



**RANCANG BANGUN MESIN CNC BUBUT KAYU DENGAN TENAGA
MOTOR LISTRIK (BAGIAN DINAMIS)**

PROYEK AKHIR

Oleh
Ifan Romadhani
NIM 131903101032

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2016**



**RANCANG BANGUN MESIN CNC BUBUT KAYU DENGAN TENAGA
MOTOR LISTRIK (BAGIAN DINAMIS)**

PROYEK AKHIR

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Mesin (DIII) dan mencapai gelar Ahli Madya

Oleh

**Ifan Romadhani
NIM 131903101032**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2016**

PERSEMBAHAN

Proyek akhir ini saya persembahkan untuk:

1. Ibunda Kholifah dan Ayahanda Prayit yang tercinta, terima kasih atas pengorbanan, usaha, kasih sayang, dorongan, nasehat dan air mata yang menetes dalam setiap untaian do'a yang senantiasa mengiringi setiap langkah bagi perjuangan dan keberhasilan penulis;
2. Guru-guru sejak TK hingga SMK, dosen, dan seluruh civitas akademika Universitas Jember khususnya Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin yang telah menjadi tempat menimba ilmu dan telah membimbing penulis dengan penuh kesabaran;
3. Dulur-dulur Teknik Mesin DIII dan S1 angkatan 2013 yang telah memberikan do'a, dukungan, kontribusi, ide dan kritikan;
4. Almamater Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Jember.

MOTTO

Sesungguhnya sholatku, ibadahku, hidup dan matiku hanya untuk Allah Tuhan
semesta alam

(terjemahan kutipan do'a iftitah dalam sholat)*¹⁾

atau

Hai orang-orang yang beriman, janganlah kaum laki-laki mengolok-olok kaum
laki-laki lainnya, boleh jadi mereka (yang diolok-olok) lebih baik dari mereka
(yang mengolok-olok). Dan jangan pula kaum wanita mengolok-olok kaum
wanita lainnya, boleh jadi mereka (yang diolok-olok) lebih baik dari mereka (yang
mengolok-olok)

(terjemahan QS. Al-Hujurat ayat 11)*¹⁾

atau

“Solidarity Forever”

¹⁾ Departemen Agama Republik Indonesia. 1998. *Al-Qur'an dan Terjemahannya*. Semarang: PT Kumudasmoro Grafindo.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ifan Romadhani

NIM : 131903101032

Dengan ini saya menyatakan bahwa Proyek Akhir dengan judul ” Rancang Bangun Mesin CNC Bubut Dengan Tenaga Motor Listrik (Bagian Dinamis)” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang telah saya sebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada instansi manapun. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan tanggung jawab tanpa ada unsur pemaksaan serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Juni 2016

Yang Menyatakan,

Ifan Romadhani

131903101032

PROYEK AKHIR

**RANCANG BANGUN MESIN CNC BUBUT KAYU DENGAN TENAGA
MOTOR LISTRIK (BAGIAN DINAMIS)**

Oleh
Ifan Romadhani
NIM 131903101032

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Aris Zainul Muttaqin, S.T.,M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Ahmad Adib Rosyadi, S.T.,M.T.

PENGESAHAN

Proyek akhir berjudul "*Rancang Bangun Mesin CNC Bubut Kayu Dengan Tenaga Motor Listrik (Bagian Dinamis)*" telah diuji dan disahkan pada :

hari, tanggal : Kamis, 23 Juni 2016

tempat : Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin

Pembimbing

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Aris Zainul Muttaqin., S.T., M.T.
NIP 19681207 199512 1 002

Ahmad Adib Rosyadi, S.T., M.T.
NIP. 19850117 201212 1001

Penguji

Penguji I,

Penguji II,

Hari Arbiantara B., S.T., M.T.
NIP 19670924 199412 1 001

Dr. Gaguk Jatisukamto, S.T., M.T.
NIP 19800307 201212 1 003

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember,

Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U.M
NIP 19661215 199503 2 001

RINGKASAN

Rancang Bangun Mesin CNC Bubut Kayu Dengan Tenaga Motor Listrik (Bagian Dinamis); Ifan Romadhani , 131903101032; 2016; 65 halaman; Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

Dunia manufaktur semakin berkembang pesat, salah satunya adalah penggabungan teknologi computer dan teknologi mekanik yang sering disebut dengan mesin CNC (*Computer Numerical Control*). Salah satu contoh mesin CNC yang sekarang ini mudah ditemukan dan sering digunakan adalah mesin bubut CNC.

Mesin bubut sendiri digunakan untuk memotong logam yang berbentuk silindris poros bertingkat biasa maupun yang memiliki alur atau ulir. Adapun beberapa keuntungan penggunaan mesin perkakas CNC yaitu: produktivitas tinggi, ketelitian pengerjaan tinggi, kualitas produk yang seragam dan dapat digabung dengan perangkat lunak tambahan.

Cara kerja dari alat ini yaitu langkah pertama menentukan ukuran benda kerja yaitu kayu, selanjutnya membuat kalimat perintah melalui *software*. Jika program sudah sesuai dengan ukuran benda kerja, maka benda kerja yaitu kayu dipasang pada *chuck* yang terpasang pada poros. Selanjutnya menghidupkan motor listrik maka putaran dan dari daya motor ditransmisikan oleh pulley penggerak menuju ke pulley yang digerakkan. Kemudian putaran dari pulley inilah putaran dari motor diteruskan ke poros yang akan menggerakkan benda kerja. Setelah itu menjalankan program yang telah dibuat sehingga pahat dapat berjalan sesuai program yang dibuat.

Mesin cnc bubut kayu bagian dinamis merancang sabuk-v dan pulley, poros, pasak, bantalan, dalam mesin cnc bubut kayu ini daya pada motor yang digunakan adalah 0,5 hp dengan putaran 1400 rpm dan dengan diameter pulley yang digerakkan 70 mm. Bahan poros yang digunakan adalah S30C (σ_B) = 48 Kg/mm², diameter poros 19 mm. Mur baut yang digunakan untuk menahan

bantalan menggunakan ukuran M8. Bantalan yang digunakan jenis bantalan gelinding bola dengan tipe 6004ZZ.



PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proyek akhir yang berjudul ” Rancang Bangun Mesin CNC Bubut Kayu Dengan Tenaga Motor Listrik (Bagian Dinamis)” Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Diploma Tiga (D3) di Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penyusunan proyek akhir ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dekan Fakultas Teknik Universitas Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U.M atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini;
2. Ketua Jurusan Teknik Mesin Hari Arbiantara Basuki S.T., M.T. atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini;
3. Aris Zainul Muttaqin S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Ahmad Adib Rosyadi S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang penuh kesabaran memberi bimbingan, dorongan, meluangkan waktu, pikiran, perhatian dan saran kepada penulis selama penyusunan tugas akhir ini sehingga dapat terlaksana dengan baik;
4. Hari Arbiantara Basuki S.T., M.T. selaku Dosen Penguji I dan Dr. Gaguk Jatisukamto S.T., M.T. selaku Dosen Penguji II, terima kasih atas saran dan kritiknya;
5. M. Fahrur Rozy H S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang selalu memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis selama kuliah;
6. Seluruh Dosen Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Jember yang telah memberikan ilmu, bimbingan, pengorbanan, saran dan kritik kepada penulis;
7. Ibunda Kholifah dan Ayahanda Prayit yang telah memberikan segalanya kepada penulis;

8. Kakak saya Agus Andrianto (Abang), adik saya Nur Fuji Rahmat dan adik sepupu saya Silvia Gilang Sahara (Ncing) yang telah memberikan semangat sempurna untuk penulis;
9. Para sahabat Bahtiar Faton A. (Toni), Reza Arianto (Barong), Lutfi Amin (Enceng), M. Rezza Wira (RW), M. Novan Hidayat (Paimen), M. Adly A., Ika Angga A. (Pak Lek), Rizal Yefi E. (Cerobong), Priyo Agung W. (Ariel)), Jelang Ikrar M., Sucipto (Mbah), M. Mahrus Ali (Paul Walker KW), Hadi R.A. (Bos), Yusuf Eko P. (Cong), Oktafian N.N. (Lemot), Yudi B.A. (Arab), Bagus A. (Gembel), Yudha A. (Yudha JR), Indra Wisnu W. (Indros), M. Mukhlisin (Muklis), Deni Anggara (Mandor), Bayu Putro (Bay), dan N. A. Hasan (Tukang Pukul) yang telah membantu tenaga dan fikiran dalam pembuatan mesin CNC bubut kayu dengan tenaga motor listrik bagian dinamis;
10. Teman-temanku seperjuangan D3 dan S1 Teknik Mesin 2013 yang selalu memberi support dan saran kepada penulis;
11. Kawan-kawan Lufi Amin, Ika Angga Ary S, Ahmad Vitoyo, Sri Rahayu yang selalu memberikan dukungan dan bimbingan kepada penulis;
12. Pihak lain yang tidak bisa disebutkan satu-persatu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan tugas akhir ini. Akhirnya penulis berharap, semoga tulisan ini dapat bermanfaat.

Jember, Juni 2016

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan dan Manfaat	2
1.4.1 Tujuan	2
1.4.2 Manfaat	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pengertian Mesin Bubut (<i>Turning</i>) CNC	5
2.1.1 Pengertian Mesin Bubut	5
2.1.2 Prinsip Kerja Mesin Bubut	5
2.1.3 Pengertian Mesin Bubut (<i>Turning</i>) CNC	6
2.1.4 Prinsip Kerja Mesin Bubut (<i>Turning</i>) CNC	6
2.2 Pengertian Kayu	7
2.2.1 Kelas Kekuatan Kayu	7
2.2.2 Bagian-bagian Kayu	9

2.3 Perencanaan Daya	11
2.4 Perencanaan Pulley	12
2.5 Perencanaan Sabuk	14
2.6 Perencanaan Poros	15
2.7 Perencanaan Pasak	17
2.8 Perencanaan Bantalan	18
2.9 Proses Manufaktur	20
2.10.1 Pengukuran	20
2.10.2 Penggoresan	20
2.10.3 Penitik	21
2.10.4 Gergaji Tangan	21
2.10 Proses Permesinan	21
2.10.1 Pembubutan	21
2.10.2 Pengelasan	21
2.10.3 Pengeboran	22
BAB 3. METODOLOGI	23
3.1 Alat dan Bahan	23
3.1.1 Alat	23
3.1.2 Bahan	23
3.2 Waktu dan Tempat	23
3.2.1 Waktu	23
3.2.2 Tempat	24
3.3 Metode Penelitian	24
3.3.1 Studi Literatur	24
3.3.2 Studi Lapangan	24
3.3.3 Konsultasi	24
3.4 Metode Pelaksanaan	24
3.4.1 Pencarian Data	24
3.4.2 Perencanaan dan Perancangan	25
3.4.3 Proses Manufaktur	25
3.4.4 Proses Perakitan	25

3.4.5 Pengujian Alat	26
3.4.6 Penyempurnaan Alat	26
3.4.7 Pembuatan Laporan	26
3.5 Flow Chart	27
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Hasil Perancangan dan Pembuatan Alat	28
4.1.1 Cara Kerja Alat	28
4.2 Analisa Hasil Perancangan dan Perhitungan	29
4.2.1 Perencanaan Daya	29
4.2.2 Perencanaan Pulley dan Sabuk	29
4.2.3 Perencanaan Poros dan Pasak	30
4.2.4 Perencanaan Bantalan	30
4.3 Pengujian Mesin CNC Bubut Kayu	30
4.3.1 Tujuan Pengujian	31
4.3.2 Perlengkapan Dan Peralatan	31
4.3.3 Prosedur Pengujian	31
4.3.4 Hasil Pengujian Mesin CNC Bubut Kayu	31
BAB 5. PENUTUP	33
5.1 Kesimpulan	33
5.2 Saran	33
DAFTAR PUSTAKA	34
LAMPIRAN	
A. LAMPIRAN PERHITUNGAN	35
B. LAMPIRAN TABEL	47
C. LAMPIRAN GAMBAR	59

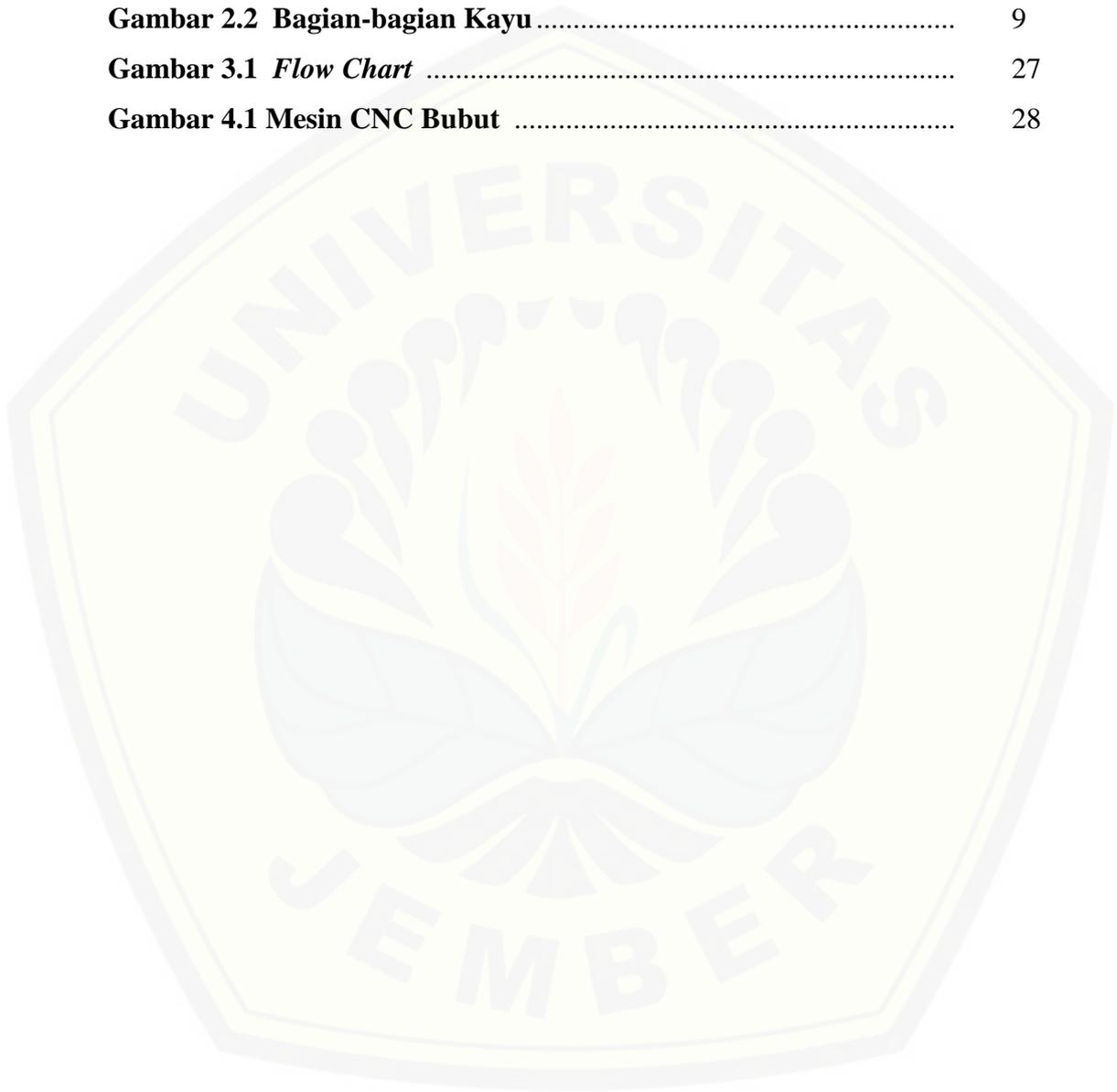
DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kelas Kekuatan Kayu	8
Tabel 2.2 Diameter Pulley yang diizinkan	13
Tabel 2.3 Faktor-faktor koreksi daya	15



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Mesin Bubut	5
Gambar 2.2 Bagian-bagian Kayu	9
Gambar 3.1 <i>Flow Chart</i>	27
Gambar 4.1 Mesin CNC Bubut	28



BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri manufaktur berkembang sangat pesat, salah satunya teknologi mesin CNC (*Computer Numerical Control*). Mesin bubut konvensional digunakan untuk memotong logam yang berbentuk silindris poros bertingkat biasa maupun yang memiliki alur atau ulir. Mesin CNC merupakan perangkat teknologi manufaktur yang menggabungkan mesin bubut, milling, freis, drilling dan bor dengan perangkat computer sebagai pengendali.

Mesin bubut sendiri digunakan untuk memotong logam yang berbentuk silindris poros bertingkat biasa maupun yang memiliki alur atau ulir. Adapun beberapa keuntungan penggunaan mesin perkakas CNC yaitu: produktivitas tinggi, ketelitian pengerjaan tinggi, kualitas produk yang seragam dan dapat digabung dengan perangkat lunak tambahan.

Awal lahirnya mesin CNC (*Computer Numerical Controlled*) bermula dari 1952 yang dikembangkan oleh John Parson dari Institut Teknologi Massachusetts, atas nama Angkatan Udara Amerika Serikat. Semula proyek tersebut di peruntukan untuk membuat benda kerja khusus yang rumit. Semula perangkat CNC memerlukan biaya yang tinggi dan volume unit pengendali yang besar. Pada tahun 1973, mesin CNC masih sangat mahal sehingga masih sedikit perusahaan yang mempunyai keberanian dalam mempopori investasi dalam teknologi ini. Dari tahun 1975, produksi mesin CNC mulai berkembang pesat. Perkembangan ini di pacu oleh *Microprocessor*, sehingga volume unit pengendali dapat lebih ringkas. Dewasa ini penggunaan mesin CNC hampir terdapat di segala bidang. Dari bidang pendidikan dan riset yang mempergunakan alat-alat demikian yang menghasilkan berbagai hasil penelitian yang bermanfaat yang tidak terasa sudah banyak di gunakan dalam kehidupan sehari-hari di kalangan masyarakat banyak hingga saat ini.

Dalam proyek akhir ini penulis merencanakan dan membuat mesin CNC bubut kayu dengan tenaga motor listrik yang nantinya diharapkan dapat bekerja secara otomatis dalam memproduksi barang. Sehingga proses pembuatan barang

bisa dilakukan secara cepat, efisien dan maksimal. Alat ini bekerja secara otomatis dengan dikontrol langsung oleh sistem kontrol yang disebut dengan CNC.

1.2 Rumusan Masalah

Masalah yang akan dibahas adalah bagaimana merancang dan menentukan besar daya pada mesin CNC bubut kayu agar mampu menghasilkan produk secara cepat, efisien dengan ukuran yang akurat.

1.3 Batasan Masalah

Agar tidak meluasnya permasalahan yang akan dibahas maka perlu adanya batasan masalah. Batasan masalah dalam pada penulisan laporan ini adalah sebagai berikut:

1. Perencanaan dibatasi hanya pada komponen mesin.
2. Asumsi-asumsi dalam perhitungan dimasukkan agar permasalahan dapat dipecahkan dengan asumsi yang bisa dipertanggung jawabkan.
3. Tidak membahas dan merencanakan program dan *software* yang digunakan serta yang berkaitan dengan hal tersebut.
4. Tidak merencanakan pada bagian statis.

1.4 Tujuan dan Manfaat

1.4.1 Tujuan

Adapun tujuan dari perencanaan dan pembuatan mesin CNC bubut kayu dengan tenaga motor listrik dalam Proyek Akhir ini adalah:

1. Merancang dan membuat mesin CNC bubut kayu dengan tenaga motor listrik.
2. Mengetahui setiap komponen elemen mesin pada mesin CNC bubut kayu.

1.4.2 Manfaat

Adapun manfaat dari perencanaan dan pembuatan mesin CNC bubut kayu dengan tenaga motor listrik dalam Proyek Akhir ini adalah:

- a. Bagi Mahasiswa

- 1) Sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Ahli Madya (D3) Teknik Mekanika Universitas Negeri Jember.
 - 2) Sebagai suatu penerapan teori dan praktek kerja yang didapatkan selama dibangku kuliah.
 - 3) Menambah pengetahuan tentang cara merancang dan membuat suatu karya teknologi yang bermanfaat.
- b. Bagi Perguruan Tinggi
- 1) Dapat memberikan informasi perkembangan teknologi khususnya Jurusan Teknik Mekanika Universitas Negeri Jember kepada institusi pendidikan lain.
 - 2) Sebagai bahan kajian kuliah di Jurusan Teknik Mekanika Universitas Negeri Jember dalam mata kuliah bidang teknik mekanika.
- c. Bagi Masyarakat
- 1) Diharapkan dengan adanya mesin CNC bubut kayu dengan tenaga motor listrik ini dapat membantu peningkatan proses produksi pada dunia manufaktur baik dari segi kualitas dan kuantitasnya.

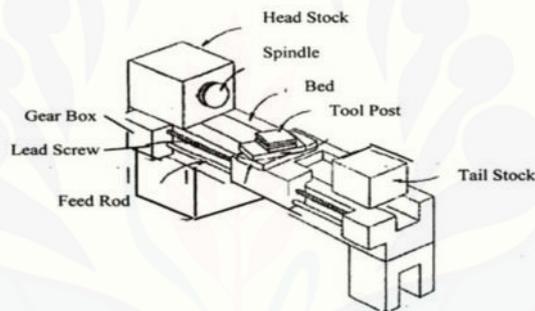
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Mesin Bubut (*Turning*) CNC

2.1.1 Pengertian Mesin Bubut

Mesin bubut adalah salah satu jenis mesin perkakas yang digunakan untuk proses pemotongan benda kerja yang dilakukan dengan membuat sayatan pada benda kerja dimanapahat digerakkan secara translasi dan sejajar dengan sumbu dari benda kerja yang berputar.

Mesin bubut merupakan mesin perkakas yang memiliki populasi terbesar di dunia ini dibandingkan mesin perkakas lain seperti mesin freis, drill, sekrap dan mesin perkakas lainnya.



Gambar 2.1 Mesin Bubut(Sumber : Dalmasius Ganjar Subagio, 2008)

2.1.2 Pinsip Kerja Mesin Bubut

Mesin bubut merupakan salah satu jenis mesin perkakas yang sering digunakan pada dunia manufaktur. Prinsip kerja pada proses *turning* atau lebih dikenal dengan proses bubut adalah proses penghilangan bagian dari benda kerja untuk memperoleh bentuk dengan ukuran tertentu. Di sini benda kerja akan diputar/rotasi dengan kecepatan tertentu bersamaan dengan proses pemakanan oleh pahat yang digerakkan secara translasi sejajar dengan sumbu putar dari benda kerja. Gerakan putar dari benda kerja disebut gerak potong relatif dan gerakan translasi dari pahat disebut gerak umpan (*feeding*).

2.1.3 Pengertian Mesin Bubut (*Turning*) CNC

Mesin Bubut CNC (*Computer Numerical Control*) merupakan sistem otomatisasi mesin perkakas yang dioperasikan oleh perintah yang diprogram melalui software dan disimpan di media penyimpanan, hal ini berlawanan dengan kebiasaan sebelumnya dimana mesin perkakas biasanya dikontrol dengan putaran tangan atau otomatisasi sederhana menggunakan cam.

Beda dari mesin bubut biasa, mesin bubut CNC memiliki perangkat tambahan yaitu motor yang akan menggerakkan pengontrol mengikuti titik-titik yang dimasukkan pada program. Perpaduan antara servo motor dan mekanis yang digantikan dengan sistem analog dan kemudian sistem digital menciptakan mesin bubut modern berbasis CNC.

2.1.4 Prinsip Kerja Mesin Bubut (*Turning*) CNC

Sebenarnya langkah-langkah kerja dalam membuat produk menggunakan mesin CNC hampir sama dengan mesin manufaktur pada umumnya, namun ada tambahan kontrol dari komputer dalam mengatur gerakan mesin. Komputer yang telah dilengkapi dengan software CNC akan menerima masukan gambar produk yang telah diprogram sehingga menghasilkan pengaturan motor servo pada mesin untuk menggerakkan alat pahat melalui proses permesinan sampai menghasilkan benda kerja sesuai program.

Pada umumnya sistem pemrograman yang sering digunakan pada CNC ada dua metode, antara lain:

a. Metode *Absolute* (Mutlak)

Adalah suatu metode pemrograman di mana titik referensinya selalu tetap yaitu satu titik tempat dijadikan referensi untuk semua ukuran berikutnya. Pemrogramman absolut dikenal juga dengan sistem pemrogramman mutlak, di mana pergerakan alat potong mengacu pada titik nol benda kerja.

Pada sistem ini bila terjadi kesalahan pemrogramman hanya berdampak pada titik yang bersangkutan, sehingga lebih mudah dalam melakukan koreksi.

b. Metode *Incremental* (Penambahan)

Adalah suatu metode pemrograman dimana titik referensinya selalu berubah, yaitu titik terakhir yang dituju menjadi titik referensi baru untuk ukuran berikutnya. Sistem pemrograman inkremental dikenal juga dengan sistem pemrograman berantai atau relatif koordinat. Penentuan pergerakan alat potong dari titik satu ke titik berikutnya mengacu pada titik pemberhentian terakhir alat potong. Penentuan titik setahap demi setahap. Namun, pada sistem pemrograman ini, bila terjadi kesalahan dalam penentuan titik koordinat, penyimpangannya akan semakin besar.

2.2 Pengertian Kayu

Kayu merupakan hasil hutan dari kekayaan alam, sebagai bahan mentah yang mudah diproses untuk dijadikan barang sesuai kemajuan teknologi. Pengertian kayu disini ialah sesuatu bahan, yang diperoleh dari hasil pemungutan pohon-pohon di hutan, yang merupakan bagian dari pohon tersebut, setelah diperhitungkan bagian-bagian mana yang lebih banyak dimanfaatkan untuk sesuatu tujuan penggunaan. Baik berbentuk kayu pertukangan, kayu industri maupun kayu bakar. (Dumanauw.J.F, 1990)

Kayu adalah bagian batang atau cabang serta ranting pada tumbuhan yang mengeras karena mengalami lignifikasi (pengayuan). Kayu digunakan untuk berbagai keperluan, mulai dari memasak, membuat perabot (meja, kursi), bahan bangunan (pintu, jendela, rangka atap), bahan kertas, dan banyak lagi. Penyebab terbentuknya kayu adalah akibat akumulasi selulosa dan lignin pada dinding sel berbagai jaringan di batang.

2.2.1 Kelas Kekuatan Kayu

Di dalam Vademecum Kehutanan Indonesia, kelas kekuatan kayu didasarkan pada berat jenis, kekuatan lengkung mutlak (klm) dan kekuatan tekan mutlak (ktm), dan dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 2.1 Kelas Kekuatan Kayu

Kelas Kayu	Berat Jenis	Klm (kg/cm ²)	Ktm (kg/cm ²)
I	0,90	1.100	650
II	0,60 - < 0,90	725 - < 1.100	425 - < 650
III	0,40 - < 0,60	500 - < 725	300 - < 425
IV	0,30 - < 0,40	300 - < 500	215 - < 300
V	< 0,30	< 300	< 215

Berikut adalah beberapa contoh kayu berdasarkan tingkat kekuatan pada kayu.

a. Kayu Jati (*Tectona Grandis*)

Kayu jati mempunyai tingkat kekuatan II. Mempunyai berat jenis 0,67g/cm³. Di Indonesia banyak terdapat di pulau jawa, khususnya didaerah Rembang, madiun, dan Kediri. Warna awal dari kayu jati adalah sawo kelabu dan apabila telah lama terkena sinar matahari menjadi warna sawo matang.

b. Kempas (*Koompasia Malaccessis Maing*)

Kayu Kempas mempunyai tingkat kekuatan I. Mempunyai berat jenis antara 0,68–1,29 g/cm³.

c. Kamfer

Kayu Kamfer mempunyai tingkat kekuatan II. Mempunyai berat jenis 0,7–0,9 g/cm³. Banyak terdapat didaerah Sumatera dan sedikit di Kalimantan. Mempunyai warna sawo merah.

Kayu kamfer tidak tahan terhadap serangan rayap, akan tetapi agak tahan terhadap bubuk, oleh karena itu kayu ini tidak baik digunakan untuk konstruksi bangunan yang tidak terlindungi. Kelebihan dari kayu kamfer ini adalah mudah dikerjakan selain itu mengembang dan menyusutnya kecil.

d. Rengas (*Gluta Renghas L*)

Kayu Rengas mempunyai tingkat kekuatan II. Mempunyai berat jenis 0,59–0,84 g/cm³. Banyak terdapat di daerah Kalimantan Tengah.

e. Minda (*Melia Azedarach L.*)

Kayu mindi mempunyai tingkat kekuatan II–III. Mempunyai berat jenis 0,42–0,65 g/cm³. Banyak terdapat dipulau jawa.

f. Suren

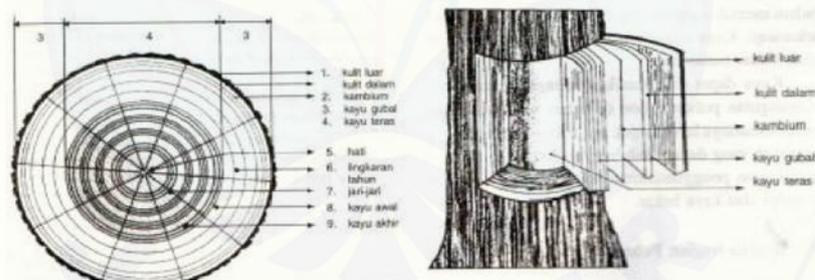
Kayu Suren mempunyai tingkat kekuatan III. Mempunyai berat jenis 0,4–0,7 g/cm³. Kayu jenis ini dapat tumbuh di seluruh daerah di Indonesia. Oleh karena itu kayu jenis ini hanya dipakai untuk bekisting dan kadang–kadang untuk bangunan sementara.

g. Jelutung (*Dyera Spec Div.*)

Kayu jelutung mempunyai tingkat kekuatan III–V. Mempunyai berat jenis 0,42–0,91 g/cm³. Kayu jenis ini banyajk terdapat di pulau Jawa.

2.2.2 Bagian-bagian Kayu

Kayu merupakan hasil hutan dari kekayaan alam, bahan mentah yang mudah diproses untuk dijadikan barang sesuai kemajuan teknologi. Berikut adalah bagian-bagian daripada kayu :



Gambar 2.2 Bagian-bagian Kayu (Sumber :J.F Dumanauw, 1982)

a. Kulit

Kulit adalah bagian yang terdapat pada bagian terluar, disini dibedakan menjadi dua bagian yaitu kulit luar yang mati, mempunyai ketebalan yang bervariasi menurut jenis pohon. Kulit bagian dalam yang bersifat hidup dan tipis. Kulit berfungsi sebagai pelindung bagian-bagian yang terdalam, terhadap kemungkinan pengaruh dari luar yang bersifat merusak, misalnya iklim,

serangan serangga, hama, kebakaran serta perusak kayu lainnya. Selain itu berfungsi sebagai jalan bahan makanan dari daun ke bagian-bagian tanaman.

b. Kambium

Merupakan jaringan yang lapisannya tipis dan bening, melingkari kayu, kearah luar membentuk kayu yang baru, dengan adanya kambium maka pohon lambat laun bertambah besar. Pertumbuhan meninggi ditentukan oleh jaringan meristem. Kambium terletak antara kulit dalam dan kayu gubal.

c. Kayu Gubal

Bagian kayu yang masih muda terdiri dari sel-sel yang masih hidup, terletak di sebelah dalam kambium dan berfungsi sebagai penyalur cairan dan tempat penimbunan zat-zat makanan. Tebal lapisan kayu gubal bervariasi menurut jenis pohon. Umumnya jenis yang tumbuh cepat mempunyai lapisan kayu gubal lebih tebal dibandingkan dengan kayu terasnya. Kayu gubal biasanya mempunyai warna terang.

d. Kayu Teras

Terdiri dari sel-sel yang dibentuk melalui perubahan-perubahan sel hidup pada lingkaran kayu gubal bagian dalam, disebabkan terhentinya fungsi sebagai penyalur cairan dan lain-lain proses kehidupan. Ruang dalam kayu teras dapat mengandung berbagai macam zat yang memberi warna lebih gelap. Tidak mutlak semua kayu teras demikian. Hanya pada jenis-jenis yang kayu terasnya berisi tiloses. Pada beberapa jenis tertentu kayu teras banyak mengandung bahan-bahan ekstraktif, yang memberi keawetan pada kayu tersebut, membuat lebih berat dan lebih awet. Akan tetapi tidak semua jenis kayu yang memiliki zat ekstraktif sudah dapat dipastikan keawetannya. (Misalnya yang mempunyai kandungan zat gula, zat tepung dan lain sebagainya).

e. Hati

Merupakan bagian kayu yang terletak pada pusat lingkaran tahun (tidak mutlak pada pusat bontos). Bagian hati berasal dari kayu awal, yaitu bagian kayu yang pertama kali dibentuk oleh kambium. Oleh karena itu, umumnya mempunyai sifat rapuh atau sifat lunak.

f. Lingkaran Tahun

Batas antara kayu yang terbentuk pada permulaan dan pada akhir suatu musim. Melalui lingkaran-lingkaran tahun ini dapat diketahui umur pohon. Apabila pertumbuhan diameter (membesar) terganggu oleh musim kering karena pengguguran daun, ataupun serangga/hama, maka lingkaran tahun dapat terdiri lebih dari satu lingkaran tahun (lingkaran tumbuh) dalam satu musim yang sama. Hal ini disebut lingkaran palsu. Lingkaran tahun dapat mudah dilihat pada beberapa jenis kayu daun lebar. Pada jenis- jenis lain, lingkaran tahun ada kalanya sulit dibedakan terutama di daerah tropic, karena pertumbuhan praktis berlangsung sepanjang tahun.

g. Jari-jari

Dari luar ke dalam berpusat pada sumbu batang, berfungsi sebagai tempat saluran bahan makanan yang mudah diproses di daun guna pertumbuhan pohon.

2.3 Perencanaan Daya

Daya yang diperlukan untuk menggerakkan poros, dimana besarnya tergantung kapasitas mesin. Dalam proses pemakanan kayu ini menggunakan motor listrik. Daya yang direncanakan dihitung menurut persamaan- persamaan berikut :

a. Luas penampang pahat

$$A = p.l \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan :

A = luas penampang pahat (mm²)

p = panjang pahat (mm)

l = lebar pahat (mm)

b. Gaya potong (T. Armstrong , 2002)

$$= F/A \dots \dots \dots (2.2)$$

Keterangan :

= Kekuatan Kayu (N/m²)

F = Gaya (N)

$A = \text{Luas alas/penampangpahat (m}^2\text{)}$

c. Torsi yang diperlukan (Sularso,2002) :

$$T = F \cdot r \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan :

$T = \text{Torsi (kg.mm)}$

$F = \text{Gaya yang terjadi (kg)}$

$r = \text{Jari-jari kayu (mm)}$

d. Daya yang diperlukan untuk memotong kayu (Sularso,2002) :

$$P = \frac{\frac{T}{1000} \left(2\pi \frac{n}{60} \right)}{102} \dots\dots\dots (2.4)$$

Keterangan :

$P = \text{Daya input (kW)}$

$T = \text{Torsi (kg.mm)}$

$n_2 = \text{Putaran Poros (rpm)}$

e. Untuk menjaga keamanan daya dikalikan faktor koreksi (f_c) sehingga di dapat daya rencana (Sularso,2002) :

$$P_d = f_c \cdot P \dots\dots\dots (2.5)$$

Keterangan :

$P_d = \text{Daya Rencana (kW)}$

$P = \text{Daya (kW)}$

$f_c = \text{Faktor koreksi daya yang ditransmisikan}$

1,2 – 2,0 : Untuk daya rata-rata yang diperlukan

0,8 – 1,2 : Daya maksimum yang diperlukan

1,0 – 1,5 : Daya yang di transmisikan

2.4 Perencanaan Pulley

Pulley merupakan salah satu bagian dari mesin yang berfungsi untuk mentransmisikan daya dari motor untuk menggerakkan poros, ukuran perbandingan pulley dapat disesuaikan dengan kebutuhan. Antara pulley penggerak dan pulley yang digerakkan, dihubungkan dengan sabuk V sebagai penyalur dari motor penggerak.

Tabel 2.2 Diameter Pulley yang diizinkan dan dianjurkan (mm)

Penampang	A	B	C	D	E
• Diameter minimum yang diizinkan	65	115	175	300	450
• Diameter minimum yangdianjurkan	95	145	225	350	550

Sumber : Sularso, Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin, 2002

a. Gaya pada pulley (Sularso, 2002) :

$$P = \frac{T}{1000} \left(2\pi \frac{n_2}{60} \right) \dots\dots\dots(2.6)$$

b. Torsi tiap pulley (Sularso, 2002) :

$$T = 9,74 \times 10^5 \times (P_d/n_1) \dots\dots\dots(2.7)$$

Keterangan :

P = Daya yang diperlukan (kW)

T = Torsi (kg.mm)

n₂ = Putaran pulley yang digerakkan (rpm)

P_d = Daya rencana (kW)

n₁ = Putaran pulley penggerak (rpm)

c. Diameter luar pulley (Sularso, 2002) :

Untuk pulley penggerak (dk₁) dapat di caridengan :

$$dk_1 = d_1 + 2k \dots\dots\dots(2.8)$$

untuk pulley yang digerakkan (dk₂)

$$dk_2 = d_2 + 2k \dots\dots\dots(2.9)$$

Keterangan :

d₁ = Diameter pulley penggerak (mm)

d₂ = Diameter pulley yang digerakkan (mm)

2.5 Perencanaan Sabuk V

Pada perencanaan sabuk-V ini, besarnya daya yang di transmisikan tergantung dari beberapa faktor :

- a. Kecepatan linier sabuk-V (Sularso, 2002) :

Kecepatan linier sabuk-V ini, dapat diperoleh dengan persamaan berikut :

$$V = \frac{\pi \times d_1 n_1}{60 \times 1000} \dots \dots \dots (2.10)$$

Keterangan :

V = Kecepatan linier sabuk (m/s)

d_1 = diameter pulley penggerak (mm)

n_1 = putaran poros motor (rpm)

- b. Panjang keliling sabuk (Sularso, 2002) :

$$L = 2C + \frac{1}{2} (D_p + d_p) + \frac{1}{4C} (D_p - d_p)^2 \dots \dots \dots (2.11)$$

Keterangan :

L = Panjang keliling sabuk (mm)

C = Jarak antar poros (mm)

d_p = Diameter pulley yang digerakkan (mm)

D_p = Diameter pulley penggerak (mm)

- c. Sudut kontak antara pulley dan sabuk-V (Sularso, 2002) :

$$\emptyset = 180^\circ - \frac{57 (D_p - d_p)}{C} \dots \dots \dots (2.12)$$

Keterangan :

\emptyset = Sudut Kontak ($^\circ$)

C = Jarak antar poros (mm)

d_p = Diameter pulley yang digerakkan (mm)

D_p = Diameter pulley penggerak (mm)

- d. Jumlah sabuk yang diperlukan (Sularso, 2002) :

$$N = \frac{P_d}{P_o K_g} \dots \dots \dots (2.13)$$

Keterangan :

N = Jumlah sabuk yang diperlukan

P_d = Daya rencana (kW)

P_o = Daya yang ditransmisikan oleh sabuk-V (kW)

k_{ϕ} = Faktor koreksi

2.6 Perencanaan Poros

Poros merupakan salah satu elemen yang berfungsi sebagai perumus putaran dari motor penggerak menuju ke elemen yang di gerakkan , Pada umumnya, poros berbentuk silinder. Penerus putaran tersebut dapat menggunakan kopling, pulley, sprocket atau roda gigi. Dengan demikian poros akan terjadi tegangan geser akibat adanya momen puntir/torsi (sularso, 2002)

Ditinjau dari fungsi poros sebagai penerus daya dan putarab, poros dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

1. Poros transmisi
2. Spindel
3. Gandar

Jika P adalah daya nominal output dari motor penggerak, maka berbagai macam keamanan biasanya dapat diambil dari perencanaan, sehingga koreksi pertama dapat diambil kecil.

a. Jika faktor koreksi adalah f_c maka daya rencana P (kW)(Sularso, 2002) :

$$P_d = f_c \cdot P \dots\dots\dots (2.14)$$

Keterangan

P_d = Daya Rencana (kW)

P = Daya (kW)

f_c = Faktor koreksi daya yang ditransmisikan

Tabel 2.3 Faktor-faktor koreksi daya yang akan di transmisikan , f_c

Daya Yang Akan di Transmisikan	f_c
Untuk daya rata-rata yang diperlukan	1,2 – 2,0
Daya maksimum yang diperlukan	0,8 – 1,2
Daya normal	1,0 – 1,5

(*Sumber : Sularso, Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin, 2002)

b. Jika momen puntir (momen rencana) adalah T (kg.mm) maka : (Sularso, 2002)

$$P_d = \frac{T}{1000} \left(2\pi \frac{n}{60} \right) \dots \dots \dots (2.15)$$

c. Sehingga momen puntir (Sularso, 2002) :

$$T = 9,74 \times 10^5 \times P_d / n_1 \dots \dots \dots (2.16)$$

Keterangan

T = Momen puntir (kg.mm)

n_1 = Putaran poros (rpm)

d. Tegangan Geser yang diijinkan (Sularso, 2002) :

$$a = \frac{\sigma_b}{s_{f1} s_{f2}} \dots \dots \dots (2.17)$$

Keterangan :

τ_a = Tegangan yang diijinkan (kg/mm²)

σ_b = Kekuatan tarik bahan (kg/mm²)

s_{f1}, s_{f2} = Faktor Keamanan

e. Sedangkan untuk mengetahui diameter poros yang dibutuhkan adalah (Sularso, 2002) :

$$d_s \left[\left(\frac{5,1}{\tau_a} \right) \sqrt{(K_m \times M)^2 + (K_t \times T)^2} \right]^{1/3} \dots \dots \dots (2.18)$$

Keterangan

d_s = Diameter poros (mm)

τ_a = Tegangan geser yang diijinkan (kg/mm²)

K_m = Faktor koreksi beban lentur

1,5 - 2,0 untuk beban tumbukan ringan

2,0 - 3,0 untuk beban tumbukan berat

M = Momen lentur gabungan (kg.mm)

K_t = Fator koreksi momen punter

1,0 jika beban dikenakan halus

1,0-1,5 jika beban terjadi sedikit kejutan atau tumbukan

1,5–3,0 jika beban dikenakan dengan kejuan atau tumbukan besar

T = Momen puntir (kg.mm)

2.7 Perencanaan Pasak

Pasak merupakan salah satu bagian dari mesin yang dipaku untuk menetapkan bagian seperti kopling, roda gigi, pulley dan sproket pada poros. Pasak berfungsi untuk mencegah selip antara poros dengan elemen putar penghubung pada saat poros meneruskan putaran dari motor penggerak. Pasak pada umumnya di buat berdasarkan diameter poros. Material pasak biasanya dipilih dari bahan yang mempunyai kekuatan tarik lebih dari 60 kg/mm^2 , lebih kuat daripada porosnya. Kadang juga dipilih bahan yang lebih lemah karena harganya relatif lebih murah, Sehingga pasak akan lebih dahulu rusak dari pada poros dan nafnya.

- a. Gaya tangensial (F) pada permukaan poros (Sularso, 2002) :

$$F = \frac{T}{\frac{d_s}{2}} \text{ maka :}$$

$$F = \frac{2T}{d_s} \dots\dots\dots(2.19)$$

Keterangan :

F = Gaya tangensial pada permukaan poros (Kg)

T = Momen puntir rencana (kg.mm)

d_s = diameter poros (mm)

- b. Tegangan geser yang diijinkan (Sularso, 2002) :

$$k_a = \frac{\sigma_b}{sf1 sf2} \dots\dots\dots(2.20)$$

Keterangan :

σ_{ka} = Tegangan geser yang diijinkan (kg/mm^2)

σ_b = Kekuatan tarik bahan (Kg/mm^2)

sf1 = Faktor keamanan, harga sf1 umumnya diambil 6 dan harga ini akan berubah tergantung dari pembebanan dan tumbukannya.

sf2 = Faktor keamanan harga antara 1 – 1,5 jika pembebanan dikenakan secara perlahan, antara 1,5 – 3 jika dikenakan tumbukan ringan,

antara 2– 5 jika dikenakan beban kejut dengan tumbukan berat (Sularso, 2002).

Harga sf_1 umumnya diambil 6 dan harga ini akan tergantung dari pembebanan dan tumbukannya seperti harga sf_2 antara 1 – 1,5 jika pembebanan dikenakan secara perlahan, antara 1,5 – 3 jika dikenakan tumbukan ringan, antara 2– 5 jika dikenakan secara tiba– tiba dengan tumbukan berat (Sularso, 2002).

c. Panjang pasak dari tegangan geser yang ditimbulkan (Sularso, 2002)

$$l = \frac{F}{b \cdot \sigma_{ka}} \dots\dots\dots(2.21)$$

Keterangan :

l = panjang alur pasak (mm)

F = Gaya tangensial (Kg)

b = lebar alur pasar (mm)

σ_{ka} = Tegangan geser yang ditimbulkan (kg/mm^2)

d. Tekanan permukaan (Sularso, 2002) :

$$P = \frac{F}{l \cdot (t_1 + t_2)} \dots\dots\dots(2.22)$$

Keterangan :

P = Tekanan permukaan (kg/mm^2)

F = Gaya tangensial (kg)

l = Panjang pasak (mm)

t_1, t_2 = Kedalaman alur pasak (mm)

2.8 Perencanaan Bantalan

Bantalan digunakan untuk menumpu poros berbeban. Penggunaan bantalan disesuaikan dengan beban yang bekerja pada poros yang bekerja pada poros tersebut, sehingga poros dapat bekerja dengan baik dan pemakaian bantalan tahan lama , Bantalan dapat diklasifikasikan

1. Berdasarkan gerak bantalan terhadap poros
 - a. Bantalan gelinding
 - b. Bantalan luncur

2. Berdasarkan arah beban terhadap poros

- a. Bantalan radial
- b. Bantalan aksial
- c. Bantalan gelinding khusus

Jenis bantalan dan ukuran bantalan dapat diketahui dengan persamaan berikut :

a. Beban ekivalen dinamis

Beban ekivalen dinamis adalah suatu beban yang besarnya sedemikian rupa hingga memberikan umur yang sama dengan umur yang diberikan oleh beban dan kondisi putaran sebenarnya (Nieman, 1992) :

$$P_r = X \cdot V \cdot F_r + Y \cdot F_a \dots \dots \dots (2.23)$$

Keterangan :

P_r : Beban ekivalen dinamis (kg)

X : Faktor beban radial

V : Faktor putaran

F_r : Beban Radial (kg)

Y : Faktor beban aksial

F_a :Beban aksial (kg)

b. Faktor Kecepatan putaran bantalan (Sularso, 2002) :

$$f_h = \left[\frac{33,3}{n} \right]^{\frac{1}{3}} \dots \dots \dots (2.24)$$

c. Faktor umur bantalan (Sularso, 2002) :

$$f_h = f_n \frac{C}{P} \dots \dots \dots (2.25)$$

Keterangan :

f_h = Faktor umur

f_n = Faktor kecepatan putaran bantalan

C = Beban normal spesifik (kg)

P = Beban ekivalen (kg)

d. Umur nominal (Sularso, 2002) :

$$L_h = 500 f_h^3 \dots \dots \dots (2.26)$$

Keterangan :

L_h = Faktor nominal (jam)

f_h = Faktor umur

e. Faktor keandalan umur bantalan (Sularso, 2002) :

$$L_n : a_1 \cdot a_2 \cdot a_3 \cdot L_h \dots \dots \dots (2.27)$$

Keterangan :

L_n = Faktor keandalan umur bantalan

a_1 = Faktor keandalan

a_2 = Faktor bahan

a_3 = Faktor kerja

2.9 Proses Manufaktur

Dalam perencanaan, langkah yang di butuhkan adalah proses manufaktur yaitu proses perakitan dan permesinan. Proses perakitan adalah merupakan proses kerja yang akan dikerjakan dengan menggunakan alat yaitu meliputi:

2.9.1 Pengukuran

Pengukuran merupakan membandingkan besaran yang akan diukur dengan suatu ukuran pembanding yang telah tertera. Macam-macam alat ukur panjang yang sederhana yaitu:

- a. Mistar baja
- b. Jangka
- c. Meteran sabuk

2.9.2 Penggoresan

Penggoresan adalah proses untuk memberikan garis/gambar pada benda kerja sebelum benda itu dikerjakan lebih lanjut. Supaya garis penggoresan dapat dilihat dengan jelas maka benda kerja yang kasar dibubuhi pengolesan cairan kapur.

2.9.3 Penitik

Penitik adalah alat yang digunakan untuk menandai titik dimana akan dilakukan pemboran. Alat ini terdiri dari kepala dan bondan. Ujung/kepala harus dijaga kelancipannya dengan sudut tertentu, biasanya sudut puncaknya dibuat 60°

2.9.4 Gergaji Tangan

Gergaji adalah alat yang digunakan untuk penceraian, pemotongan benda kerja dan untuk pengergajian alur dan celah-celah didalam benda kerja. Pada penuntutan gergaji dengan tepat dapat dihasilkan pemotongan yang datar, licin, serta potongan yang berukuran tepat dengan kerugian bahan yang sedikit.

2.10 Proses Permesinan

2.10.1 Pembubutan

Proses pembubutan adalah salah satu proses pemesinan yang menggunakan pahat dengan satu mata potong untuk membuang material dari permukaan benda kerja yang berputar. Pahat bergerak pada arah linier sejajar dengan sumbu putar benda kerja seperti yang terlihat pada gambar. Dengan mekanisme kerja seperti ini, maka Proses bubut memiliki kekhususan untuk membuat benda kerja yang berbentuk silindrik.

Benda kerja di cekan dengan poros spindel dengan bantuan chuck yang memiliki rahang pada salah satu ujungnya. Poros spindel akan memutar benda kerja melalui piringan pembawa sehingga memutar roda gigi pada poros spindel. Melalui roda gigi penghubung, putaran akan disampaikan ke roda gigi poros ulir. Oleh klem berulir, putaran poros ulir tersebut diubah menjadi gerak translasi pada eretan yang membawa pahat. Akibatnya pada benda kerja akan terjadi sayatan yang berbentuk ulir.

2.10.2 Pengelasan

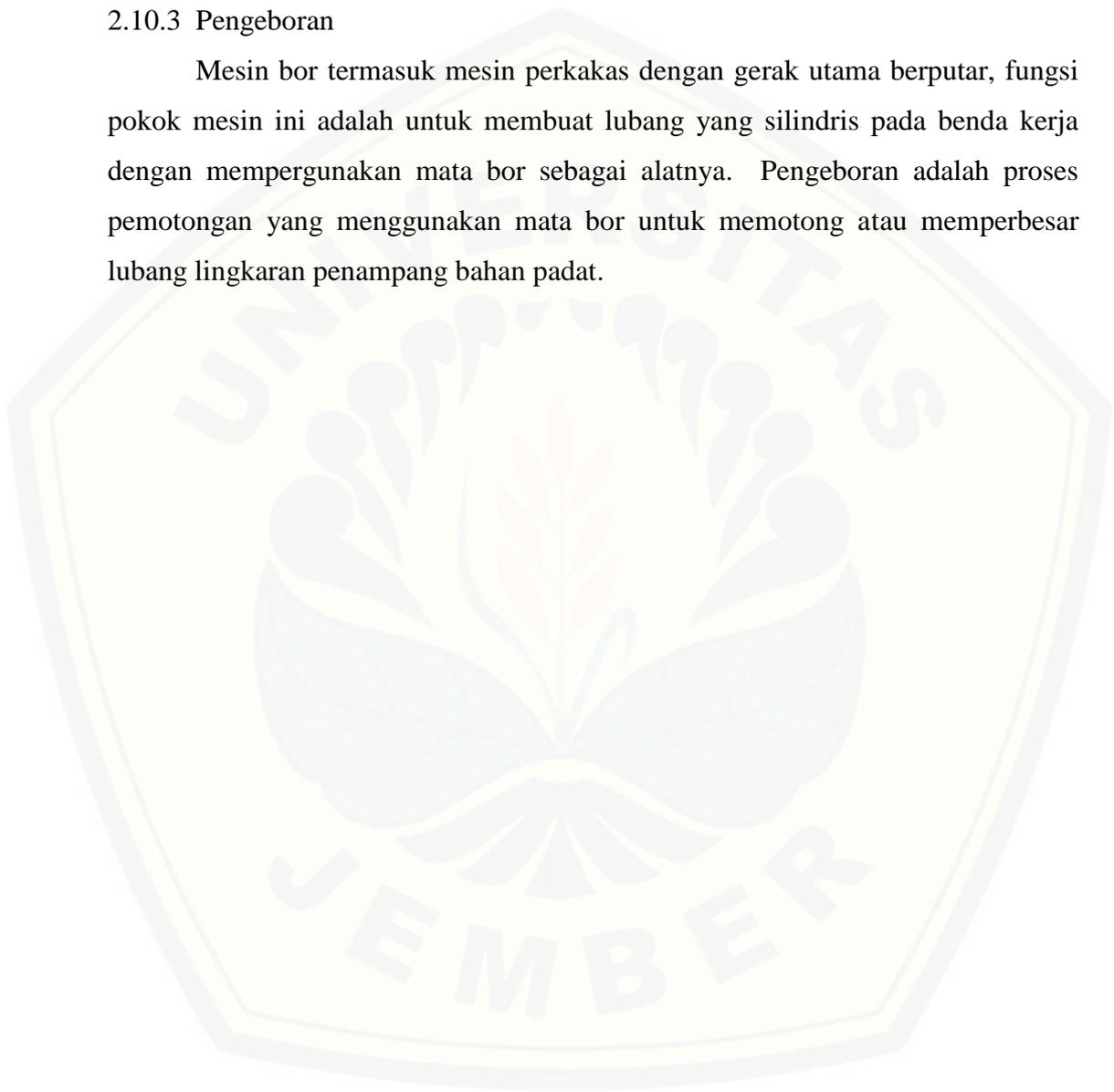
Pengelasan (welding) adalah salah satu teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa tekanan dan dengan atau tanpa logam penambah dan menghasilkan sambungan yang kontinyu.

Proses pengelasan berkaitan dengan lempengan baja yang dibuat dari kristal besi dan karbon sesuai struktur mikronya, dengan bentuk dan arah tertentu. Lalu sebagian dari lempengan logam tersebut dipanaskan hingga meleleh. Proses pengelasan tidak sama dengan menyolder di mana untuk antara solder keras dan

lunak adalah pada suhu kerjanya di mana batas kedua proses tersebut ialah pada suhu 450° C. Pada pengelasan, suhu yang digunakan jauh lebih tinggi, antara 1500° C hingga 1600° C.

2.10.3 Pengeboran

Mesin bor termasuk mesin perkakas dengan gerak utama berputar, fungsi pokok mesin ini adalah untuk membuat lubang yang silindris pada benda kerja dengan mempergunakan mata bor sebagai alatnya. Pengeboran adalah proses pemotongan yang menggunakan mata bor untuk memotong atau memperbesar lubang lingkaran penampang bahan padat.



BAB 3. METODOLOGI PERANCANGAN

3.1 Alat dan Bahan

3.1.1 Alat

- | | | |
|-------------------------|---------------------|--------------|
| 1. Mesin gerinda | 10. Kuas | 19. Penitik |
| 2. Mesin gerinda potong | 11. Ragum | 20. Tang |
| 3. Mesin bor tangan | 12. Gergaji besi | 21. Mata bor |
| 4. Kertas gosok | 13. Mistar baja | |
| 5. Mesin las SMAW | 14. Penggores | |
| 6. Mesin bubut | 15. Meteran | |
| 7. Pelindung mata | 16. Sarung tangan | |
| 8. Mesin bor duduk | 17. Obeng + dan - | |
| 9. Jangka sorong | 18. Kunci pas 1 set | |

3.1.2 Bahan

- | | |
|--------------------------------|-------------------|
| 1. Besi siku profil 40x40x4 mm | 8. Poros |
| 2. Motor listrik | 9. Cat besi |
| 3. Pulley | 10. Motor stepper |
| 4. Elektroda | 11. Mur dan baut |
| 5. Bantalan | 12. Controller |
| 6. Transmisi sabuk-V | 13. Poros ulir |
| 7. Pahat | 14. Pelat besi |

3.2 Waktu dan Tempat

3.2.1 Waktu

Analisa, perancangan, pembuatan dan pengujian alat dilaksanakan selama ± 3 bulan berdasarkan pada jadwal yang ditentukan.

3.2.2 Tempat

Tempat pelaksanaan perancangan dan pembuatan mesin CNC bubut kayu adalah laboratorium kerja bangku dan pelat, laboratorium permesinan, laoraorium dan laboratorium las jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

3.3 Metode Penelitian

3.3.1 Studi Literatur

Mempelajari literatur yang membantu dan mendukung perancangan mesin (bagian dinamis), mempelajari dasar perancangan mempelajari dasar perancangan mesin cnc bubut kayu, serta literatur lain yang mendukung.

3.3.2 Studi Lapangan

Perancangan dan pembuatan mesin cnc bubut kayu dikerjakan dengan melakukan pengamatan secara langsung pada mesin bubut lainnya untuk melihat mekanisme dan prinsip kerjanya sebagai dasar dalam perancangan dan pembuatan mesin cnc bubut kayu.

3.3.3 Konsultasi

Konsultasi dengan dosen pembimbing maupun dosen lainnya untuk mendapatkan petunjuk-petunjuk tentang perancangan dan pembuatan mesin cnc bubut kayu.

3.4 Metode Pelaksanaan

3.4.1 Pencarian Data

Dalam merencanakan mesin cnc bubut kayu bagian dinamis, maka terlebih dahulu dilakukan pengamatan di lapangan, studi literatur dan konsultasi yang mendukung pembuatan proyek akhir ini.

3.4.2 Perencanaan dan Perancangan

Setelah melakukan pencarian data dan pembuatan konsep yang didapat dari studi literatur, studi lapangan dan konsultasi maka dapat direncanakan bahan-bahan yang dibutuhkan dalam perancangan dan pembuatan mesin cnc bubut kayu.

Dari studi literatur, studi lapangan dan konsultasi tersebut dapat dirancang rangka dan pemesinan. Dalam proyek ini proses yang akan dirancang adalah:

- a. Perancangan konstruksi dan elemen mesin pada mesin cnc bubut kayu;
- b. Persiapan alat dan bahan yang dibutuhkan;
- c. Proses perakitan dan finishing.

3.4.3 Proses Manufaktur

Proses ini merupakan proses pembuatan alat CNC bubut kayu yang meliputi proses permesinan untuk membentuk suatu alat sesuai dengan desain yang diinginkan. Adapun macam-macam proses permesinan yang dilakukan dalam pembuatan alat yaitu meliputi:

- a. Proses pemotongan;
- b. Proses pengelasan;
- c. Proses pengeboran;
- d. Pembuatan Tailstock
- e. Pembuatan eretan

3.4.4 Proses Perakitan

Proses perakitan dilakukan setelah proses pembuatan bagian komponen alat selesai, sehingga akan membentuk “mesin CNC bubut kayu”. Proses perakitan bagian-bagian mesin CNC bubut kayu meliputi :

1. Memasang poros pada bantalan;
2. Memasang bantalan pada rangka;
3. Memasang *pulley* pada poros;
4. Memasang motor pada rangka;
5. Memasang sabuk-V pada *pulley*;
6. Mengatur jarak *pulley* motor dengan *pulley* poros;

7. Memasangudukan pahat pada eretan
8. Memasang poros ulir
9. Memasang motor stepper

3.4.5 Pengujian Alat

Prosedur pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah mesin CNC bubut kayu mampu bekerja dengan baik. Hal-hal yang dilakukan dalam pengujian alat sebagai berikut :

1. Memeriksa apakah elemen mesin bekerja dengan baik.
2. Memeriksa apakah sambungan mur dan baut pengikat elemen mesin tidak lepas, tidak kendur, tidak putus.
3. Memeriksa apakah sambungan las berfungsi (tidak retak dan tidak patah).

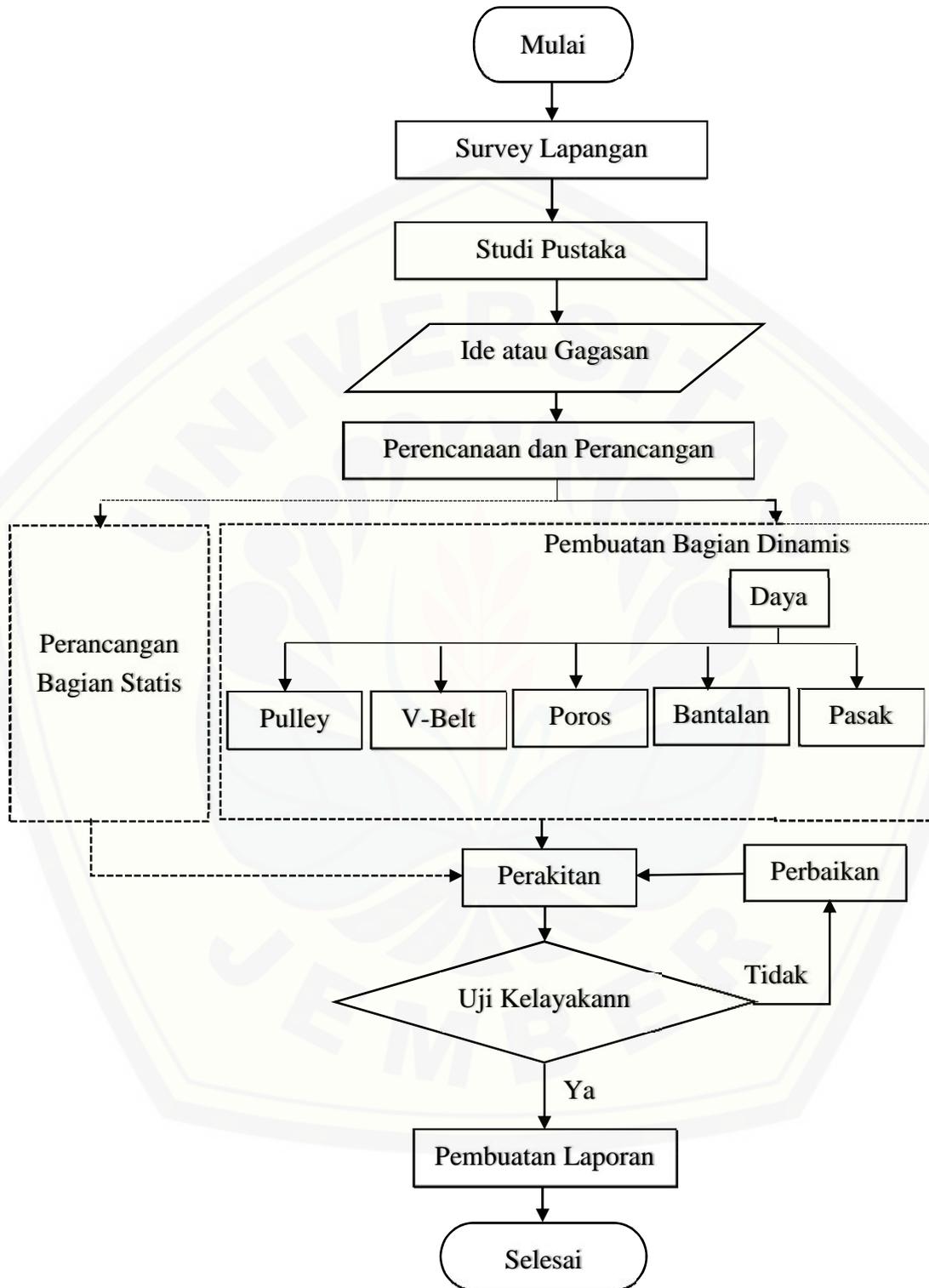
3.4.6 Penyempurnaan Alat

Penyempurnaan alat ini dilakukan apabila tahap pengujian alat terdapat masalah atau kekurangan, sehingga dapat berfungsi dengan baik sesuai prosedur, tujuan dan perancangan yang dilakukan.

3.4.7 Pembuatan Laporan

Pembuatan laporan proyek akhir ini dilakukan secara bertahap dari awal analisa, desain, perencanaan, dan pembuatan alat mesin CNC bubut kayu sampai selesai.

3.4 Flow Chart



Gambar 3.1 Flow Chart

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian mesin maka dapat disimpulkan:

1. Mesin CNC bubut kayu dapat dibuat dengan spesifikasi daya yang diperlukan untuk pemakanan kayu adalah 0,22 KW. Diameter pulley penggerak 70 mm dan diameter pulley yang digerakkan adalah 70 mm. Bahan poros yang digunakan S30C dengan kekuatan tarik = 48 kg/mm³. Diameter poros yang digunakan 19 mm dan panjang poros 350 mm. Bantalan yang digunakan untuk menumpu poros adalah bantalan radial bola sudut dalam dengan nomor bantalan 6004ZZ.
2. Komponen yang dimiliki mesin CNC bubu terdiri dari sabuk transmisi, pulley, poros, bantalan dan pasak.

2.2 Saran

Dalam pelaksanaan perancangan dan pembuatan mesin CNC Bubut Kayu ini masih terdapat hal – hal yang perlu disempurnakan, antara lain:

1. Setelah menggunakan mesin CNC bubut kayu ini sebaiknya diberi pelumas pada bagian eretan toolpost agar tidak berkarat.
2. Pada proses pengecatan rangka, alangkah lebih baik jika sebelum pengecatan rangka didempul dan digosok/diratakan terlebih dahulu agar kualitas dan ketahanan rangka terhadap korosi semakin bagus.
3. Setelah selesai menggunakan mesin CNC bubut kayu ini sebaiknya sisa butiran-butiran kayu dibersihkan, agar butiran tersebut tidak melekat pada poros.

DAFTAR PUSTAKA

Darmanto, Joko 2004. *“Memahami Dasar-Dasar Mesin (CNC)”* Solo : CV Haka MJ.

Dumanauw, J.F. 1990. *“Mengfenal Kayu”*. Yogyakarta : Kanisius.

D. Panjaitan, Sisjono, dan Sugihartono, 1987, *“Mesin Bubut CNC”*. Bandung: Proyek PPPGT

Subadgio, Dalmaisus Ganjajr. 2008. *“Teknik Pemrograman CNC bubut dan freis”*. Jakarta : Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia Press.

Sularso, MSME. Kiyokatsu Suga. 2002. *“Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin.* Jakarta: PT. Pradnya Paramita.

Widarto, 2008. *“Teknik Pemesinan, Jilid 2”* Jakarta : Departemen Pendidikan Nasional Direktorat Pembinaan sekolah Menengah Kejuruan.

LAMPIRAN A. PERENCANAAN DAN PERHITUNGAN

A.1 Perencanaan Daya

a. Luas Penampang Pahat

Diketahui : Panjang (p) pahat = 100 mm

: Lebar (l) pahat = 16 mm

$$\begin{aligned} A &= (p \times l) \\ &= 100 \text{ mm} \times 16 \text{ mm} \\ &= 1600 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

b. Gaya Potong Pahat dengan kemiringan $\pm 10^\circ$

Setelah melakukan pengujian pada kayu jati diketahui $F = 10,8 \text{ kg}$.

$$N = F \cdot \cos 10^\circ$$

$$N = 10,8 \times 0,98$$

$$N = 10,58 \text{ kg}$$

c. Torsi yang diperlukan

$$T = N \cdot r$$

$$= 10,58 \times 15$$

$$= 158,7 \text{ kg} \cdot \text{mm}$$

d. Daya yang diperlukan

$$P = \frac{\frac{T}{1000} \left(2\pi \frac{n}{60} \right)}{102}$$

$$= \frac{158,7 \left(2 \times 3,14 \frac{1400}{60} \right)}{102}$$

$$= 0,22 \text{ KW}$$

e. Daya Rencana

$$P_d = f_c \times P$$

$$= 1,5 \times 0,22$$

$$= 0,33 \text{ KW}$$

f. Putaran Poros

$$d_1/d_2 = n_1/n_2$$

$$\frac{70}{70} = \frac{1400}{n_2}$$

$$n_2 = 1400 \text{ rpm}$$

A.2 Perencanaan Elemen Mesin

A.2.1 Pemilihan Pulley

Pulley yang digunakan adalah pulley dengan tipe sabuk A dengan spesifikasi:

$$\alpha = 34^\circ \quad W = 11,95 \quad K_o = 8,0$$

$$e = 15,0 \quad L = 9,2$$

$$f = 10,0 \quad K = 4,5$$

a. Perbandingan Reduksi

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

$$i = \frac{1400}{1400}$$

$$i = 1$$

b. Diameter Pulley

$$\begin{aligned} D_p &= d_p \cdot i \\ &= 70.1 \\ &= 70 \text{ mm} \end{aligned}$$

c. Diameter Luar Pulley Penggerak

$$\begin{aligned} d_k &= d_p + 2K \\ &= 70 + (2 \times 4,5) \\ &= 79 \text{ mm} \end{aligned}$$

d. Diameter Luar Pulley yang digerakkan

$$\begin{aligned} d_k &= D_p + 2K \\ &= 70 + (2 \times 4,5) \\ &= 79 \text{ mm} \end{aligned}$$

e. Lebar Sisi Luar Pulley

$$\begin{aligned} B &= 2f \\ &= 2 \times 10 \end{aligned}$$

$$= 20 \text{ mm}$$

f. Berat Pulley

$$\text{Berat Pulley Penggerak} = 0,2 \text{ kg}$$

$$\text{Berat Pulley yang digerakkan} = 0,22 \text{ kg}$$

g. Torsi Tiap Pulley

$$\text{Diketahui } P_d = 0,33 \text{ KW, } n_1, n_2 = 1400 \text{ rpm}$$

$$T = 9,74 \times 10^5 \left(\frac{P_d}{n_1} \right)$$

$$= 9,74 \times 10^5 \left(\frac{0,33}{1400} \right)$$

$$= 229,58 \text{ kg.mm}$$

A.2.2 Perhitungan Sabuk-V

V – Belt tipe A. dengan diameter pulley penggerak (d_p) = 70 mm dan diameter pulley yang digerakkan (D_p) = 70 mm.

a. Kecepatan sabuk

$$v = \frac{\pi \cdot d_p \cdot n}{60 \cdot 1000}$$

$$v = \frac{3,14 \times 70 \times 1400}{60 \times 1000}$$

$$v = \frac{307720}{60000}$$

$$v = 5,12 \text{ m/s}$$

b. Panjang sabuk

$$L = 2C + \frac{1}{2} \pi (D_p + d_p) + \frac{1}{4C} (D_p - d_p)^2$$

$$L = 2 \times 600 + \frac{1}{2} 3,14 (70 + 70) + \frac{1}{4 \times 600} (70 - 70)^2$$

$$L = 1200 + 1,57 \times 140 + 4 \times 10^{-4}$$

$$L = 1419,8 \text{ mm}$$

Dari table diperoleh panjang sabuk 1419,8 mm = 56 inchi

c. Jarak antar sumbu poros (C)

$$b = 2L - (D_p + d_p)$$

$$b = 2 \times 1419,8 - 3,14 (70 + 70)$$

$$b = 2839,6 - 439,6$$

$$b = 2400 \text{ mm}$$

$$C = \frac{2400 + \sqrt{2400^2 - 8(70-70)^2}}{8}$$

$$C = \frac{2400 + 2400}{8}$$

$$C = 600 \text{ mm}$$

d. Sudut kontak antara pulley dan V – Belt

$$\begin{aligned} &= 180^\circ - \frac{57(Dp-dp)}{c} \\ &= 180^\circ - \frac{57(70-70)}{600} \\ &= 180^\circ - \frac{57}{600} \\ &= 180^\circ - 0,095 \\ &= 179,905^\circ \\ &= \frac{179,905^\circ}{180^\circ} 3,14 = 3,13 \text{ rad} \end{aligned}$$

Dari tabel yang diperoleh faktor koreksi sudut kontak (K_o) = 1,00 Harga tambahan (P_o) untuk kapasitas yang ditransmisikan karena perbandingan putaran 1:1 adalah 0,12 (sularso, 1997)

$$P_o = P + 0,12 = 0,22 + 0,12 = 0,34 \text{ KW}$$

e. Jumlah sabuk efektif

$$N = \frac{Pd}{P_o.K_o}$$

$$N = \frac{0,22}{0,34 \times 1}$$

$$N = 0,64$$

Jika $N = 0,64$ maka jumlah sabuk yang digunakan adalah 1 buah

f. Tarikan pada sisi tarik

$$F_1 = \frac{P_o \cdot 102}{V}$$

$$F_1 = \frac{0,34 \times 102}{5,12}$$

$$F_1 = 6,77 \text{ kg}$$

g. Gaya tarik efektif

$$F = F_1 - \frac{e^{\mu\theta} - 1}{e^{\mu\theta}}$$

$$\begin{aligned}
 &= 6,77 - \frac{15^{0,4} \cdot 3,13 - 1}{15^{0,4} \cdot 3,13} \\
 &= 6,77 - 0,96 \\
 &= 5,81 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

h. Tarikan pada sisi kendor (F_2)

$$\begin{aligned}
 F_2 &= F_1 - F \\
 &= 6,77 \text{ kg} - 5,81 \text{ kg} \\
 &= 0,96 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

i. Gaya tarikan pulley terhadap poros (θ_{pulley})

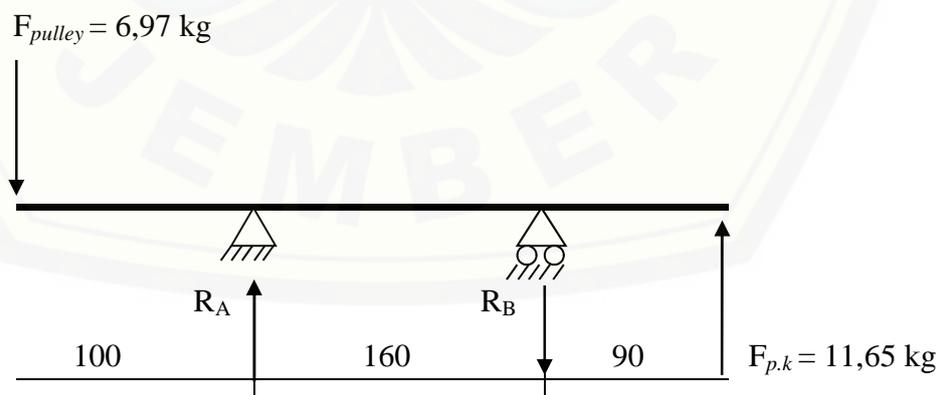
$$\begin{aligned}
 \theta_{\text{pulley}} &= 179,9^\circ, \text{ maka} \\
 &= \frac{180^\circ + \theta_{\text{pulley}}}{2} \\
 &= \frac{180^\circ + 179,9^\circ}{2} \\
 &= 179,95^\circ
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \cos 179,95^\circ F_1 + \cos 179,95^\circ F_2 &= \cos 179,95^\circ \times 6,77 \text{ kg} + \cos 179,95^\circ \times 0,96 \text{ kg} \\
 &= -6,76 + (-0,95) \\
 &= -7,7 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

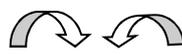
A.2.3 Perencanaan Poros

a. Perhitungan gaya poros

- Analisa gaya yang terjadi :



Perjanjian arah
momen



(+) (-)

Perjanjian Arah
Gaya



(-) (+)

Dimana data yang diketahui :

Total gaya vertikal F_{pulley} = Berat Pulley yang digerakkan + Gaya tarik sabuk

$$= 6,77 + 0,2 = 6,97 \text{ kg}$$

Total gaya pemakanan pahat $F_{p,p}$ = Berat pahat + Gaya potong

$$= 0,85 + 10,8 = 11,65 \text{ kg}$$

- Kestimbangan Gaya

$$F_x = 0, \quad F_y = 0, \quad M = 0$$

$$F_y = 0$$

$$-6,97 + R_A + R_B + 11,65 = 0$$

$$R_A + R_B = 6,97 - 11,65 = -4,68 \text{ kg}$$

- Kestimbangan Momen

$$M_A = 0$$

$$M_A = 6,97 \cdot 100 + R_B \cdot 160 + 11,65 \cdot 250 = 0$$

$$= 697 + 160 R_B + 2912,5 = 0$$

$$R_B = \frac{-2912,5 - 697}{160}$$

$$R_B = -22,55 \text{ kg}$$

$$M_B = 11,65 \cdot 90 + R_A \cdot 160 - 6,97 \cdot 260 = 0$$

$$= 1048,5 - 160 R_A - 1812,2 = 0$$

$$R_A = \frac{-2860,7}{-160}$$

$$R_A = 17,87 \text{ kg}$$

1. Gambar Bidang Geser

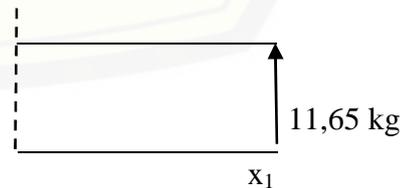
Potongan I

$$F_y(x_1) = 0$$

$$F_{x_1} + 11,65 = 0$$

$$F_{x_1} = -11,65 \text{ kg}$$

$$0 \quad x \quad 90$$



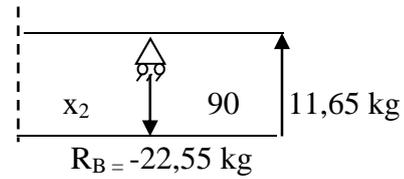
Potongan II

$$Fy(x_2) = 0$$

$$Fx_2 - 22,55 + 11,65 = 0$$

$$Fx_2 = 22,55 - 11,65$$

$$= 10,95 \text{ kg}$$



0 x 160

Potongan III

$$Fy(x_3) = 0$$

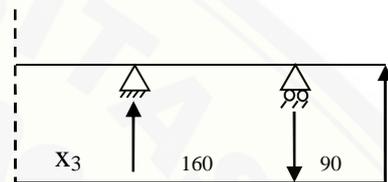
$$Fx_3 + 17,87 - 22,55 + 11,65 = 0$$

$$Fx_3 + 6,92 = 0$$

$$Fx_3 = -6,92 \text{ kg}$$

0 x 100

11,65kg



2. Perhitungan Momen

$R_A = 17,87 \text{ kg}$ $R_B = -22,55$

kg

Potongan I

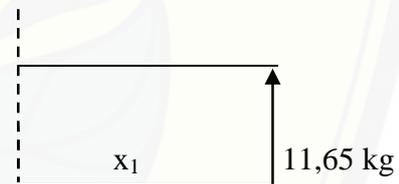
$$Mx_1 = 0$$

$$Mx_1 = 11,65 \cdot x_1$$

0 x 90

x = 0 $Mx_1 = 11,65 \times 0 = 0 \text{ kg} \cdot \text{mm}$

x = 90 $Mx_1 = 11,65 \times 90 = 1048,5 \text{ kg} \cdot \text{mm}$



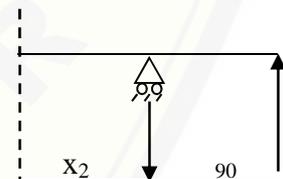
Potongan II

$$Mx_2 = 0$$

11,65 kg

$$Mx_2 = 11,65 (x_2 + 90) - 22,55 (x_2)$$

$R_B = -22,55 \text{ kg}$



0 x 160

x = 0 $Mx_2 = 11,65 (0) + 1048,5 - 22,55 (0) = 1048,5 \text{ kg} \cdot \text{mm}$

x = 160 $Mx_2 = 11,65 (160) + 1048,5 - 22,55 (160) = -695,5 \text{ kg} \cdot \text{mm}$

Potongan III

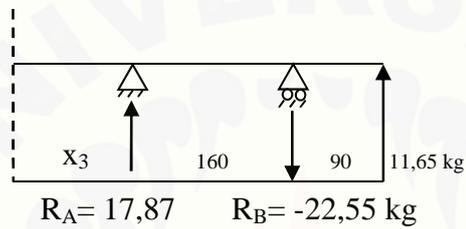
$$M_{x_3} = 0$$

$$\begin{aligned} M_{x_3} &= 11,65 (x_3+250) - 22,55 (x_3+160) + 17,87 x_3 \\ &= 11,65 x_3 + 2912,5 - 22,55 x_3 - 3608 + 17,87 x_3 \\ &= 6,97 x_3 - 695,5 \end{aligned}$$

$$0 \leq x \leq 100$$

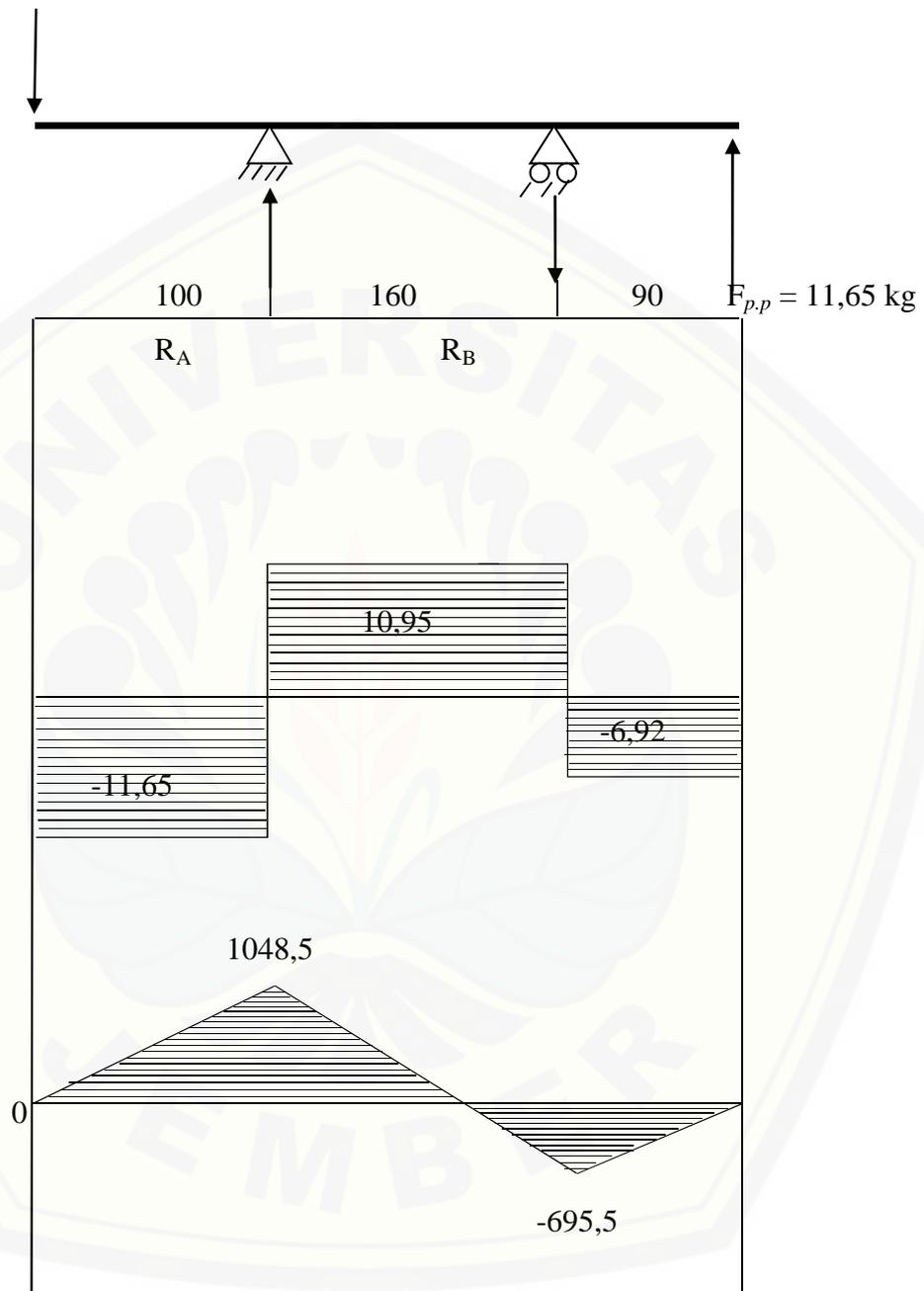
$$x = 0 \quad M_{x_3} = 6,97 (0) - 695,5 = -695,5 \text{ kg.mm}$$

$$x = 100 \quad M_{x_3} = 6,97 (100) - 695,5 = -695,5 + 695,5 \text{ kg.mm} = 0 \text{ kg.mm}$$



3. Diagram Bidang Geser dan Bidang Momen:

$$F_{pulley} = 6,97 \text{ kg}$$



b. Perhitungan Torsi

Jika daya yang diperlukan sebesar ($P=0,22$ KW) dengan putaran pemotongan kayu adalah ($n = 1400$ rpm). Jika factor koreksi yang dipilih ($f_c=1,5$) maka daya yang direncanakan (P_d):

$$P_d = f_c \cdot P$$

$$P_d = 1,5 \times 0,22 = 0,33 \text{ KW}$$

Maka Torsi yang terjadi:

$$T = 9,74 \times 10^5 \times (P_d/n_2)$$

$$T = 9,74 \times 10^5 \times (0,33/1400)$$

$$T = 229,58 \text{ kg} \cdot \text{mm}$$

c. Menghitung Diameter Poros

Bahan poros yang dipilih adalah S30C dengan spesifikasi:

kekuatan tarik bahan $b = 48 \text{ kg/mm}^2$

Faktor keamanan $Sf_1 = 6$

Faktor keamanan $Sf_2 = 2$

Tegangan geser $a = \frac{\tau b}{Sf_1 \cdot Sf_2} = \frac{48}{6 \times 2} = 4 \text{ kg/mm}^2$

Faktor koreksi momen lentur adalah $C_b = 2$

Faktor koreksi tumbukan $Kt = 2$

Maka diameter poros dapat dicari, dengan:

$$ds = \left[\frac{5,1}{\tau a} \times Kt \cdot Cb \cdot T \right]^{1/3}$$

$$ds = \left[\frac{5,1}{4} \times 2 \times 2 \times 229,58 \right]^{1/3}$$

$$ds = 10,53 \text{ mm}$$

(diameter poros yang direncanakan adalah 19 mm)

A.2.4 Perencanaan Pasak

Dari diameter poros (19mm), maka dapat dilihat pada tabel pemilihan pasak

(sularso,2002) adalah sebagai berikut:

- lebar (b) = 6
- tinggi (h) = 6

- kedalaman alur pasak poros (t_1) = 3,5
- kedalaman alur pasak naf (t_2) = 2,8
- Bahan pasak yang digunakan baja karbon konstruksi mesin S30C dengan
 $b = 48 \text{ kg/mm}^2$
- $Sf_1 = 6$
- $Sf_2 = 2$

- Gaya tangensial pada permukaan :

$$F = \frac{T}{\left(\frac{d_s}{2}\right)}$$

$$F = \frac{229,58}{\frac{19}{2}}$$

$$F = 24,16 \text{ kg}$$

- Tegangan geser

$$k_a = \frac{\tau b}{Sf_1 \cdot Sf_2}$$

$$k_a = \frac{48}{6 \times 2}$$

$$k_a = 4 \text{ kg/mm}^2$$

- Panjang dan lebar pasak
- Tegangan geser yang diijinkan ($k_a = 4 \text{ kg/mm}^2$)

$$l_1 = \frac{F}{b \cdot \tau k_a}$$

$$l_1 = \frac{24,16}{6 \times 4}$$

$$l_1 = 1,006 \text{ mm}$$

- Tekanan permukaan yang diijinkan

$$p = \frac{F}{l_1 \cdot t_2}$$

$$p = \frac{24,16}{1,006 \times 2,8}$$

$$p = 8,57 \text{ kg}$$

- Pemeriksaan lebar pasak digunakan perbandingan 0,25 sampai 0,35 dari diameter poros.

$$b/d_s = 6/19 = 0,31 \rightarrow 0,25 < b/d_s < 0,35$$

$$0,25 < 0,31 < 35 \text{ (baik)}$$

- Pemeriksaan panjang pasak yang digunakan perbandingan 0,75 sampai 1,5 dari diameter poros.

Panjang pasak $l_k = 30 \text{ mm}$

$$l_k/d_s = 30/19 = 1,5 \rightarrow 0,75 < l_k/d_s < 1,5$$

$$0,75 < 1,5 < 1,5 \text{ (baik)}$$

A.2.5 Perencanaan Bantalan

a. Jenis Bantalan

Jenis bantalan yang digunakan adalah bantalan gelinding bola dalam keadaan

terpasang, dengan tipe 6004ZZ dengan spesifikasi:

- $d = 20 \text{ mm}$ - $r = 1 \text{ mm}$
- $D = 42 \text{ mm}$ - $C = 735 \text{ kg}$
- $B = 12 \text{ mm}$ - $C_0 = 465 \text{ kg}$

b. Beban Radial

$$R_A = 17,87 \text{ kg}$$

$$R_B = -22,55 \text{ kg}$$

Jadi beban radial $F_r = 17,87 \text{ kg}$

c. Beban Aksial

Dikarenakan tidak terjadi beban aksial, maka besar $F_a = 0$

- #### d. Bantalan yang digunakan adalah bantalan radial maka beban ekuivalen bantalan :

Besarnya faktor – faktor X, V dan Y (sularso, 2002)

$$X = 0,56 \text{ untuk } Fa/V.F_r \quad e$$

$$V = 1 \text{ (beban putar pada cicin dalam)}$$

$$Y = 0 \text{ untuk } Fa/V.F_r \quad e$$

$$P = X.V.F_r + Y.F_a$$

$$P = 0,56 \times 1 \times 17,87 + 0$$

$$P = 10 \text{ kg}$$

- #### e. Faktor kecepatan putaran bantalan (F_n)

$$F_n = \left[\frac{33,3}{n2} \right]^{1/3}$$

$$F_n = \left[\frac{33,3}{1400} \right]^{1/3}$$

$$F_n = 0,287 \text{ rpm}$$

f. Umur bantalan

- Faktor umur (F_h)

$$F_h = F_n \frac{C}{P}$$

$$F_h = 0,287 \frac{735}{5,32}$$

$$F_h = 3,965$$

- Umur nominal bantalan (L_h)

$$L_h = 500 \cdot F_h^3$$

$$L_h = 500 \times 3,965^3$$

$$L_h = 31167,32 \text{ Jam}$$

- Faktor keandalan umur bantalan (L_n)

$$a_1 = 1 \text{ (faktor keandalan 90\%)}$$

$$a_2 = 1 \text{ (dicairkan secara terbuka)}$$

$$a_3 = 1 \text{ (karena tidak adanya kondisi tertentu yang tidak menguntungkan umur bantalan)}$$

$$L_n = a_1 \cdot a_2 \cdot a_3 \cdot L_h$$

$$= 1 \times 1 \times 1 \times 31167,32$$

$$= 31167,32 \text{ jam}$$

$$= 3,55 \text{ tahun}$$

B. LAMPIRAN DAFTAR TABEL

Tabel B.1 Faktor – Faktor Koreksi Daya yang Akan Ditransmisikan, f_c

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

Sumber : Sularso, *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*, 1997

Tabel B.2 Diameter Pulley Yang Diizinkan dan Dianjurkan (mm)

Penampang	A	B	C	D	E
Diameter minimum yang diizinkan	65	115	175	300	450
Diameter minimum yang dianjurkan	95	145	225	350	550

Sumber : Sularso, *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*, 2002

Tabel B.3 Diameter minimum pulley yang diizinkan dan dianjurkan

Tipe sabuk sempit	3V	5V	8V
Diameter minimum yang diizinkan	67	180	315
Diameter minimum yang dianjurkan	100	224	360

Sumber : Sularso, *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*, 2002

Tabel B.4 Panjang Sabuk – V Standar

Nomor nominal		Nomor nominal		Nomor nominal		Nomor nominal	
(inch)	(mm)	(inch)	(mm)	(inch)	(mm)	(inch)	(mm)
10	254	45	1143	80	2032	115	2921
11	279	46	1168	81	2057	116	2946
12	305	47	1194	82	2083	117	2972
13	330	48	1219	83	2108	118	2997
14	356	49	1245	84	2134	119	3023
15	381	50	1270	85	2159	120	3048
16	406	51	1295	86	2184	121	3073
17	432	52	1321	87	2210	122	3099
18	457	53	1346	88	2235	123	3124
19	483	54	1372	89	2261	124	3150
20	508	55	1397	90	2286	125	3175
21	534	56	1422	91	2311	126	3200
22	559	57	1448	92	2337	127	3226
23	584	58	1473	93	2362	128	3251
24	610	59	1499	94	2388	129	3277
25	635	60	1524	95	2413	130	3302
26	661	61	1549	96	2438	131	3327
27	686	62	1575	97	2464	132	3353
28	711	63	1600	98	2489	133	3378
29	737	64	1626	99	2515	134	3404
30	762	65	1651	100	2540	135	3429
31	788	66	1676	101	2565	136	3454
32	813	67	1702	102	2591	137	3480
33	839	68	1727	103	2616	138	3505
34	864	69	1753	104	2642	139	3531
35	889	70	1778	105	2667	140	3556
36	915	71	1803	106	2692	141	3581
37	940	72	1829	107	2718	142	3607
38	966	73	1854	108	2743	143	3632
39	991	74	1880	109	2769	144	3658
40	1016	75	1905	110	2794	145	3683
41	1042	76	1930	111	2819	146	3708
42	1067	77	1956	112	2845	147	3734
43	1093	78	1981	113	2870	148	3759
44	1118	79	2007	114	2896	149	3785

Sumber : Sularso, *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*, 2002

Tabel B.5 Kapasitas Daya yang Ditransmisikan pada Satu Sabuk– V, P_o (kW)

Putaran puli kecil (rpm)	Penampang A							
	Merk merah		Standart		Harga Tambahan			
	67 mm	100 mm	67 mm	100 mm	1,25– 1,37	1,35– 1,51	1,52– 1,99	2,00
200	0,15	0,31	0,12	0,26	0,01	0,02	0,02	0,02
400	0,26	0,55	0,21	0,48	0,04	0,04	0,04	0,05
600	0,35	0,77	0,27	0,67	0,05	0,06	0,07	0,07
800	0,44	0,98	0,33	0,84	0,07	0,08	0,09	0,10
1000	0,52	1,18	0,39	1,00	0,08	0,10	0,11	0,12
1200	0,59	1,37	0,43	1,16	0,10	0,12	0,13	0,15
1400	0,66	1,54	0,48	1,31	0,12	0,13	0,15	0,18
1600	0,72	1,71	0,51	1,43	0,13	0,15	0,18	0,20

Sumber : Sularso, *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*, 2002

Tabel B.6 Kapasitas Daya yang Ditransmisikan Untuk Satu Sabuk – V Sempit Tunggal, P_o (kW)

Putaran puli kecil (rpm)	3V						
	Diameter nominal puli kecil		Harga tambahan karena perbandingan putaran				
	67 mm	100 mm	1,27– 1,38	1,39– 1,57	1,58– 1,94	1,95– 3,38	3,39–
200	0,21	0,46	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04
400	0,28	0,85	0,04	0,05	0,06	0,07	0,07
600	0,54	1,21	0,07	0,08	0,09	0,10	0,10
800	0,68	1,38	0,09	0,11	0,12	0,13	0,14
1000	0,81	1,72	0,12	0,13	0,15	0,16	0,18
1200	0,94	1,88	0,14	0,16	0,18	0,2	0,21
1400	1,06	2,05	0,16	0,18	0,21	0,23	0,24
1600	1,17	2,20	0,18	0,21	0,24	0,26	0,28

Sumber : Sularso, *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*, 2002

Tabel B.7 Faktor Koreksi K

$\frac{D_p - d_p}{C}$	Sudut kontak puli kecil ($^{\circ}$)	Faktor koreksi K
0,00	180	1,00
0,10	174	0,99
0,20	169	0,97
0,30	163	0,96
0,40	157	0,94
0,50	151	0,93
0,60	145	0,91
0,70	139	0,89
0,80	133	0,87
0,90	127	0,85
1,00	120	0,82
1,10	113	0,80
1,20	106	0,77
1,30	9	0,73
1,40	90	0,70
1,50	83	0,65

Sumber : Sularso, *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*, 2002

Tabel B.8 Daerah Penyetelan Jarak Sumbu Poros

Nomer nominal sabuk	Panjang keliling sabuk	Kesebelah kanan dari letak standart C_1					Ke sebelah luar dari letak standart C_t
		A	B	C	D	E	
11 – 38	280 – 970	20	25	–	–	–	25
38 – 60	970 – 1500	20	25	40	–	–	40
60 – 90	1500 – 2200	20	35	40	–	–	50
90 – 120	2200 – 3000	25	35	40	–	–	65
120 – 158	3000 – 4000	25	35	40	50	–	75

Sumber : Sularso, *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*, 2002

Tabel B.9 Baja karbon untuk konstruksi mesin dan baja batang yang difinis dingin untuk poros

Standart dan Macam	Lambang	Perlakuan panas	Kekuatan Tarik (kg/mm ²)	keterangan
Baja Karbon Konstruksi Mesin (JIS G 4501)	S30C	Penormalan	48	
	S35C	Penormalan	52	
	S40C	Penormalan	55	
	S45C	Penormalan	58	
	S50C	Penormalan	62	
	S55C	Penormalan	66	
Batang baja yang difinis dingin	S35C– D	Penormalan	53	Ditarik dingin, digerinda, dibubut, atau gabungan antara hal–hal tersebut
	S45C– D	Penormalan	60	
	S55C– D	penormalan	72	

Sumber : Sularso, *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*, 2002

Tabel B.10 Harga Faktor Keandalan

Faktor keandalan (%)	L_n	a_1
90	L_{10}	1
95	L_5	0,62
96	L_4	0,53
97	L_3	0,44
98	L_2	0,33
99	L_1	0,21

Sumber : Sularso, *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*, 2002

Tabel B.11 Standar baja

Nama	Standar Jepang (JIS)	Standar Amerika (AISI), Inggris (BS), dan Jerman (DIN)
Baja Karbon Konstruksi Mesin	S25C S30C S35C S40C S45C S50C S55C	AISI 1025, BS060A25 AISI 1030, BS060A30 AISI 1035, BS060A35, DIN C35 AISI 1040, BS060A40 AISI 1045, BS060A45, DIN C45, CK45 AISI 1050, BS060A50, DIN st 50.11 AISI 1055, BS060A55
Baja tempa	SF 30 SF 45 SF 50 SF 55	ASTMA105– 73
Baja nikel khrom	SNC SNC22	BS 653M31 BS En36
baja nikel khrom molibden	SNCM 1 SNCM 2 SNCM 7 SNCM 8 SNCM 22 SNCM 23 SNCM 25	AISI 4337 RS830M31 AISI 8645, BS En100D AISI 4340, BS817M40, 816M40 AISI 4315 AISI 4320, BS En325 BS En39B
Baja khrom	SCr 3 SCr 4 SCr 5 SCr 21 SCr 22	AISI 5135, BS530A36 AISI 5140, BS530A40 AISI 5145 AISI 5115 AISI 5120
Baja khrom molibden	SCM2 SCM2 SCM2 SCM2	AISI 4130, DIN 34CrMo4 AISI 4135, BS708A37, DIN 34CrMo4 AISI 4140, BS708M40, DIN 34CrMo4 AISI 4145, DIN 50CrMo4

Sumber : Sularso, *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*, 2002

Tabel B.12 Diameter poros

(Satuan mm)

4	10	*22,4	40	100	*224	400	
		24		(105)	240		
4,5	*11,2	25	42	110	250	420	
		28		*112	260		440
		30		120	280		450
5	*12,5	*31,5	48	*315		480	
		32		50	125		320
*5,6	14	*35,5	55	130	340	530	
				140	*355		560
				150	360		
6	16	38	60	160	380	600	
				170			
*6,3	18		63	180		630	
				190			
				200			
				220			
7			65	220			
*7,1			70				
			71				
			75				
8			80				
			85				
9			90				
			95				

Sumber : Sularso, *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*, 2002

- Keterangan :*
1. Tanda * menyatakan bahwa bilangan yang bersangkutan dipilih dari bilangan standar
 2. Bilangan di dalam kurung hanya dipakai untuk bagian dimana akan dipasang bantalan gelinding

Tabel B.13 Faktor – faktor V, X, Y , dan X_o, Y_o

Jenis bantalan		Beban putar pada cincin dalam	Beban putar pada cincin luar	Baris tunggal		Baris ganda				e	Baris tunggal		Baris ganda							
				$F_a/VF_r > e$		$F_a/VF_r \leq e$					X_o	Y_o	X_o	Y_o						
		V		X	Y	X	Y	X	Y											
Bantalan bola alur dalam	$F_a/C_o = 0,014$	1	1,2	0,56	1	0	0,56	2,3	2,3	0,1	0,6	0,5	0,6	0,5						
	$= 0,028$							0	0	0,9										
	$= 0,056$							1,9	1,9	0,2										
	$= 0,084$							9	0	2										
	$= 0,11$							1,7	1,7	0,2										
	$= 0,17$							1	1	6										
	$= 0,28$							1,5	1,5	0,2										
	$= 0,42$							5	5	8										
	$= 0,56$							1,4	1,4	0,3										
Bantalan bola sudut	$= 20^\circ$	1	1,2	0,56	1	0	0,56	0,4	1,0	0,5	0,5	0,3	1	0,8						
	$= 25^\circ$							3	0	7				0,4	0,8	0,6	1,4	0,6	0,3	0,7
	$= 30^\circ$							1	7	2				7	1	8	0,3	0,7	0,6	0,6
	$= 35^\circ$							9	6	8				3	4	0	0,3	0,3	0,6	0,6
	$= 40^\circ$							0,3	0,6	0,6				0,6	1,0	0,9	0,2	0,2	0,5	0,5
	$= 40^\circ$							7	6	6				0	7	5	0,2	0,2	0,5	0,5

Sumber : Sularso, *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*, 2002

Untuk bantalan baris tunggal, bila $F_a/VF_r \leq e$, $X = 1, Y = 0$

Tabel B.14 Spesifikasi Bantalan Bola

Nomor Bantalan			Ukuran luar (mm)				Kapasitas nominal	
Jenis terbuka	Dua sekat	Dua sekat tanpa kontak	d	D	B	r	Dinamis spesifik C (kg)	Statis spesifik C _o (kg)
6000			10	26	8	0,5	360	196
6001	6001ZZ	6001VV	12	28	8	0,5	400	229
6002	02ZZ	02VV	15	32	9	0,5	440	263
6003	6003ZZ	6003VV	17	35	10	0,5	470	296
6004	04ZZ	04VV	20	42	12	1	735	465
6005	05ZZ	05VV	25	47	12	1	790	530
6006	6006ZZ	6006VV	30	55	13	1,5	1030	740
6007	07ZZ	07VV	35	62	14	1,5	1250	915
6008	08ZZ	08VV	40	68	15	1,5	1310	1010
6009	6009ZZ	6009VV	45	75	16	1,5	1640	1320
6010	10ZZ	10VV	50	80	16	1,5	1710	1430
6200	6200ZZ	6200VV	10	30	9	1	400	236
6201	01ZZ	01VV	12	32	10	1	535	305
6202	02ZZ	02VV	15	35	11	1	600	360
6203	6203ZZ	6203VV	17	40	12	1	750	460
6204	04ZZ	04VV	20	47	14	1,5	1000	635
6205	05ZZ	05VV	25	52	15	1,5	1100	730
6206	6206ZZ	6206VV	30	62	16	1,5	1530	1050
6207	07ZZ	07VV	35	72	17	2	2010	1430
6208	08ZZ	08VV	40	80	18	2	2380	1650
6209	6209ZZ	6209VV	45	85	19	2	2570	1880
6210	10ZZ	10VV	50	90	20	2	2750	2100
6300	6300ZZ	6300VV	10	35	11	1	635	365
6301	01ZZ	01VV	12	37	12	1,5	760	450
6302	02ZZ	02VV	15	42	13	1,5	895	545
6303	6303ZZ	6303VV	17	47	14	1,5	1070	660
6304	04ZZ	04VV	20	50	15	2	125	785
6305	05ZZ	05VV	25	62	17	2	1610	1080
6306	6306ZZ	6306VV	30	72	19	2	2090	1440
6307	07ZZ	07VV	35	80	20	2,5	2620	1840
6308	08ZZ	08VV	40	90	23	2,5	3200	2300
6309	6309ZZ	6309VV	45	100	25	2,5	4150	3100
6310	10ZZ	10VV	50	110	27	3	4850	3650

Sumber : Sularso, *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*, 2002

Tabel B.15 Spesifikasi Motor Stepper

EFOS®	JY SINGLE-PHASE INDUCTION MOTOR
TYPE JY1A-4	
0,37 KW / 0,5 HP	4,4 A
220 V	1400 r/min
50 Hz	IP44
IMB 3	15 kg

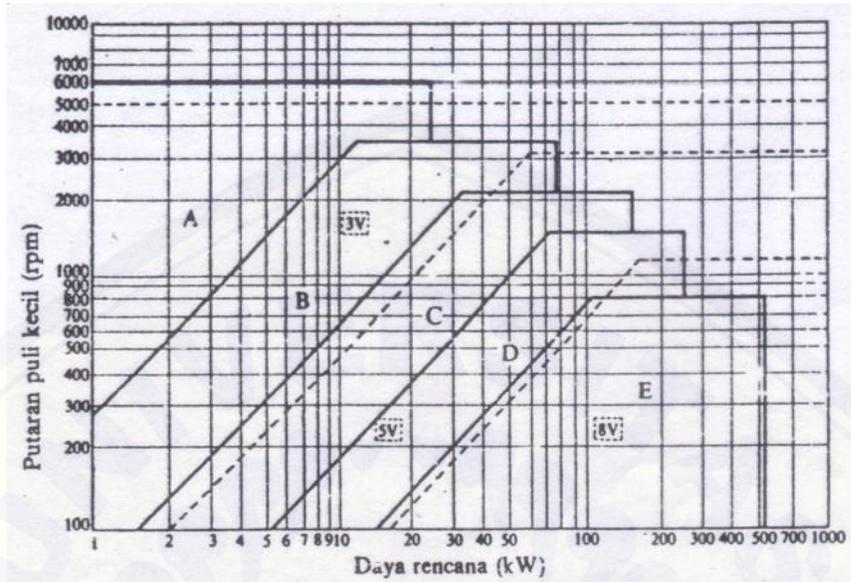
Tabel B.17 Ukuran pulli-V

Penampang sabuk-V	Diameter nominal (diameter lingkaran jarak bagi d_p)	$\alpha(^{\circ})$	W^*	L_o	K	K_o	e	f
A	71 - 100	34	11,95	9,2	4,5	8,0	15,0	10,0
	101 - 125	36	12,12					
	126 atau lebih	38	12,30					
B	125 - 160	34	15,86	12,5	5,5	9,5	19,0	12,5
	161 - 200	36	16,07					
	201 atau lebih	38	16,29					
C	200 - 250	34	21,18	16,9	7,0	12,0	25,5	17,0
	251 - 315	36	21,45					
	316 atau lebih	38	21,72					
D	355 - 450	36	30,77	24,6	9,5	15,5	37,0	24,0
	451 atau lebih	38	31,14					
E	500 - 630	36	36,95	28,7	12,7	19,3	44,5	29,0
	631 atau lebih	38	37,45					

* Harga-harga dalam kolom W menyatakan ukuran standar.

Sumber : Sularso, *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*, 2002

Tabel B.18 Pemilihan sabuk-V



Sumber : Sularso, *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*, 2002

C. LAMPIRAN GAMBAR



Gambar C.1 Bahan rangka (ST-37)



Gambar C.2 Pengukuran bahan (ST-37)



Gambar C.3 Pemotongan bahan (ST-37)



Gambar C.4 Pengelasan



Gambar C.5 Pengebora



Gambar C.6 Penggerindaan



Gambar C.7 Pemasanan Bantalan



Gambar C.8 Pemasangan Tailstock



Gambar C.8 Penyetelan pulley dan sabuk



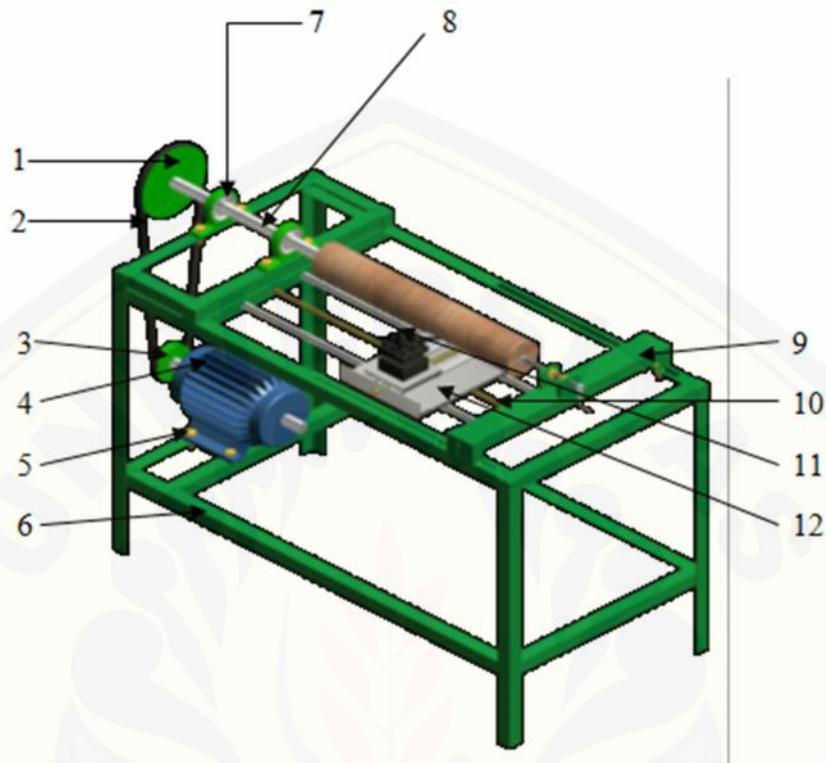
Gambar C.9 Mesin CNC bubut kayu



C.10 Proses pembubutan kayu

SOP (Standart Operating Procedures)

Mesin CNC Bubut (Turning) Kayu Dengan Tenaga Motor Listrik



Keterangan :

- | | |
|------------------|----------------------------|
| 1. Pulley 2 | 8. Poros <i>Hopper out</i> |
| 2. Sabuk – V | 9. Tailstock |
| 3. Pulley 1 | 10. Poros Ulir |
| 4. Motor Listrik | 11. Dudukan Pahat |
| 5. Baut dan Mur | 12. Eretan |
| 6. Rangka Cover | |
| 7. Bantalan | |

Berikut merupakan langkah atau prosedur mengoperasikan Mesin CNC Bubut (Turning) Kayu Dengan Tenaga Motor Listrik;

1. Siapkan Kayu sebagai bahan.
2. Siapkan Program.

3. Memasang kayu pada chuck.
4. Nyalakan stop kontak;
5. Nyalakan mesin pada posisi ON;
6. Jika sudah selesai matikan mesin dan stop kontaknya;
7. Buka kayu yang telah di bubut dan bersihkan sisa-sisa potongan kayu yang menempel dengan air dan minyak pada bagian permukaan eretan dan poros untuk menjaga kebersihannya.



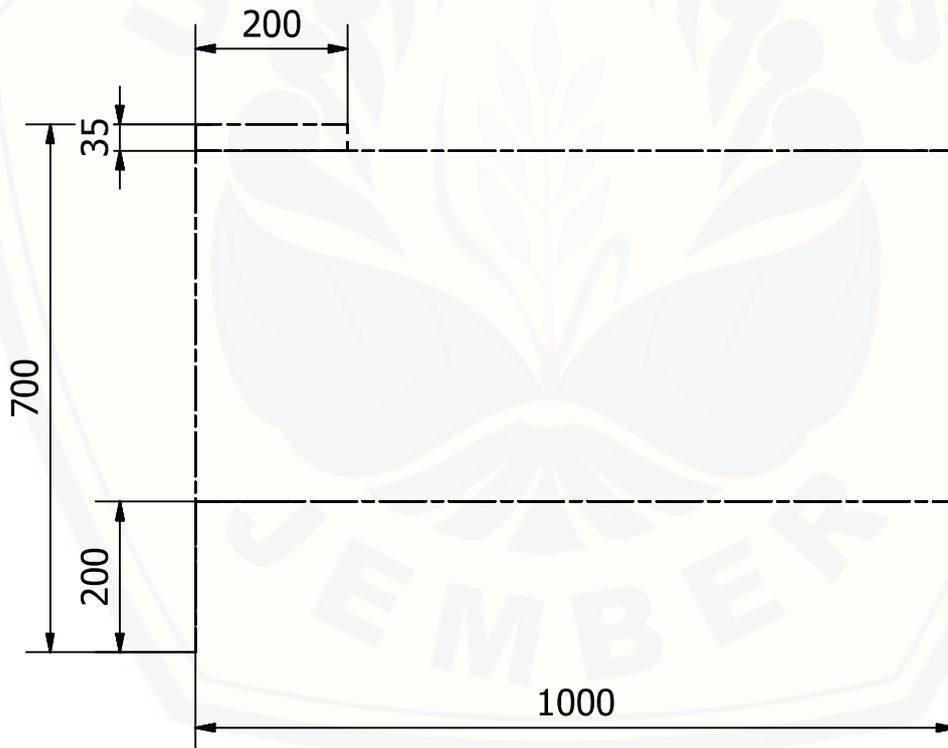
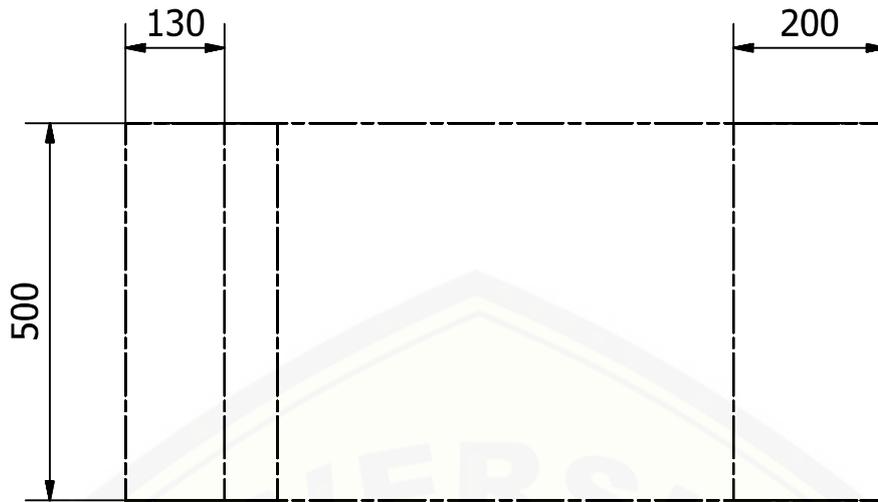
Teknik Perawatan / Pemeliharaan

Mesin CNC Bubut (*Turning*) Kayu Dengan Tenaga Motor Listrik

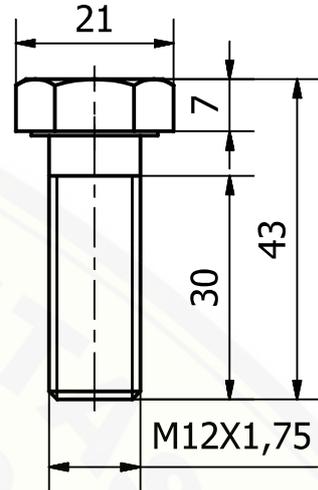
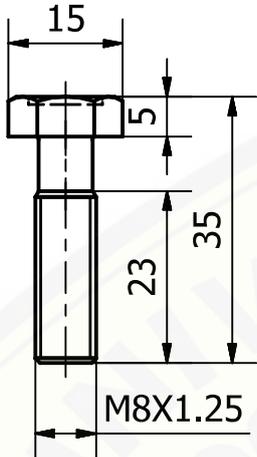
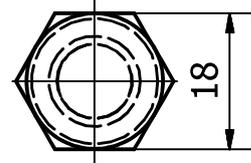
Perawatan / pemeliharaan merupakan suatu kegiatan yang dilakukan secara berulang-ulang dengan tujuan agar peralatan selalu memiliki kondisi yang sama dengan kondisi awalnya (selalu dalam kondisi baik).

Berikut merupakan teknik perawatan / pemeliharaan mesin CNC bubut kayu, yakni;

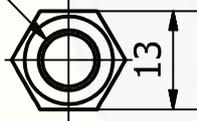
1. Setelah menggunakan mesin CNC bubut kayu ini sebaiknya dicuci dan dibersihkan dengan air dan diberi pelumas pada bagian penampang poros agar tidak berkarat pada bagian alat;
2. Cek kondisi kekencangan baut dan mur tiap 1 atau 2 kali dalam sebulan. Jika ditemukan kerusakan maka segeralah diganti;
3. Cek kondisi bantalan tiap 3 bulan sekali. Apabila terjadi putaran yang susah atau berat pada poros maka tambahkan pelumas pada bantalan agar putaran poros halus dan ringan;



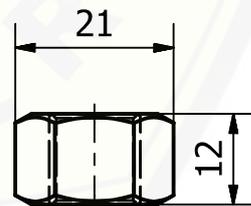
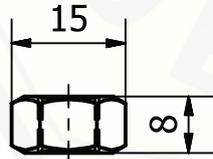
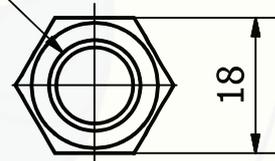
	SKALA : 1:10	DIGAMBAR :	PERINGATAN	
	SATUAN : mm	NIM :		
	TANGGAL : 25/04/16	DIPERIKSA :		
TEKNIK MESIN UNIVERSITAS JEMBER	RANGKA MESIN CNC TURNING KAYU	No. 1	A4	



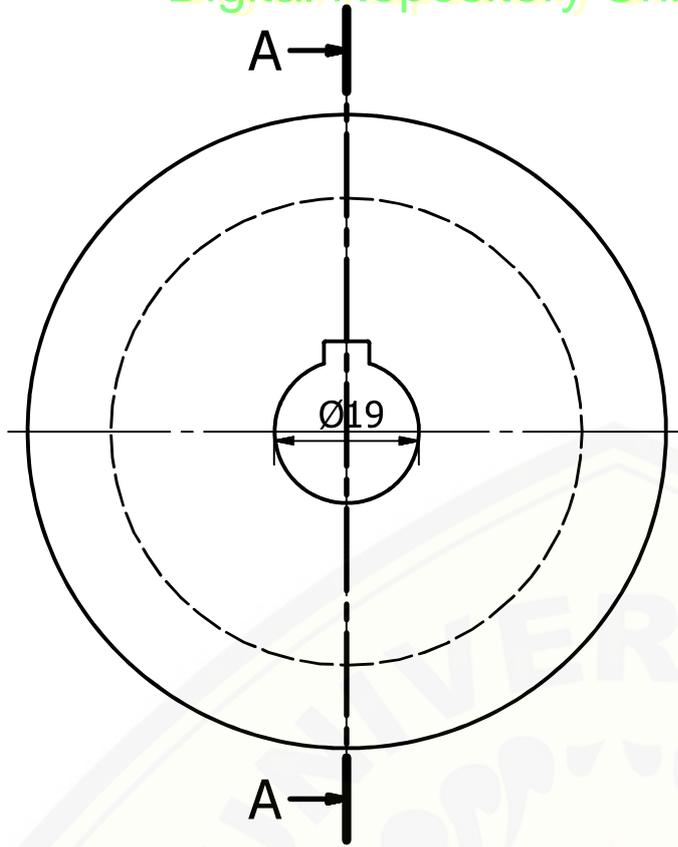
M8X1,25



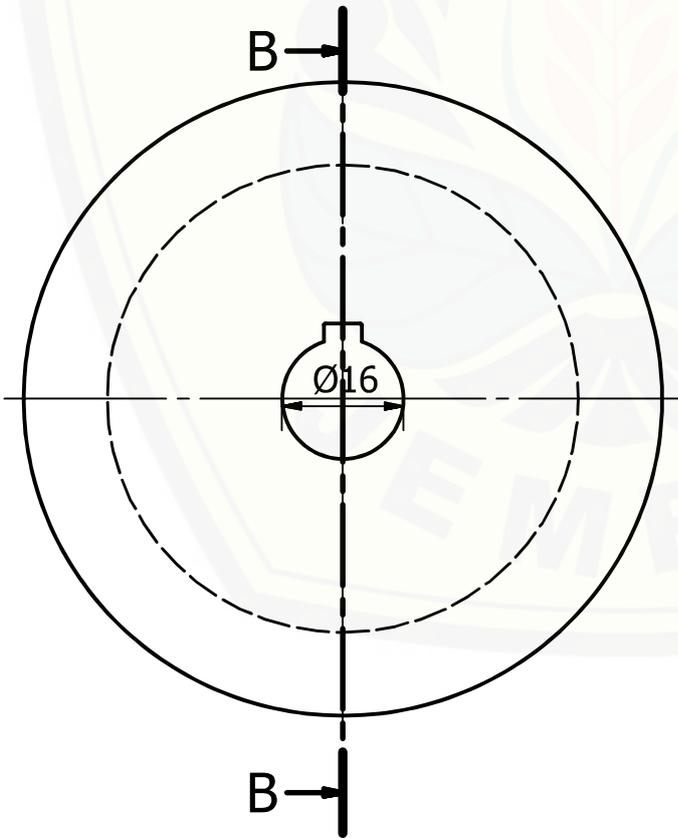
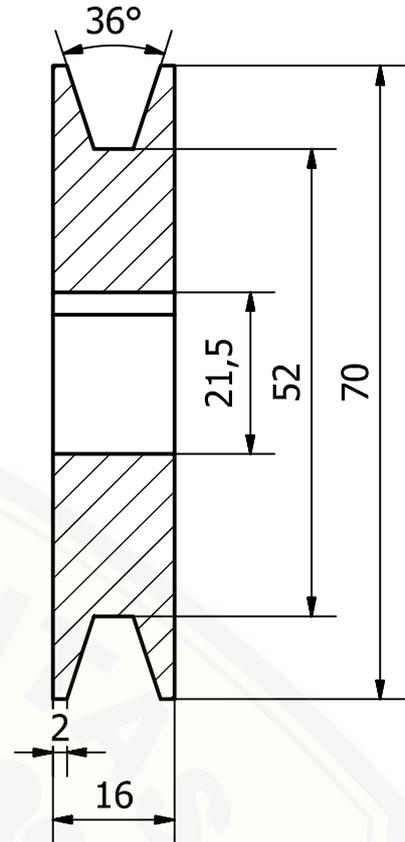
M12X1,75



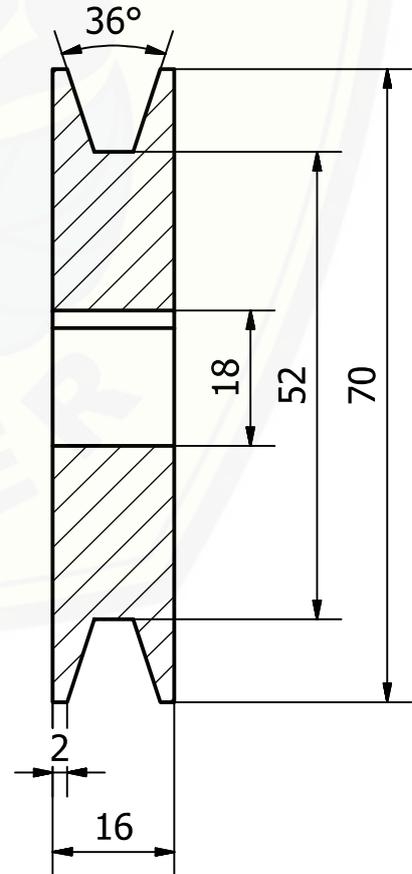
	SKALA : 1:1	DIGAMBAR :	PERINGATAN	
	SATUAN : mm	NIM :		
	TANGGAL : 25/04/16	DIPERIKSA :		
TEKNIK MESIN UNIVERSITAS JEMBER	MUR DAN BAUT PADA MOTOR DAN BANTALAN		No. 2	A4



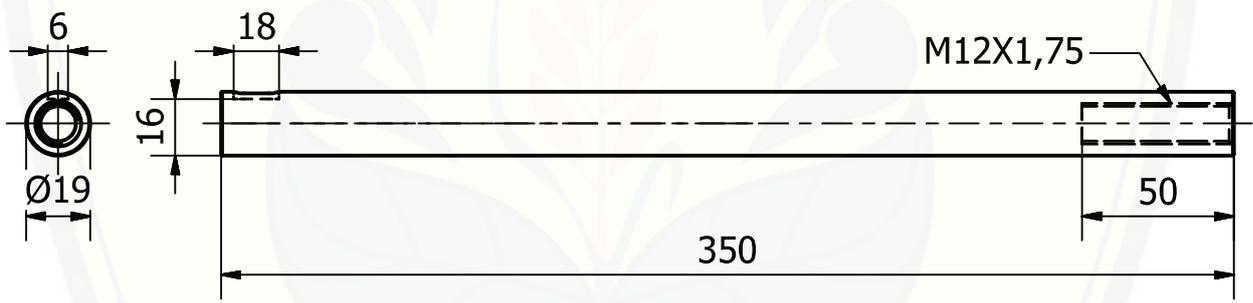
A-A (1 : 1)



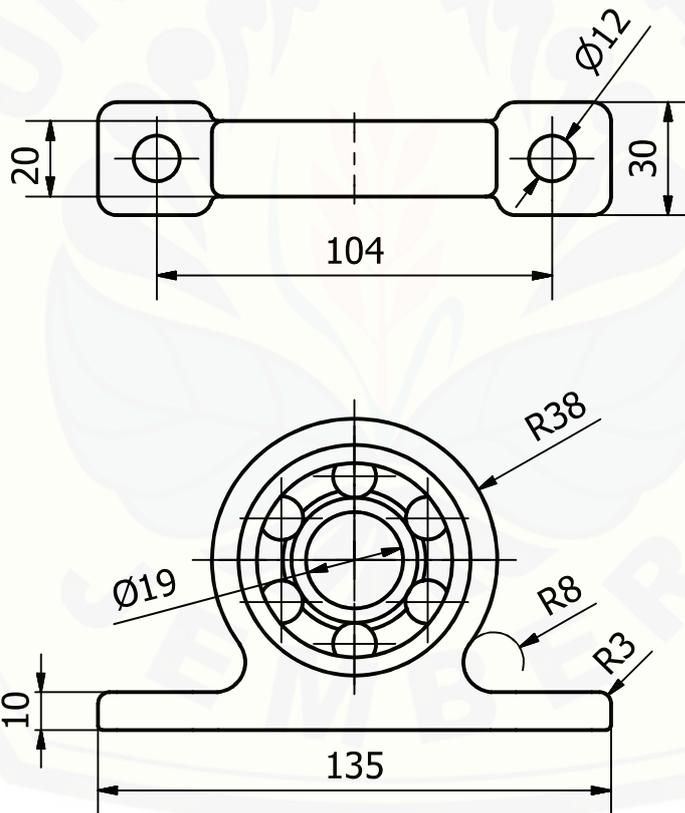
B-B (1 : 1)



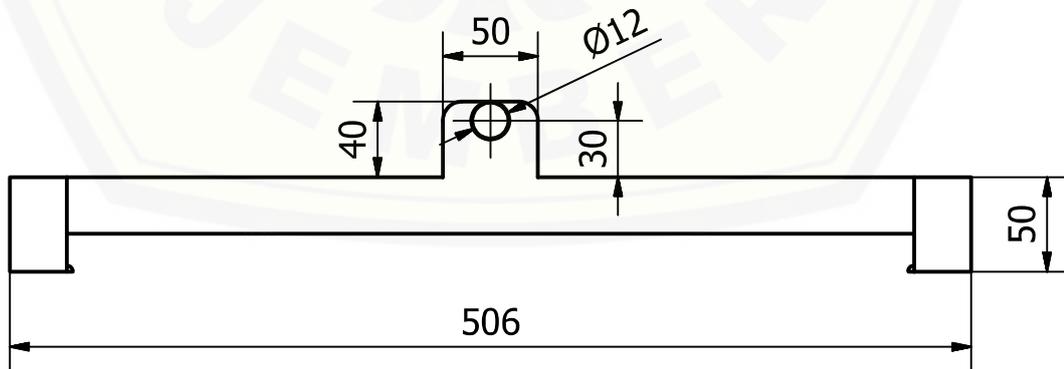
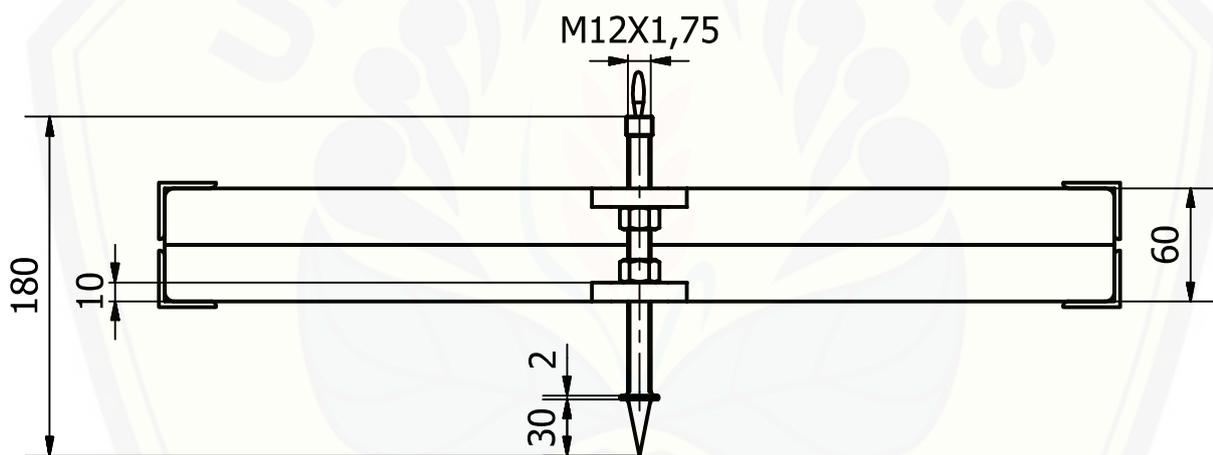
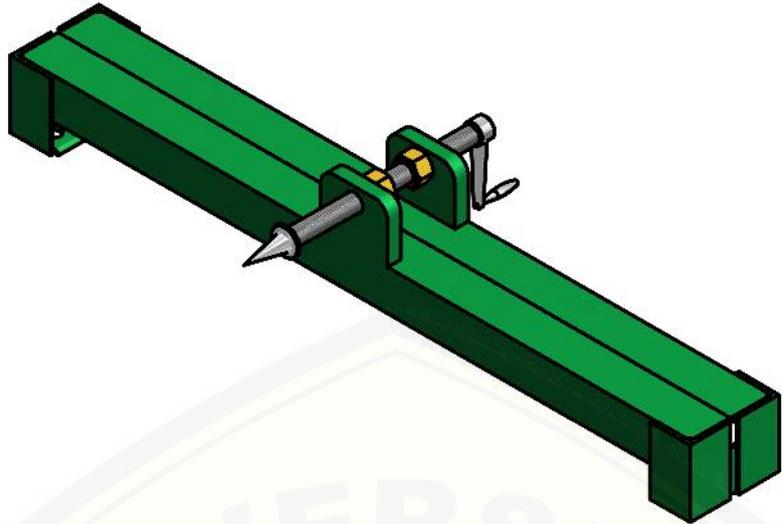
	SKALA : 1:1	DIGAMBAR :	PERINGATAN	
	SATUAN : mm	NIM :		
	TANGGAL : 25/04/16	DIPERIKSA :		
TEKNIK MESIN UNIVERSITAS JEMBER	PULLEY		No. 3	A4



	SKALA : 1:2	DIGAMBAR :	PERINGATAN	
	SATUAN : mm	NIM :		
	TANGGAL : 25/04/16	DIPERIKSA :		
TEKNIK MESIN UNIVERSITAS JEMBER	POROS PENGGERAK		No. 4	A4



	SKALA : 1:2	DIGAMBAR :	PERINGATAN	
	SATUAN : mm	NIM :		
	TANGGAL : 25/04/16	DIPERIKSA :		
TEKNIK MESIN UNIVERSITAS JEMBER	BANTALAN		No. 5	A4



	SKALA : 1:5	DIGAMBAR :	PERINGATAN	
	SATUAN : mm	NIM :		
	TANGGAL : 25/04/16	DIPERIKSA :		
TEKNIK MESIN UNIVERSITAS JEMBER	TAILSTOCK		No. 6	A4