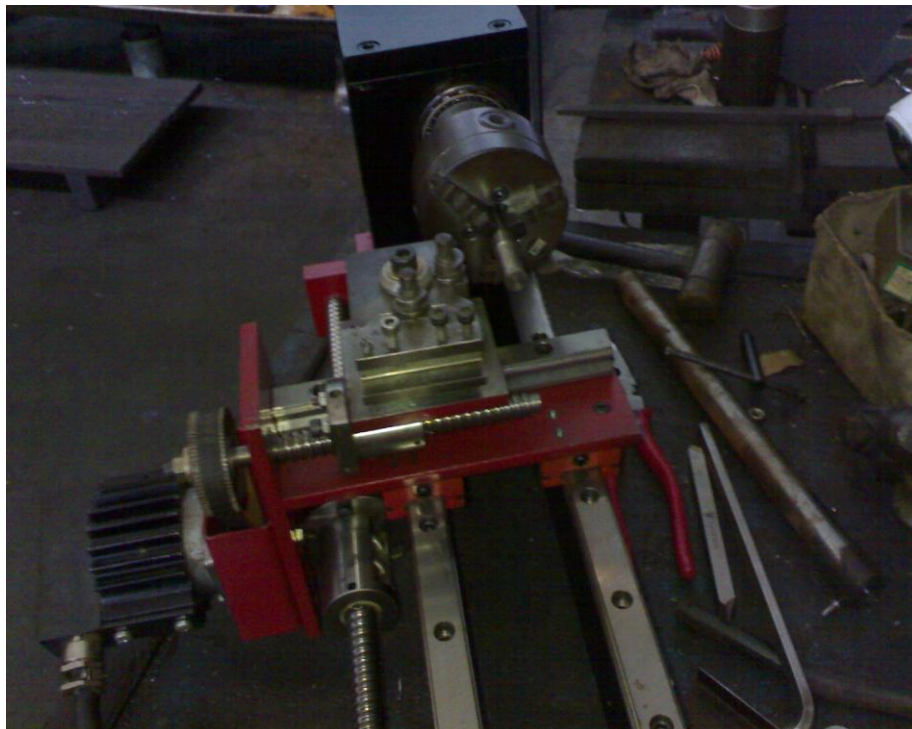
Gambar 13. Proses pengenduran *chuck*



Gambar 14. Benda kerja yang dicekam



Gambar 15. Menyalakan saklar motor utama



Gambar 16. Penyetingan pahat

ABSOLUTE

N	G/M	I/I	Z/I	F/T	S	ket
00	92	6100	900			
01	M03					
02	00	1100	100			
03	04	1000	-4600	500	100	
04	00	1000	100			
05	04	1400	-1400	40	100	
06	00	1100	900			
07	M05					
08	M30					

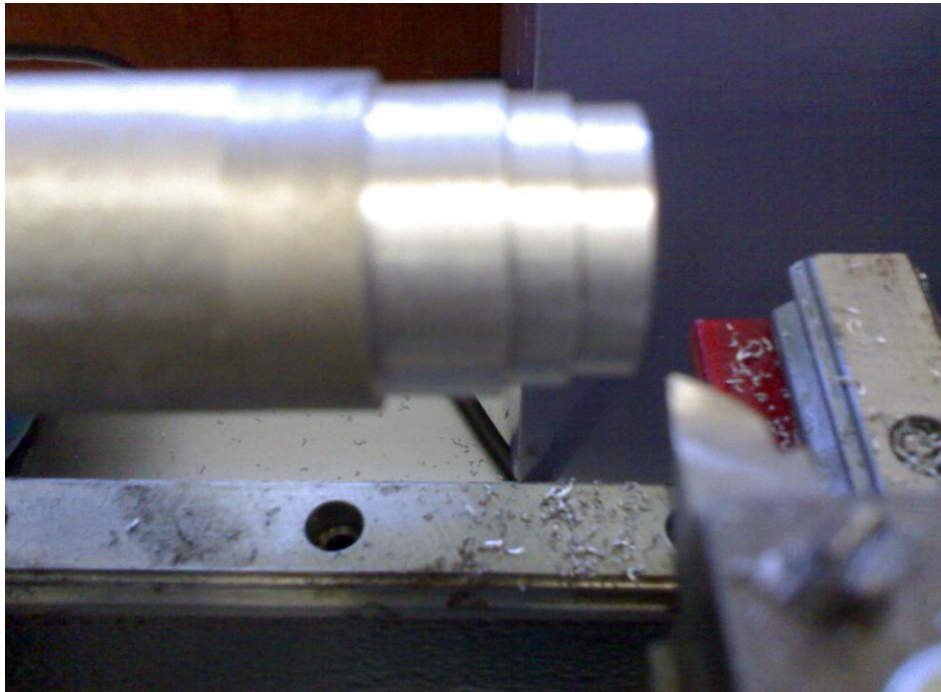
Gambar 17. Program yang di input



Gambar 18. Proses penyayatan benda kerja

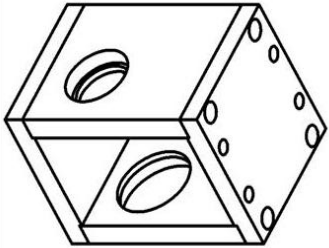
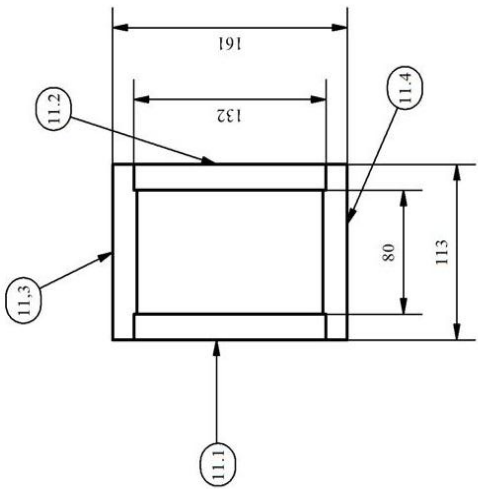
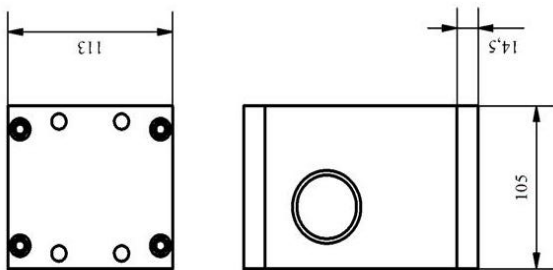


Gambar 19. Proses penyayatan selesai

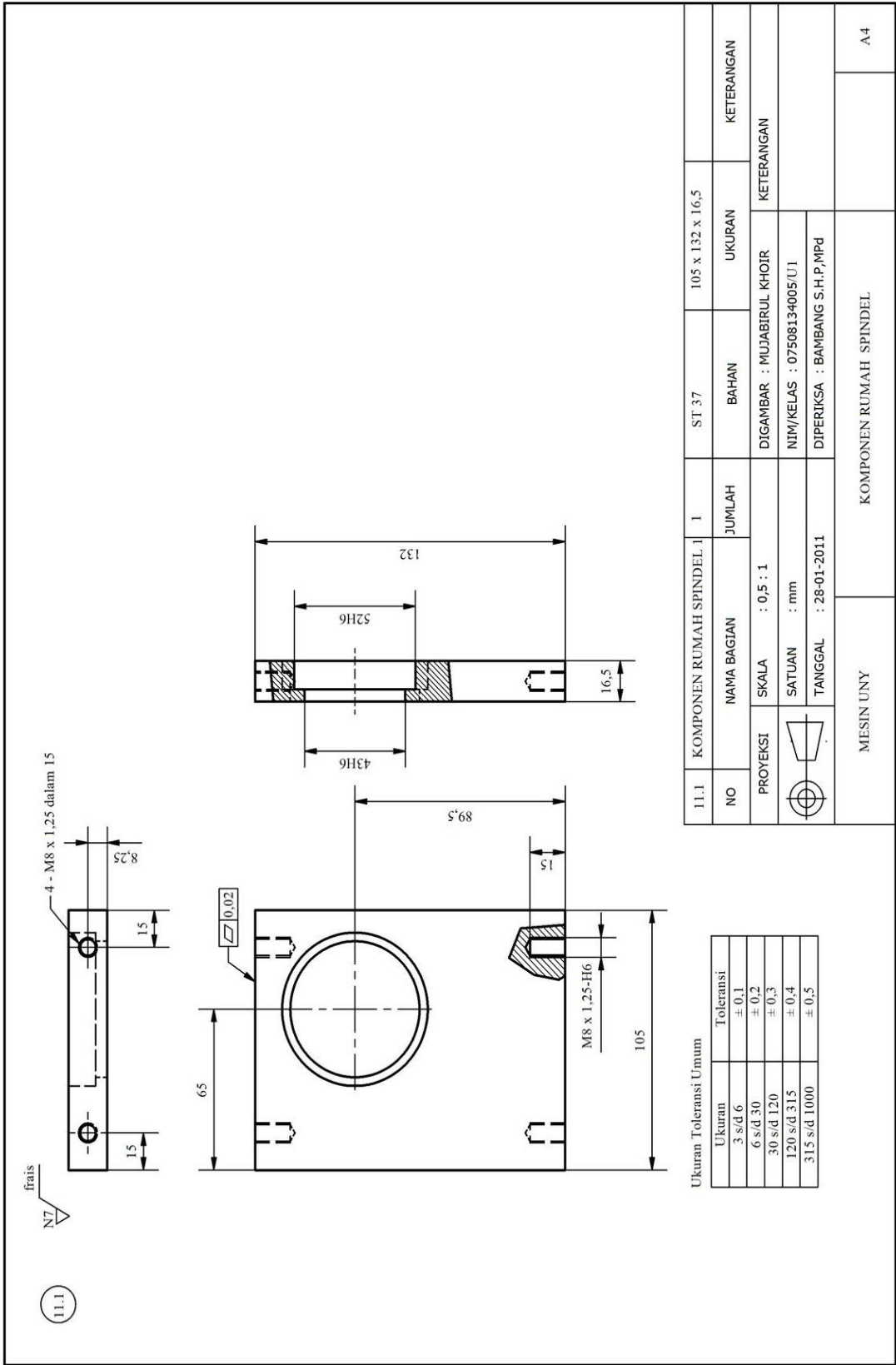


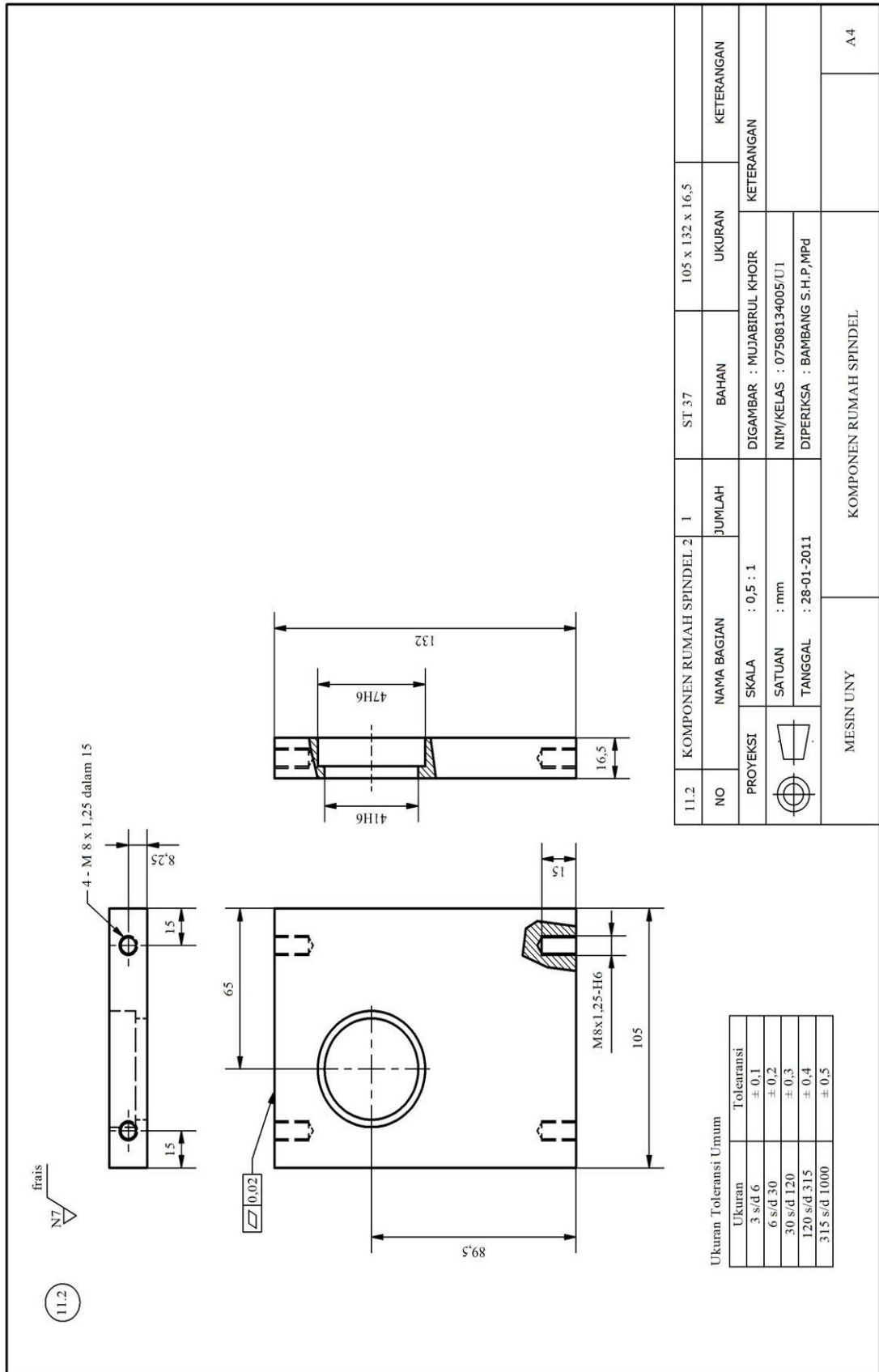
Gambar 20. Hasil proses uji mesin

11 Rumah Spindel



11.4	Komponen Rumah Spindel 4	1	ST 37	105 x 113 x 16,5 mm	-
11.3	Komponen Rumah Spindel 3	1	ST 37	105 x 113 x 16,5 mm	-
11.2	Komponen Rumah Spindel 2	1	ST 37	105 x 132 x 16,5 mm	-
11.1	Komponen Rumah Spindel 1	1	ST 37	105 x 132 x 16,5 mm	-
No	Nama Bagian	Jml	Bahan	Ukuran	Keterangan
PROYEKSI		SKALA : 1 : 4	KETERANGAN		
SATUAN : mm		DIGAMBAR : MUJABIRUL KHOIR			
TANGGAL : 28-01-2011		NIM/KELAS : 07508134005/U1			
MESIN UNY		DIPERIKSA : BAMBANG S.H.P./MPd			
RUMAH SPINDEL		A4			

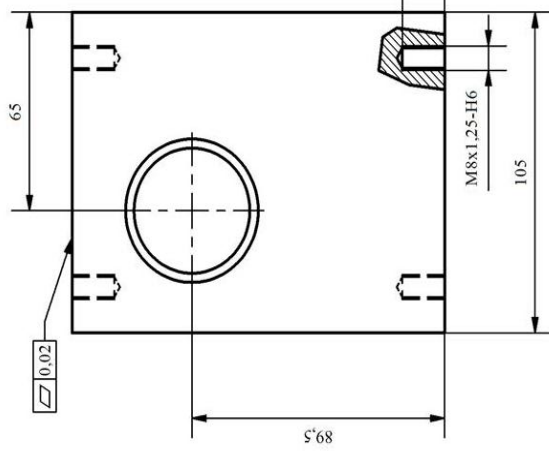
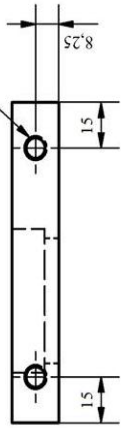




11.2

frasis
N7

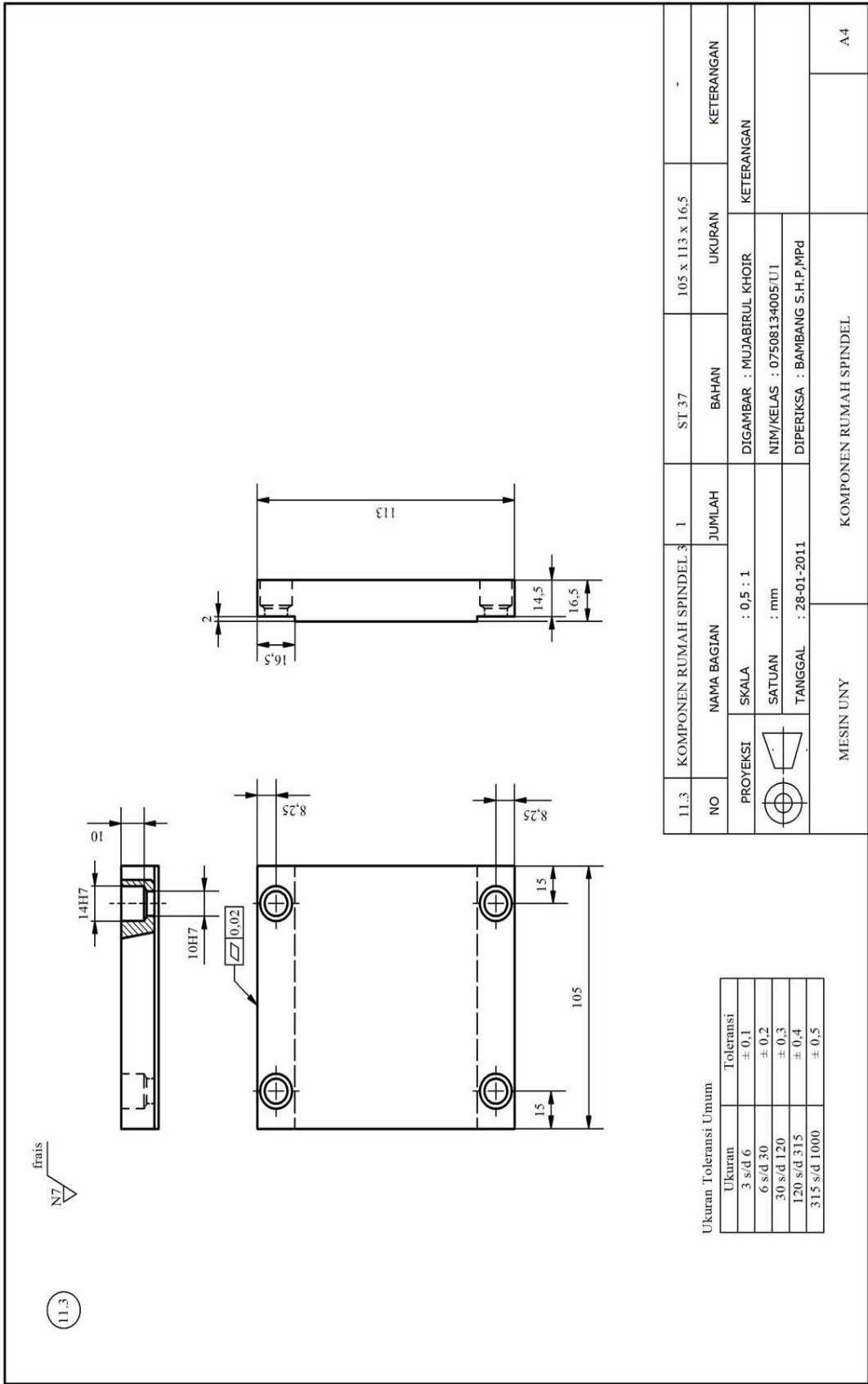
4 - M 8 x 1,25 dalam 15

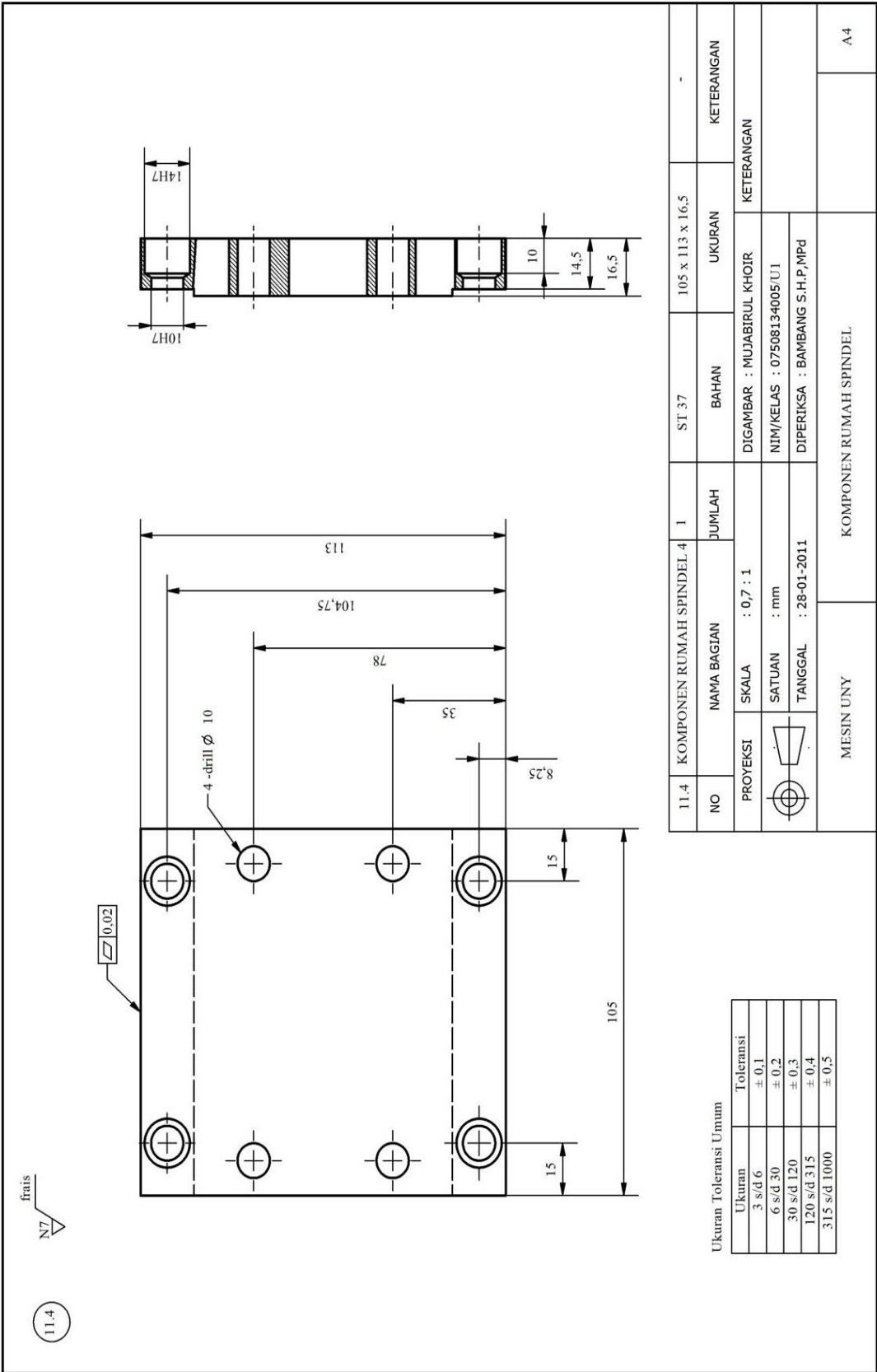


Ukuran Toleransi Umum

Ukuran	Toleransi
3 s/d 6	± 0,1
6 s/d 30	± 0,2
30 s/d 120	± 0,3
120 s/d 315	± 0,4
315 s/d 1000	± 0,5

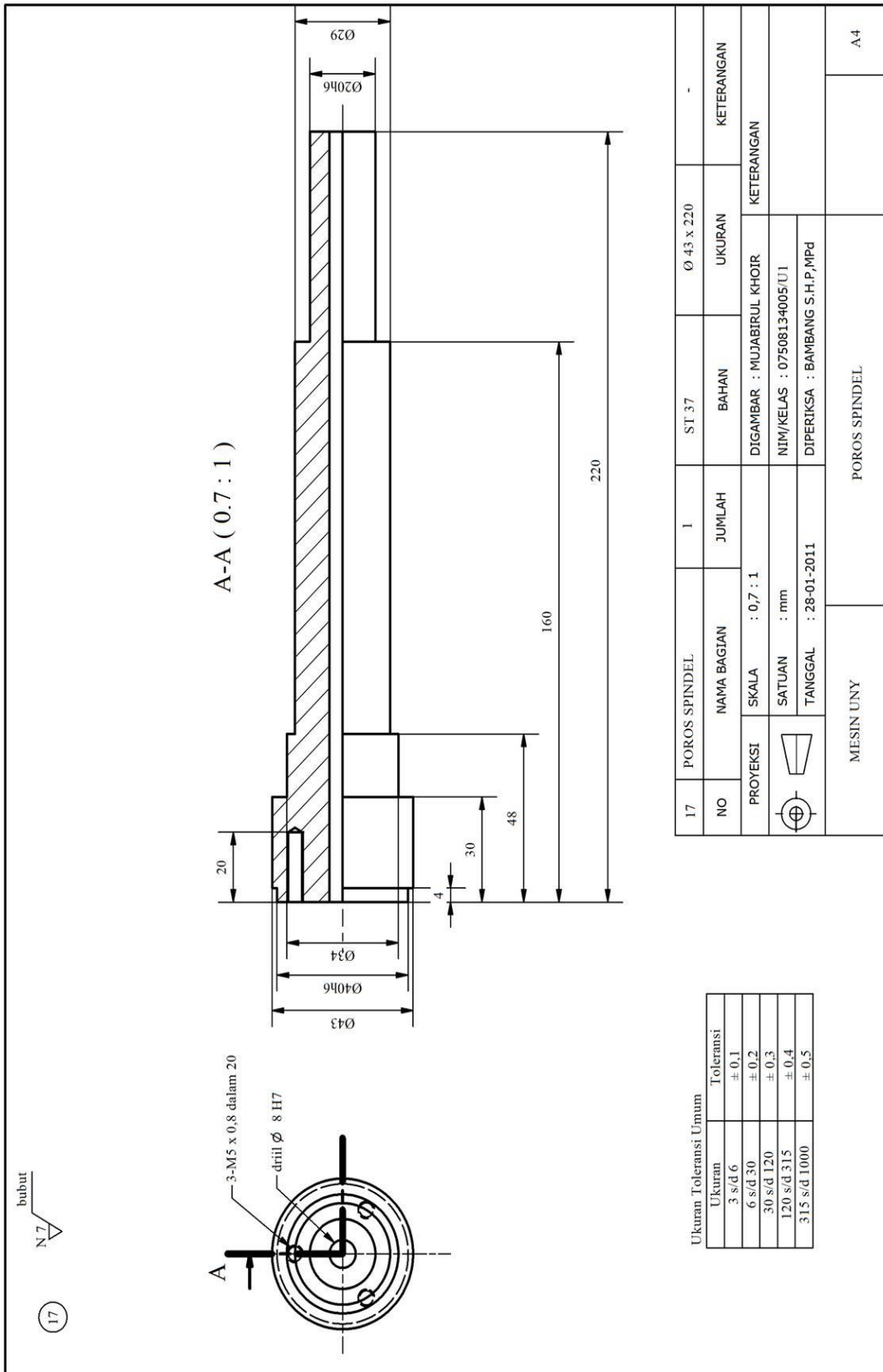
NO	KOMPONEN RUMAH SPINDEL 2	JUMLAH	ST 37	105 x 132 x 16,5	KETERANGAN
11.2	KOMPONEN RUMAH SPINDEL 2	1	ST 37	105 x 132 x 16,5	KETERANGAN
PROYEKSI	SKALA : 0,5 : 1		BAHAN	UKURAN	KETERANGAN
	SATUAN : mm		DIGAMBAR : MUJABIRUL KHOIR		
	TANGGAL : 28-01-2011		NIM/KELAS : 07508134005/U1		
			DIPERIKSA : BAMBANG S.H.P./MPd		
	MESIN UNY		KOMPONEN RUMAH SPINDEL		
					A-4

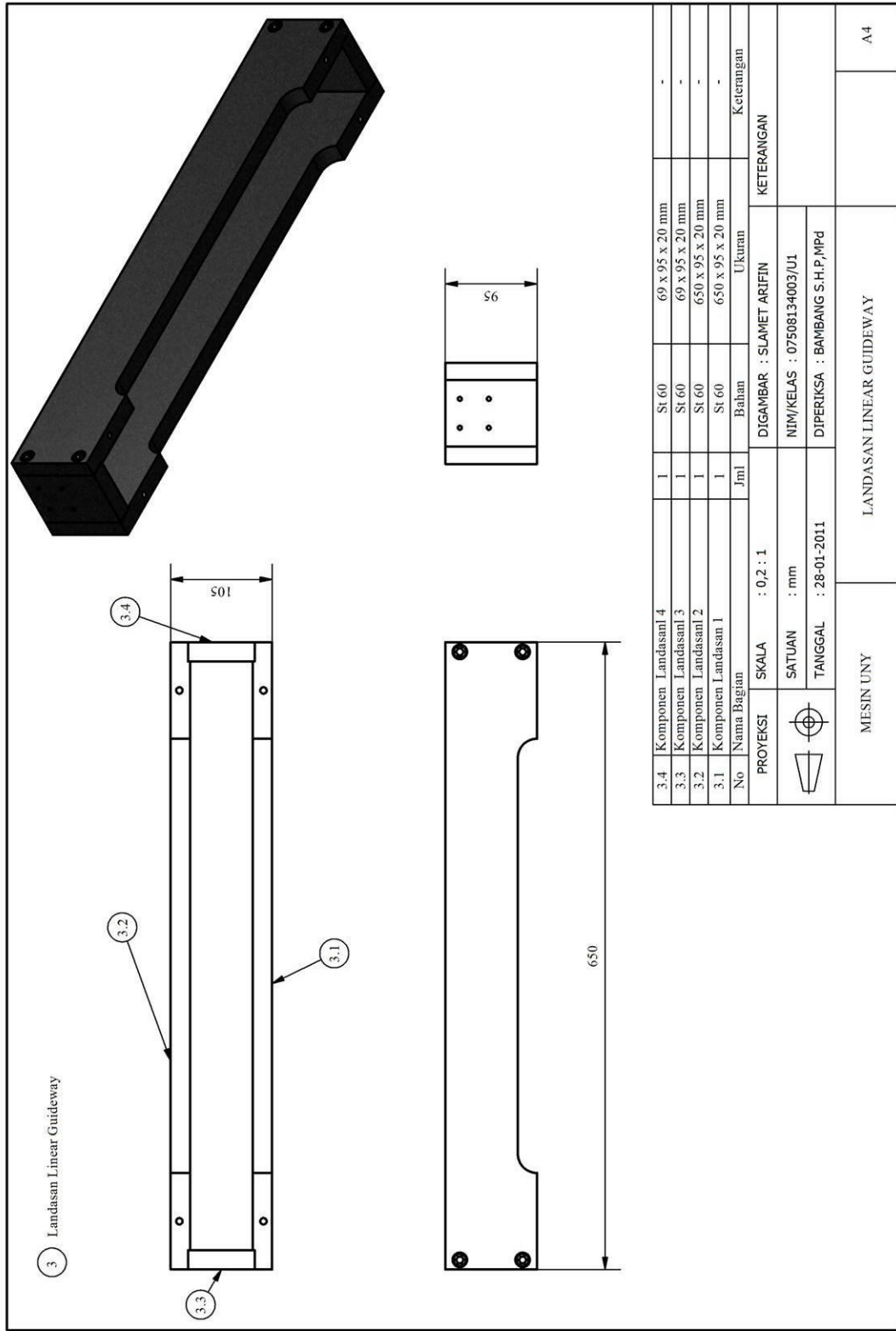


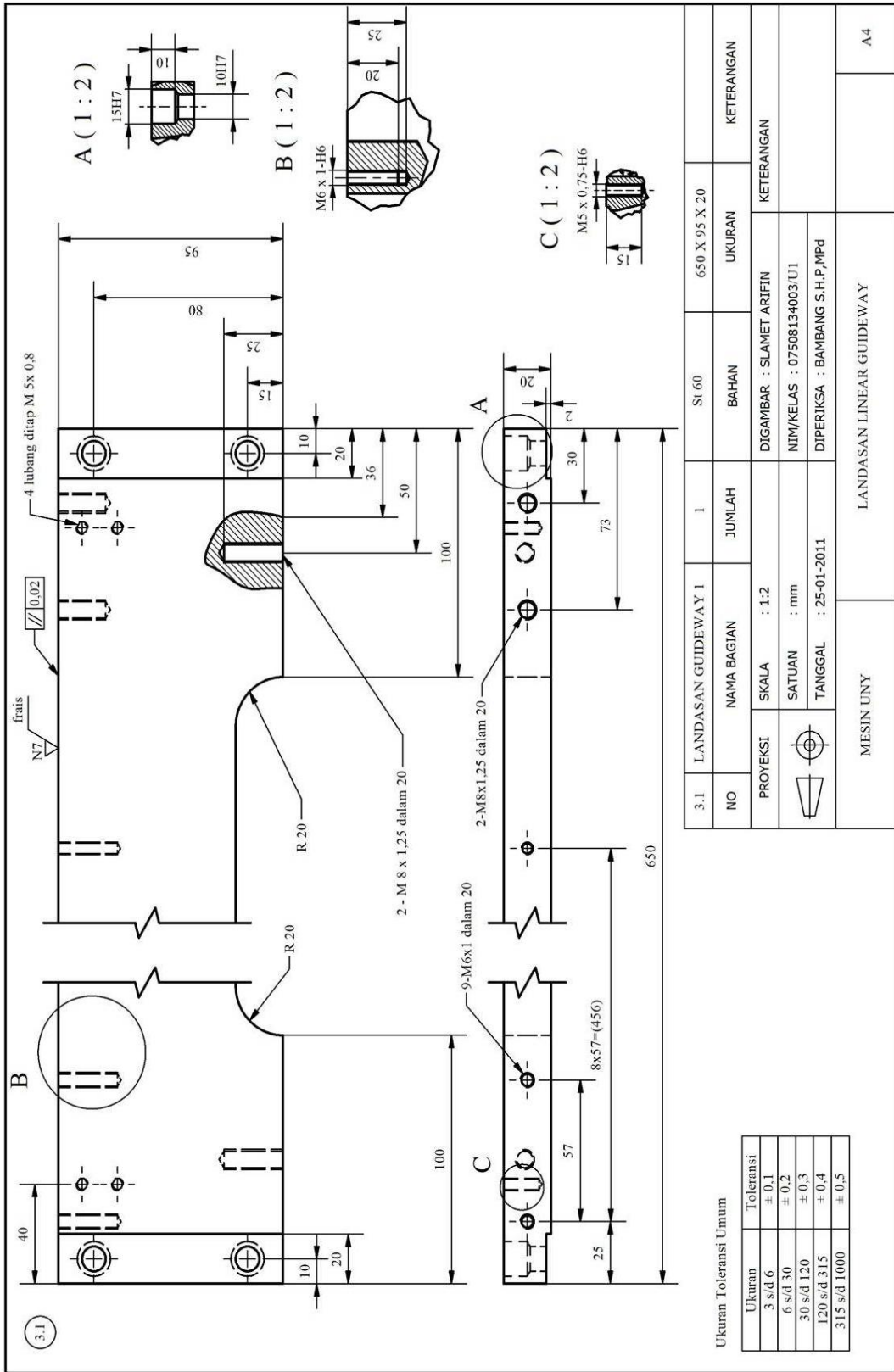


Ukuran Toleransi Umum

Ukuran	Toleransi
3 s/d 6	± 0.1
6 s/d 30	± 0.2
30 s/d 120	± 0.3
120 s/d 315	± 0.4
315 s/d 1000	± 0.5



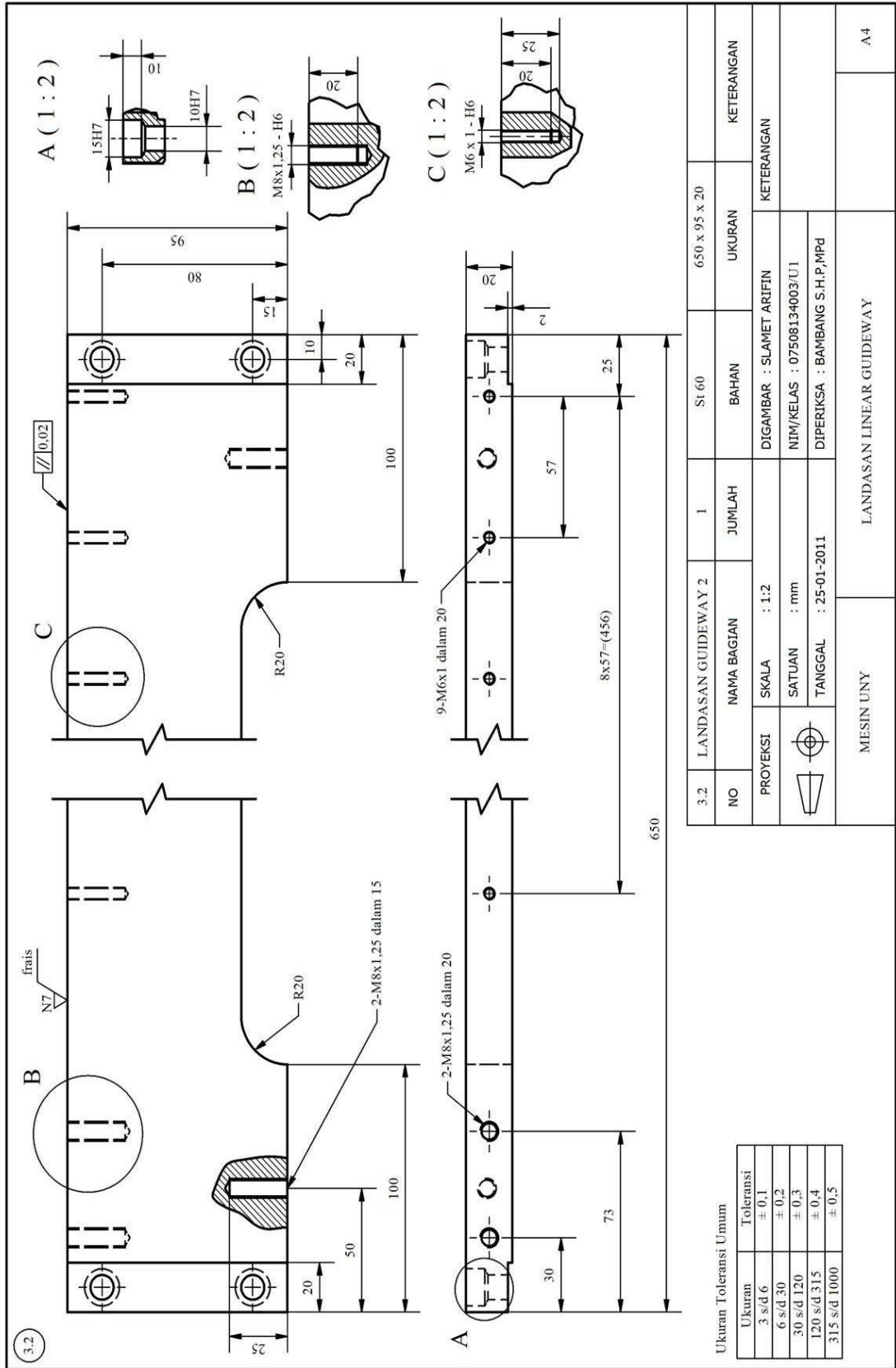


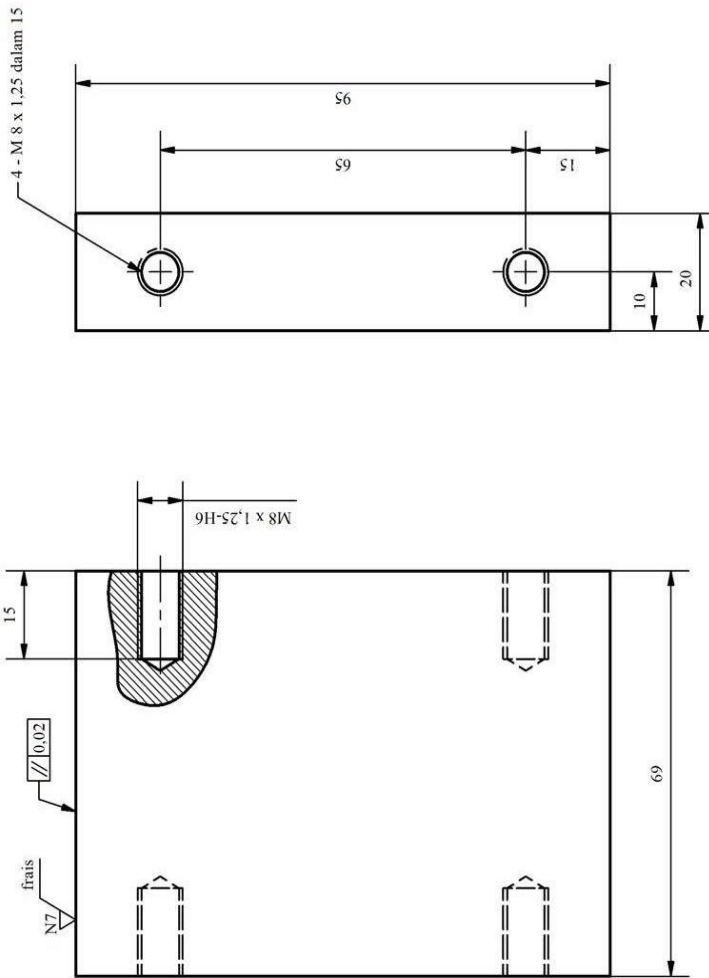


Ukuran Toleransi Umum

Ukuran	Toleransi
3 s/d 6	± 0,1
6 s/d 30	± 0,2
30 s/d 120	± 0,3
120 s/d 315	± 0,4
315 s/d 1000	± 0,5

3.1	LANDASAN GUIDEWAY 1	1	SI 60	650 X 95 X 20	
NO	NAMA BAGIAN	JUMLAH	BAHAN	UKURAN	KETERANGAN
PROYEKSI	SKALA : 1:2		DIGAMBAR : SLAMET ARIFIN		KETERANGAN
	SATUAN : mm		NIM/KELAS : 07508134003/U1		
	TANGGAL : 25-01-2011		DIPERIKSA : BAMBANG S.H.P./MPD		
MESIN UNY			LANDASAN LINEAR GUIDEWAY		
					A4





3.3

3.3	LANDASAN GUIDEWAY 3	1	St 60	69 x 95 x 20	KETERANGAN
NO	NAMA BAGIAN	JUMLAH	BAHAN	UKURAN	KETERANGAN
PROYEKSI	SKALA : 1:1		DIGAMBAR : SLAMET ARIFIN		KETERANGAN
	SATUAN : mm		NIM/KELAS : 07508134003/U1		
	TANGGAL : 25-01-2011		DIPERIKSA : BAMBANG S.H.P./MPd		
	MESIN UNY		LANDASAN LINEAR GUIDEWAY		A4

Ukuran Toleransi Umum

Ukuran	Toleransi
3 s/d 6	± 0.1
6 s/d 30	± 0.2
30 s/d 120	± 0.3
120 s/d 315	± 0.4
315 s/d 1000	± 0.5

