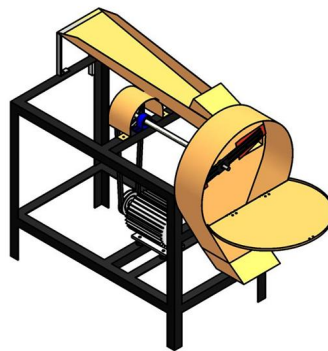




**PERANCANGAN MESIN PERAJANG  
HIJAUAN PAKAN TERNAK**

**PROYEK AKHIR**

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



**Oleh:**

**Yulius Cahyonugroho  
07508134018**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA  
2011**

## HALAMAN PERSETUJUAN

Proyek akhir yang berjudul *Perancangan Mesin Perajang Hijauan Pakan Ternak* ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diujikan.



Yogyakarta, 08 April 2011

Dosen Pembimbing,

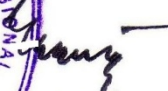
Riswan Dwi Djatmiko, M. Pd.  
NIP 19640302 198901 1 001

## HALAMAN PENGESAHAN

Proyek akhir yang berjudul  
**“PERANCANGAN MESIN PERAJANG HIJAUAN PAKAN TERNAK”**  
telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
pada tanggal 26 April 2011 dan dinyatakan lulus.

DEWAN PENGUJI			
Nama	Jabatan	Tandatangan	Tanggal
Drs. Riswan D. Djatmiko, M.Pd.	Ketua Penguji		12/5 2011
Tiwan, M.T.	Sekretaris Penguji		11/5 -2011
M. Khotibul Umam Hasan, M.T.	Penguji Utama		3/5 -2011

Yogyakarta, 18 Mei 2011  
Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Negeri Yogyakarta

  
Wardan Suyanto, Ed.D.  
NIP. 19540810 197803 1 001

## **SURAT PERNYATAAN**

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Yulius Cahyonugroho  
NIM : 07508134018  
Program Studi : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik Universitas Negeri Yogyakarta

menyatakan bahwa karya ilmiah ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri. Sepanjang sepengetahuan saya, karya ilmiah ini tidak berisi materi yang ditulis oleh orang lain, kecuali bagian-bagian tertentu yang saya ambil sebagai acuan dengan mengikuti tata cara dan etika penulisan karya ilmiah yang lazim.

Apabila ternyata terbukti bahwa pernyataan ini tidak benar, sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya.



Yogyakarta, 08 April 2011

Penulis,

Yulius Cahyonugroho  
NIM 07508134018



## **MOTTO**

*Anda dijadikan oleh Allah dan untuk Allah dan sebelum anda memahaminya,  
kehidupan tidak akan pernah bisa dipahami.  
(Rick Warren)*

*Takut akan Tuhan adalah permulaan pengetahuan, tetapi orang bodoh menghina  
hikmat dan didikan.  
Amsal 1:7*

*Diberkatilah orang yang mengandalkan Tuhan, yang menaruh harapannya pada  
Tuhan.  
Yeremia 17:7*

*Siapakah orang yang takut akan Tuhan? kepadanya Tuhan menunjukkan jalan  
yang harus dipilihnya!  
Mazmur 25:12*

*Jenius adalah 1% inspirasi dan 99% keringat!  
(Thomas Alfa Edison)*

*Sedikit kebutaan dibutuhkan bila anda mengambil sebuah resiko.  
(Bill Gates)*

*Bingung, is not my style.  
(Yulius)*

## **PERSEMBAHAN**

Laporan proyek akhir ini saya persembahkan kepada:

1. Almamater Universitas Negeri Yogyakarta
2. Ibu dan bapak yang selalu sabar, penuh kasih sayang serta ikhlas dalam merawat, mendidik, membiayai dan memberikan dukungan material maupun spiritual
3. Om Heri atas inspirasinya dalam berkarya
4. Adik-adikku tercinta Elnatan Dwi Cahyo, Alberto Riolly Cahyantara, dan Michael Vincent
5. Seluruh Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin UNY angkatan 2007

## ABSTRAK

### PERANCANGAN MESIN PERAJANG HIJAUAN PAKAN TERNAK

Oleh:

Yulius Cahyonugroho  
07508134018

Tujuan dari perancangan mesin perajang hijauan pakan ternak ini adalah 1) mampu menentukan metode perajangan hijauan yang tepat, 2) mampu menentukan desain pisau pemotong yang tepat, 3) mengetahui gaya potong hijauan dalam hal ini rumput gajah, 4) mampu menentukan rangkaian transmisi mesin, 5) mampu menentukan daya motor listrik yang diperlukan mesin, dan 6) mengetahui hasil kinerja mesin.

Langkah perancangan mesin perajang hijauan pakan ternak ini dimulai dengan melakukan observasi di daerah Wonosari, kemudian dilakukan identifikasi kebutuhan. Hasil identifikasi kebutuhan kemudian dilakukan perumusan masalah dan spesifikasi mesin. Disini perancang memberi batasan yang jelas dari produk yang akan dirancang baik tujuan maupun spesifikasinya. Selanjutnya perancang melakukan sintesa atau menciptakan beberapa alternatif produk. Setelah hasil sintesa diketahui, dilakukan analisis yang terdiri dari analisis teknik, analisis tegangan, seleksi bahan, dan analisis ekonomi. Langkah selanjutnya melakukan evaluasi dan *review*, kemudian langkah terakhir yaitu membuat gambar kerja mesin perajang hijauan pakan ternak tersebut.

Hasil dari perancangan mesin perajang hijauan pakan ternak ini adalah 1) metode perajangan mesin ini adalah perajangan tunggal dengan 2 buah pisau yang memotong hijauan secara berkesinambungan, 2) desain pisau menggunakan pisau mesin pemotong rumput yang dimodifikasi dan dipertajam, dengan sudut kemiringan mata pisau  $24^\circ$ , 3) gaya potong hijauan dalam hal ini rumput gajah yang didapat dari uji gaya potong adalah 3,3 kg, 4) sistem transmisi mesin perajang hijauan pakan ternak ini mengubah putaran motor listrik dari 1200 rpm menjadi 600 rpm, dengan komponen berupa 2 *pulley* berdiameter 2,5 *inch* dan 5 *inch* dihubungkan oleh *v-belt* A-45. Poros yang digunakan berdiameter 1 *inch* dengan bahan ST 50, 5) desain mesin ini membutuhkan daya dari motor listrik sebesar 1 HP dan 6) hasil dari uji kinerja memperlihatkan bahwa mesin bekerja cukup baik, menghasilkan cacahan hijauan berukuran 1-5 cm. Ada bagian ujung daun yang berukuran hingga 15 cm namun tidak dipermasalahkan.

Kata kunci: perancangan, perajangan, hijauan

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yesus Kristus yang senantiasa mencurahkan kasih setia-Nya, sehingga penyusunan laporan Proyek Akhir yang berjudul **“PERANCANGAN MESIN PERAJANG HIJAUAN PAKAN TERNAK”** dapat terselesaikan. Penyusunan laporan proyek akhir ini bertujuan untuk memenuhi sebagian persyaratan guna memperoleh gelar Ahli Madya Teknik di Jurusan Pendidikan Teknik Mesin Program Studi D3 Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Wardan Suyanto, Ed. D., selaku Dekan FT UNY
2. Bambang Setyo H. P., M. Pd., selaku Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Mesin FT UNY
3. Jarwo Puspito, M. P, selaku Kaprodi D3 Teknik Mesin
4. Subiyono, M. P, selaku Pembimbing Akademik
5. Riswan D. Djatmiko, M. Pd, selaku Pembimbing Proyek Akhir
6. Segenap dosen dan karyawan Fakultas Teknik Mesin FT UNY
7. Kedua orang tua tercinta yang telah memberikan doa, semangat dan kasih sayang demi tercapainya tujuan dan cita-cita
8. Penolongku yang setia Yunita Meke Christiana atas kasih, doa, dan semangatnya yang luar biasa
9. Adik-adikku, Natan, Berto, dan Michael, kalianlah alasanku untuk selalu menjadi lebih baik, serta Om Heri sumber inspirasiku
10. Sahabat-sahabatku, Fino, Ido, Ninol, Edo, Whe-whe, Adhis, Ninok, dan alm. Lisa, juga Eta dan Newin, bersama kalian aku merasakan hidup
11. Mas Pipin, Idus, Octa, dan Eka atas segala pelajaran hidup yang aku dapatkan

12. Teman-temanku *kober* Yudhid, Bkti, Johan, dan Aji, bersama kita bisa! Arsad dan Sativa, *keep fight!* Semua anak mesin 07, *Solidarity Forever!*
13. Keluarga besar BSKRE dan UKM PMK UNY, *thanks a lot*. Jangan pernah berhenti bertumbuh dan berbuah. *I'll miss you guys*.
14. Serta semua pihak yang telah banyak membantu dalam penyusunan Proyek Akhir ini

Penyusunan laporan Proyek Akhir ini diakui masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, saran dan kritik dari semua pihak yang sifatnya membangun sangatlah dibutuhkan oleh penulis demi kesempurnaan laporan ini. Semoga laporan ini bermanfaat bagi para pembaca pada umumnya dan penulis pada khususnya.

Yogyakarta, April 2011

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
JUDUL .....	i
HALAMAN PERSETUJUAN .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
SURAT PERNYATAAN .....	iv
MOTTO .....	v
PERSEMBAHAN .....	vi
ABSTRAK .....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL .....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiv
<b>BAB I IDENTIFIKASI KEBUTUHAN</b>	
A. Latar Belakang .....	1
B. Identifikasi Masalah .....	5
C. Batasan Masalah .....	6
D. Rumusan Masalah .....	6
E. Tujuan .....	6
F. Manfaat .....	7
G. Keaslian .....	8
<b>BAB II PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH</b>	
A. Kajian tentang Mesin Perajang Hijauan Pakan Ternak .....	9
1. Hijauan Pakan Ternak dan Produk Olahannya .....	9
2. Mesin Perajang Hijauan Pakan Ternak .....	10
B. Tuntutan Mesin dari Sisi Calon Pengguna .....	10
C. Analisis Morfologi Mesin Perajang Hijauan Pakan Ternak .	11

D. Morfologi Mesin Perajang Hijauan Pakan Ternak .....	13
E. Gambaran Mesin .....	17
1. Gambaran Teknologi .....	17
2. Cara Kerja Mesin .....	18
F. Tuntutan Perancangan .....	18
1. Gaya Potong Hijauan Pakan Ternak .....	18
2. Sistem Pemotongan .....	19
3. Daya Mesin dan Tenaga Penggerak .....	21
4. Poros .....	22
5. Transmisi Sabuk-V ( <i>V-belt</i> ) .....	24
6. Rangka .....	28
7. Casing .....	29
 BAB III KONSEP PERANCANGAN	
A. Diagram Alir Proses Perancangan .....	30
B. Pernyataan Kebutuhan .....	38
C. Analisis Kebutuhan .....	38
D. Pertimbangan Perencanaan .....	40
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Proses Perancangan Mesin Perajang Hijauan Pakan Ternak .	43
B. Teknik Perancangan Mesin Perajang Hijauan Pakan Ternak	44
C. Analisis Ekonomi .....	61
D. Uji Kinerja Mesin .....	63
E. Kelemahan-kelemahan .....	64
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
F. Kesimpulan .....	65
G. Saran .....	66
DAFTAR PUSTAKA .....	67
LAMPIRAN .....	68



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Rumput Gajah .....	2
Gambar 2. Contoh Mesin Perajang Hijauan yang Sudah Ada .....	4
Gambar 3. Mesin Perajang Hijauan Pakan Ternak .....	17
Gambar 4. Jenis Pemotongan Batang Hijauan .....	20
Gambar 5. Penampang Sabuk-V .....	25
Gambar 6. Diagram Alir Proses Perancangan Pahl dan Beitz .....	31
Gambar 7. Elemen Dasar dalam Perencanaan Simultan .....	32
Gambar 8. Langkah-langkah Perancangan Produk .....	33
Gambar 9. Diagram Alir Proses Perancangan Mesin Perajang Hijauan Pakan Ternak .....	43
Gambar 10. Analisa Gaya Potong Hijauan Menggunakan Neraca Tekan .	44
Gambar 11. Sudut Potong Perajangan .....	46
Gambar 12. Pembebanan pada Poros .....	48
Gambar 13. Diagram Alir Perhitungan Poros .....	49
Gambar 14. Analisa Gaya-gaya pada Poros .....	50
Gambar 15. Pembebanan dan Gaya Reaksi pada Poros .....	51
Gambar 16. <i>Bending Moment Diagram</i> .....	52
Gambar 17. Diagram Alir untuk Memilih Sabuk-V .....	55
Gambar 18. Gambar Sket Transmisi .....	56
Gambar 19. Hasil Rajangan Hijauan .....	63

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Tuntutan Perancangan Mesin Perajang Hijauan Pakan Ternak .	12
Tabel 2. Matriks Morfologi Mesin Perajang Hijauan Pakan Ternak .....	14
Tabel 3. Faktor Koreksi Transmisi Sabuk-V .....	26
Tabel 4. Data Percobaan Uji Gaya Potong pada Rumput Gajah .....	45
Tabel 5. Biaya Desain Mesin Perajang Hijauan Pakan Ternak .....	61
Tabel 6. Biaya Pembelian dan Perakitan Mesin Perajang Hijauan Pakan Ternak .....	61
Tabel 7. Biaya Pembuatan Mesin Perajang Hijauan Pakan Ternak .....	62
Tabel 8. Biaya Non Produksi .....	62
Tabel 9. Perencanaan Laba Produksi .....	62
Tabel 10. Taksiran Harga Produk .....	62

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Gambar Kerja Mesin Perajang Hijauan Pakan Ternak .....	68
Lampiran 2. Tabel Konversi Satuan .....	95
Lampiran 3. Baja Konstruksi Umum Menurut DIN 17100 .....	96
Lampiran 4. Suaian untuk Tujuan-tujuan Umum .....	97
Lampiran 5. Nilai Penyimpangan Poros untuk Tujuan Umum.....	98
Lampiran 6. Nilai Penyimpangan Lubang untuk Tujuan Umum .....	99
Lampiran 7. Faktor Koreksi $K_{\theta}$ .....	100
Lampiran 8. Daerah Penyetelan Jarak Sumbu Poros .....	101
Lampiran 9. Panjang Sabuk-V Standar .....	102
Lampiran 10. Harga Kekerasan dan Angka Kelas Kekasaran .....	103
Lampiran 11. Lambang-lambang dari Diagram Aliran .....	104
Lampiran 12. Kartu Bimbingan Proyek Akhir .....	105
Lampiran 13. Foto dan Uji Kinerja .....	106
Lampiran 14. Daftar Hadir Proyek Akhir Kelompok 12 Angkatan 2007 ..	108

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Protein hewani merupakan salah satu nutrisi yang sangat dibutuhkan manusia. Keberadaan protein hewani sangat berpengaruh bagi pertumbuhan, kesehatan, dan kecerdasan manusia. Ternak sebagai sumber pangan (daging, telur, dan susu) bagi manusia memberikan kontribusi yang besar terhadap pemenuhan kebutuhan protein hewani (Direktorat Jendral Peternakan, 2008).

Indonesia dengan jumlah penduduk di atas 220 juta jiwa membutuhkan pasokan daging, telur, dan susu yang sangat besar. Peternakan merupakan salah satu komoditas pangan yang memberikan kontribusi yang cukup besar bagi devisa negara dan harus dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan protein hewani. Pada kenyataannya, target kebutuhan protein hewani asal ternak sebesar 6 g/kapita/hari masih jauh dari terpenuhi (Urip Santoso, 2010).

Peternakan ruminansia (sapi, kerbau, kuda, kambing, dan domba) terutama sapi, merupakan sumber daging dan susu terbesar. Akan tetapi peternakan domestik belum sanggup mencukupi kebutuhan pasar, sehingga pemerintah harus memenuhinya dengan cara impor. Seiring dengan laju jumlah penduduk, maka pengembangan peternakan ruminansia terus digalakkan agar kebutuhan mampu dicukupi.

Pakan memegang peranan yang sangat penting dalam rantai produksi peternakan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekurangan pakan pada ternak khususnya sapi dapat menurunkan berat badan 130-150 gram/ekor/hari,

tergantung jenis kelamin dan umur sapi. Sedangkan kecukupan pakan dapat meningkatkan berat badan 430-510 gram/ekor/hari (Anonim, 1992). Ternak ruminansia sendiri makanan pokoknya adalah hijauan. Pakan hijauan yang dimaksudkan disini meliputi tanaman jagung, rumput *king grass*, rumput gajah, jerami, dan tanaman kacang-kacangan. Hijauan memegang peranan yang sangat penting, karena mengandung hampir semua zat yang diperlukan. Di Indonesia hijauan diberikan dalam jumlah yang besar. Kebutuhan 1 ekor sapi adalah 35-40 kg hijauan per hari, dengan 2 kali penyajian.



Gambar 1. Rumput Gajah

Penyajian pakan pada ternak biasanya diberikan secara langsung, tanpa perlakuan atau penanganan terlebih dahulu. Hal ini dapat mengurangi efisiensi penggunaan pakan. Penyajian pakan yang demikian cenderung menimbulkan sisa pakan, karena tidak termakan habis atau karena tercecer jatuh ke tanah.

Salah satu cara untuk menaikkan efektifitas pemberian pakan adalah dengan perajangan atau pencacahan pakan terlebih dahulu. Penyajian pakan

seperti ini memudahkan ternak dalam memakan, sehingga semua pakan yang disajikan dapat termakan habis dan dapat lebih mudah dicerna.

Perajangan dimaksudkan untuk memperkecil ukuran pakan hijauan. Selain dengan ukuran kecil (panjang lebih kurang 2,5 cm) penyajian pakan menjadi lebih efektif, juga memungkinkan pencampuran dengan bahan pakan tambahan. Bahan pakan tambahan antara lain seperti bekatul, konsentrat, kulit ari kedelai, bungkil kacang tanah, tepung ikan, mineral, dan lain-lain. Pencampuran bahan tambahan akan lebih mudah dilakukan bila hijauan dirajang terlebih dahulu.

Keuntungan lain dari pakan hijauan yang dirajang adalah dapat diawetkan dalam bentuk silase (*silage*). Silase adalah pakan ternak berkadar air tinggi dan padat protein serta unsur mikro yang sangat baik untuk pertumbuhan ternak. Silase didapatkan dengan proses fermentasi. Pakan hijauan yang akan dibuat silase dirajang terlebih dahulu, kemudian dicampur dengan tetes 5% atau dedak 10% dari berat hijauan, kemudian disimpan dalam ruang kedap udara (*anaerob*), dengan cara ini pakan akan tahan sampai 6 bulan. Pakan dalam bentuk silase dapat digunakan di musim kemarau, ketika hijauan susah didapatkan. Selain itu silase juga dapat didistribusikan ke daerah lain tanpa khawatir terjadi kerusakan (Anonim, 1983).

Perajangan hijauan pakan ternak yang dilakukan oleh peternak kebanyakan masih bersifat tradisional, yaitu memotong secara manual dengan menggunakan sabit atau pisau golok. Bagi peternak kecil cara ini masih dianggap memadai. Namun bagi peternak sedang dan besar, cara ini kurang

efektif karena memakan waktu dan tenaga yang lebih banyak. Di samping itu penggunaan sabit kurang *safety* atau aman bagi orang yang merajang pakan tersebut.

Mesin perajang hijauan pakan ternak (*chopper*) di lapangan memang sudah ada (Gambar 2). Akan tetapi dari segi bentuk alat-alat tersebut dinilai kurang praktis dan sulit dipindah tempatkan. Selain itu harganya mahal, mungkin hanya peternak besar yang mampu membelinya. Kisaran harga mesin perajang hijauan yang penulis dapatkan di lapangan sekitar 8 sampai 10 juta rupiah. Hal ini menjadi batu sandungan bagi peternak yang terbatas dari segi modal. Sebagai contoh peternak-peternak kalangan menengah di daerah Gunungkidul, yaitu mereka yang paling tidak mempunyai sapi 5 ekor. Mereka merasa keberatan jika harus membeli mesin perajang hijauan dengan kisaran harga tersebut di atas.



Gambar 2. Contoh Mesin Perajang Hijauan yang Sudah Ada



Melihat situasi tersebut maka penulis mencoba melakukan rekayasa alat atau mesin perajang hijauan yang nantinya diharapkan akan dapat mempermudah proses perajangan. Mesin yang mampu merajang pakan hijauan sesuai kapasitas yang dibutuhkan. Asumsinya jika waktu ideal penyajian hijauan untuk 1 ekor sapi adalah 5 menit maka tuntutan kapasitas mesin perajang adalah 20 kg per 5 menit atau 240 kg/jam. Selain itu mesin juga diharapkan mampu menghasilkan produk yang berkualitas baik, mempunyai bentuk yang sederhana, mudah dalam pengoperasian dan perawatan, serta harga yang terjangkau.

## **B. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas dapat diidentifikasi beberapa masalah, antara lain:

1. Berapa gaya potong hijauan?
2. Bagaimana sistem perajangan pada mesin?
3. Bagaimana sistem transmisi pada mesin?
4. Bagaimana sumber tenaga penggerak mesin?
5. Bagaimana casing perajangan yang sesuai?
6. Berapakah dimensi mesin yang ideal dan nyaman bagi pengguna?
7. Bagaimana struktur rangka yang kokoh untuk mesin?
8. Bagaimana tingkat keamanan mesin bagi penggunanya?
9. Bagaimana gambar kerja perancangan mesin secara keseluruhan?
10. Berapa biaya yang dibutuhkan untuk membuat mesin?

### C. Batasan Masalah

Mengingat luasnya masalah untuk menghasilkan produk mesin perajang hijauan pakan ternak, maka penulis akan memfokuskan pada masalah perancangan mesin yang secara khusus mencakup gaya potong dalam perajangan, kebutuhan daya mesin, dan sistem transmisinya. Bahan hijauan yang digunakan untuk penelitian pada laporan ini juga hanya menggunakan rumput gajah sebagai acuan yang mewakili tanaman lain (tanaman jagung, rumput *king grass*, dan sejenisnya) karena mempunyai morfologi yang mirip.

### D. Rumusan Masalah

Berdasarkan tuntutan desain, beberapa masalah pada perancangan mesin perajang hijauan pakan ternak adalah sebagai berikut:

1. Bagaimanakah metode perajangan pada mesin?
2. Bagaimanakah desain pisau pemotong hijauan pada mesin?
3. Berapakah gaya potong hijauan pakan ternak, dalam hal ini rumput gajah?
4. Bagaimanakah sistem transmisi yang digunakan pada mesin?
5. Bagaimana menentukan daya motor yang dibutuhkan mesin tersebut?
6. Bagaimana kinerja mesin perajang hijauan?

### E. Tujuan

Tujuan perancangan mesin perajang hijauan pakan ternak adalah:

1. Mampu menentukan metode perajangan hijauan yang tepat.
2. Mampu menentukan desain pisau pemotong yang tepat.

3. Mengetahui gaya potong hijauan pakan ternak, dalam hal ini rumput gajah.
4. Mampu menentukan rangkaian transmisi mesin.
5. Mampu menentukan daya motor listrik yang diperlukan mesin.
6. Mengetahui hasil kinerja mesin.

#### **F. Manfaat**

Manfaat dari perancangan dan pembuatan mesin perajang hijauan pakan ternak antara lain:

1. Bagi Mahasiswa
  - a. Sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Ahli Madya (D3) Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
  - b. Mahasiswa dapat menerapkan ilmu yang telah diterima di bangku kuliah ke dalam bentuk praktik langsung pembuatan suatu alat.
  - c. Meningkatkan daya kreativitas, inovasi, dan keahlian mahasiswa.
  - d. Menambah pengetahuan tentang cara merancang dan menciptakan suatu karya teknologi.
  - e. Meningkatkan kedisiplinan dan kerjasama antar mahasiswa, baik secara individual maupun kelompok.
2. Bagi Perguruan Tinggi
  - a. Secara teoritis dapat memberikan informasi terbaru khususnya Teknik Mesin UNY tentang berbagai inovasi teknologi tepat guna kepada institusi pendidikan lain.

- b. Sebagai bahan kajian di Jurusan Teknik Mesin dalam mata kuliah bidang teknik mesin.
- c. Sebagai wujud salah satu Tri Dharma Perguruan Tinggi tentang pengabdian kepada masyarakat.

### 3. Bagi Masyarakat

Perancangan mesin ini diharapkan dapat meningkatkan kualitas, kuantitas, dan keamanan produk mesin perajang hijauan pakan ternak. Selain itu, harga mesin juga dapat dijangkau oleh peternak kalangan menengah.

### **G. Keaslian**

Konstruksi yang dirancang dan dibuat pada mesin perajang hijauan pakan ternak ini merupakan produk hasil inovasi dari produk yang sudah pernah ada dan mengalami perubahan-perubahan baik perubahan bentuk, ukuran, maupun perubahan dalam fungsinya sebagai hasil inovasi perancang. Hasil rancangan ini diharapkan menjadi produk baru dengan mekanisme yang baru. 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. Kajian tentang Mesin Perajang Hijauan Pakan Ternak**

##### **1. Hijauan Pakan Ternak dan Produk Olahannya**

Hijauan yang biasa digunakan sebagai pakan ternak Ruminansia adalah rumput gajah, rumput *king grass*, tanaman jagung, jerami, dan tanaman kacang-kacangan. Hijauan tersebut dapat tumbuh subur baik disawah, ladang maupun pekarangan rumah. Tinggi tanaman dapat mencapai 0,5 sampai 2,5 meter, dapat hidup dari dataran rendah hingga ketinggian 3000 meter di atas permukaan laut. Saat panen hijauan, biasanya dilakukan pemotongan pada pangkal batang lebih kurang 3-5 cm dari permukaan tanah. Pemotongan ini dapat dilakukan secara manual dengan alat golok, sabit, atau parang (Anonim, 1983)

Pakan hijauan dapat diawetkan dalam bentuk silase (*silage*). Silase adalah pakan ternak berkadar air tinggi dan padat protein serta unsur mikro yang sangat baik untuk pertumbuhan ternak. Silase didapatkan dengan proses fermentasi. Pakan hijauan yang akan dibuat silase dirajang terlebih dahulu, kemudian dicampur dengan tetes 5% atau dedak 10% dari berat hijauan, kemudian disimpan dalam ruang kedap udara (*anaerob*), dengan cara ini pakan akan tahan sampai 6 bulan. Pakan dalam bentuk silase dapat digunakan di musim kemarau, ketika hijauan susah didapatkan. Selain itu silase juga dapat didistribusikan ke daerah lain tanpa khawatir terjadi kerusakan (Anonim, 1983).

## **2. Mesin Perajang Hijauan Pakan Ternak**

Mesin perajang hijauan pakan ternak adalah alat yang digunakan untuk membantu peternakan ruminansia dalam hal penyediaan makanannya. Tanaman hijauan yang akan dirajang dimasukkan melalui sebuah saluran masuk, dirajang dalam sebuah boks perajangan, dan keluar berupa potongan yang berukuran kecil.

Sistem mesin perajang hijauan pakan ternak ini berawal dari daya dengan sumber motor listrik yang ditransmisikan melalui puli dan sabuk untuk memutar poros. Poros akan memutar pisau yang akan merajang tanaman hijauan yang masuk ke dalam boks perajangan, sehingga dihasilkan potongan-potongan yang kecil.

### **B. Tuntutan Mesin dari Sisi Calon Pengguna**

Mesin perajang hijauan pakan ternak harus dapat membantu proses perajangan. Terdapat berbagai tuntutan mesin yang harus dapat dipenuhi sehingga nantinya mesin ini dapat diterima dan memenuhi segala kebutuhan pemakai.

Adapun tuntutan-tuntutan dari mesin tersebut antara lain: 1) menggunakan tenaga mesin sehingga meringankan kerja operator, 2) proses menjadi tiga kali lebih cepat dari pada cara manual, sehingga produktivitas meningkat, 3) ukuran mesin tidak lebih dari panjang 1000 x lebar 600 x tinggi 1000 mm, 4) mudah dalam penggunaan dan perawatannya, dan 5) harga mesin dibawah 5 juta.

### C. Analisis Morfologi Mesin Perajang Hijauan Pakan Ternak

Analisis morfologi adalah suatu pendekatan yang sistematis dan terstruktur untuk mencari alternatif penyelesaian dengan menggunakan matriks sederhana. Langkah kedua dalam pengembangan produk, penyelesaian tugas desain dapat dicapai dengan memahami karakteristik mesin dan menguasai berbagai fungsi komponen mesin. Materi dasar inilah yang selanjutnya dapat dikembangkan untuk memilih komponen mesin yang paling ekonomis, perhitungan teknis, dan menciptakan bentuk luar yang menarik. Analisis morfologi sangat diperlukan dalam perancangan perajang hijauan pakan ternak untuk mendapatkan sebuah hasil yang maksimal.

Berdasarkan keterangan dan penjelasan terkait dengan produk perajang hijauan pakan ternak, didapatkan gambaran mengenai kebutuhan spesifikasi (tabel 1). Spesifikasi mesin dapat dikategorikan menjadi dua, yaitu:

1. keharusan (*demands*) disingkat D, yaitu syarat mutlak yang harus dimiliki mesin (jika tidak terpenuhi maka mesin merupakan solusi yang tidak diterima)
2. keinginan (*wishes*) disingkat W, yaitu syarat yang masih dapat dipertimbangan keberadaannya agar dapat dimiliki oleh mesin yang dirancang



Tabel 1. Tuntutan Perancangan Mesin Perajang Hijauan Pakan Ternak

No.	Tuntutan Perancangan	Persyaratan	Tingkat Kebutuhan
1.	KINEMATIKA	Mekanismenya mudah beroperasi	D
2.	GEOMETRI	1. Panjang $\pm 1000$ mm 2. Lebar $\pm 500$ mm 3. Tinggi $\pm 650$ mm 4. Dimensi dapat diperkecil	D D D W
3.	ENERGI	1. Menggunakan tenaga motor 2. Dapat diganti tenaga penggerak lain	D W
4.	MATERIAL	1. Mudah didapat 2. Murah harganya 3. Baik mutunya 4. Tahan terhadap korosi 5. Sesuai dengan standar umum 6. Memiliki umur pakai yang panjang 7. Mempunyai kekuatan yang baik	D D W D D D D
5.	ERGONOMI	1. Nyaman dalam penggunaan 2. Tidak bising 3. Mudah dioperasikan	D D D
6.	SINYAL	1. Petunjuk pengoperasian mudah dimengerti 2. Petunjuk pengoperasian dalam bahasa Indonesia	D D
7.	KESELAMATAN	1. Konstruksi harus kokoh 2. Bagian yang berbahaya ditutup 3. Tidak menimbulkan polusi	D D W

8.	PRODUKSI	1. Dapat diproduksi bengkel kecil 2. Biaya produksi relatif rendah 3. Dapat dikembangkan kembali	D W W
9.	PERAWATAN	1. Biaya perawatan murah 2. Suku cadang mudah didapat 3. Suku cadang murah 2. Perawatan mudah dilakukan 3. Perawatan secara berkala	D D D D W
10.	MOBILITAS	1. Mudah dipindahkan 2. Tidak perlu alat khusus untuk memindah	D D


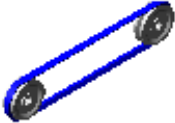
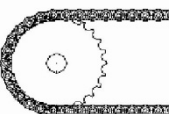
#### **D. Morfologi Mesin Perajang Hijauan Pakan Ternak**

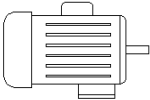
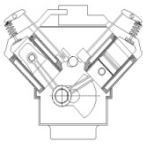
Berdasarkan cara kerja, identifikasi kebutuhan, dan keterangan spesifikasi kebutuhan mesin, maka didapat gambaran komponen yang akan membentuk mesin perajang yang sedang dirancang sebagai berikut:




1. pisau
2. sistem transmisi
3. tenaga penggerak
4. *casing* perajangan
5. profil rangka mesin

Langkah selanjutnya dapat disusun suatu skema klasifikasi yang disebut matriks morfologi, dan lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 2. Matriks Morfologi Mesin Perajang Hijauan Pakan Ternak

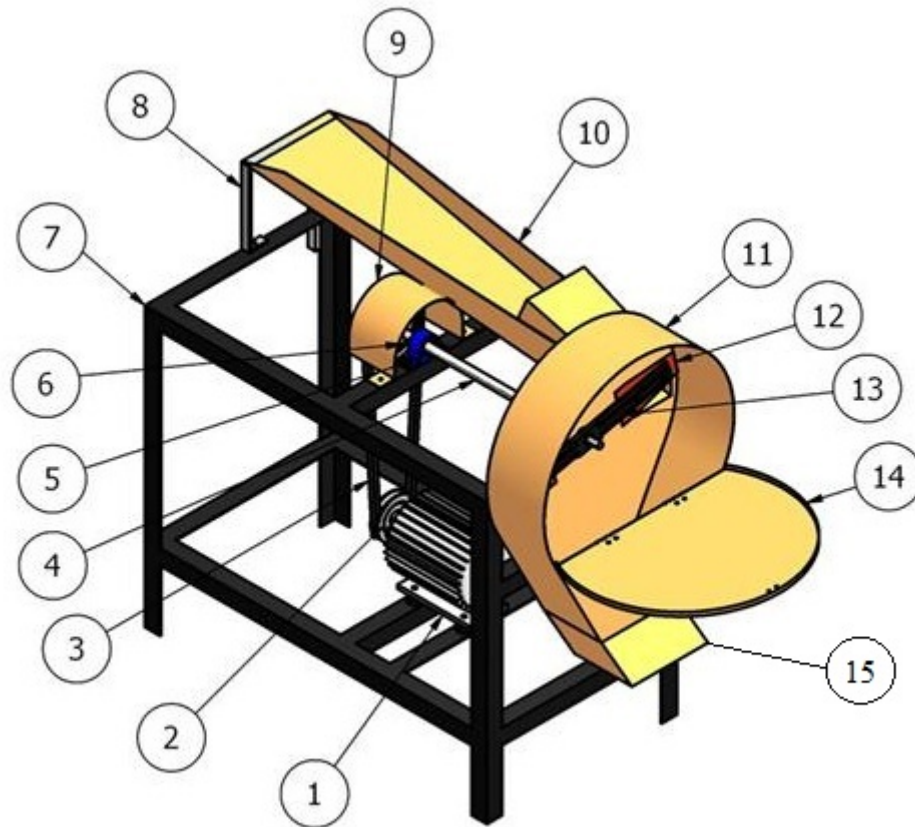
Pisau		
Varian	Keunggulan	Kekurangan
 Pisau pemotong rumput	1. Bahan kuat 2. Mudah didapat 3. Harga murah	Masih perlu sedikit dimodifikasi
Membuat sendiri	Model bisa dibuat sesuai kebutuhan	Proses pembuatan kurang praktis dan memakan waktu
Dari uraian di atas, pisau dipilih <b>pisau pemotong rumput</b> karena bahan cukup kuat dan tajam, banyak dijual di pasaran, dan murah.		
Sistem Tranmisi		
Varian	Keunggulan	Kekurangan
 <i>V-belt</i> dan puli	1. Bekerja lebih halus dan tidak berisik 2. Mudah pemasanganya 3. Harga relatif murah 4. Dapat dipakai untuk kecepatan tinggi 5. Dapat dipakai untuk jarak antar pusat yang relatif jauh	1. Perbandingan putaran yang tidak tetap 2. Memungkinkan terjadinya selip
 <i>Sprocket</i> dan rantai	1. Perbandingan putaran yang tetap 2. Tidak memerlukan tegangan awal 3. Keausan kecil pada bantalan	1. Kurang sesuai dipakai untuk kecepatan tinggi 2. Menimbulkan suara dan getaran yang cukup tinggi
Dari uraian di atas, sistem transmisi dipilih <b><i>V-belt</i></b> dan <b>puli</b> karena dapat meneruskan transmisi daya yang besar, mudah dalam pemasangan dan perawatannya, serta harganya yang relatif murah.		

Tenaga Penggerak		
Varian	Keunggulan	Kekurangan
 Motor listrik	1. Harga murah 2. Tidak menimbulkan polusi	1. Tidak tahan kerja dalam waktu lama 2. Ruang terbatas pada ketersediaan sumber listrik
 Motor bensin	1. Tahan kerja dalam waktu yang relatif lama 2. Banyak pilihan untuk daya besar	1. Harga mahal 2. Menimbulkan polusi 3. Getaran yang ditimbulkan tinggi
Dari uraian di atas, sumber tenaga penggerak dipilih <b>motor listrik</b> karena dalam perancangan mesin perajang ini tidak diperlukan daya yang terlalu besar, harganya yang relatif murah, dan rata-rata lokasi kandang mempunyai sumber listrik.		
Bahan Casing		
Varian	Keunggulan	Kekurangan
Seng	Harga sangat murah	1. Sangat mudah karatan 2. Terlalu lembek
Plat esyer	1. Mudah dibentuk 2. Cukup murah	Mudah berkarat
Fiber	Bahan ringan	1. Pembentukan perlu teknik khusus 2. Biaya relatif tinggi
Dari uraian di atas, bahan <i>casing</i> dipilih <b>plat esyer</b> karena sudah cukup kuat dan kaku.		

Profil Pangka		
Varian	Keunggulan	Kekurangan
 Siku	1. Harga murah 2. Ringan	Tidak cukup kuat untuk kebutuhan kekuatan yang besar
 Kanal UNP	Struktur kuat dan kokoh	Harga mahal
 Persegi	1. Kuat dan kokoh 2. Bentuknya kompak	Harganya lebih mahal dibandingkan dengan profil siku
Dari uraian di atas, bahan rangka dipilih <b>profil siku</b> karena cukup kuat dan murah.		

## E. Gambaran Mesin

### 1. Gambaran Teknologi



Gambar 3. Mesin Perajang Hijauan Pakan Ternak

Keterangan gambar:

- |                                |                              |
|--------------------------------|------------------------------|
| 1. Motor listrik               | 9. <i>Casing</i> puli        |
| 2. Puli I                      | 10. Saluran masuk hijauan    |
| 3. <i>V-belt</i>               | 11. <i>Casing</i> perajangan |
| 4. Poros                       | 12. Pisau                    |
| 5. Bearing                     | 13. Dudukan pisau            |
| 6. Puli II                     | 14. Tutup <i>casing</i>      |
| 7. Rangka                      | 15. Saluran keluar hijauan   |
| 8. Dudukan saluran masuk pakan |                              |

## 2. Cara Kerja Mesin

Cara kerja alat perajang hijauan pakan ternak ini dimulai dengan menekan tombol saklar *on*, yang akan menyalakan motor. Motor akan memutar puli I yang akan diteruskan ke puli II dengan perantara *V-belt*. Puli II yang dipasang pada poros akan memutar poros sekaligus memutar pisau yang dipasang pada ujung poros yang lain.

Saat keadaan pisau berputar, hijauan dimasukkan melalui saluran masuk hijauan. Hijauan yang masuk ke dalam *casing* perajangan akan dipotong secara berkelanjutan oleh pisau perajang yang berputar. Hijauan yang terpotong akan mempunyai ukuran yang lebih kecil dari ukuran sebelumnya, dan akan keluar melalui saluran keluar.

## F. Tuntutan Perancangan

Berdasarkan uraian pertimbangan perencanaan dapat diuraikan menjadi tuntutan perencanaan. Tuntutan perencanaan mesin perajang hijauan pakan ternak terdiri dari:

### 1. Gaya Potong Hijauan Pakan Ternak

Hal mendasar yang menjadi awal perancangan mesin perajang hijauan pakan ternak adalah mengetahui besarnya gaya potong yang dibutuhkan untuk dapat memotong batang tanaman hijauan. Besarnya gaya potong ini sangat penting untuk menghitung daya yang diperlukan mesin untuk dapat memotong hijauan. Data ini selanjutnya akan sangat menentukan dalam perancangan daya tenaga penggerak, transmisi, dan penghitungan lain.

Metode pendekatan yang dilakukan penulis untuk mengetahui besarnya gaya potong hijauan adalah metode pendekatan pragmatis. Pendekatan ini yaitu melakukan uji gaya potong dengan menggunakan alat bantu neraca tekan. Caranya dengan meletakkan pisau di atas neraca (posisi tegak lurus terhadap neraca), kemudian hijauan dipecutkan ke arah pisau. Ketika hijauan terpotong, pada saat yang bersamaan neraca akan menunjukkan berapa kg gaya potong maksimal yang terjadi.

## 2. Sistem Pemotongan

S. Persson dalam Sukamta (1994:6) mengatakan bahwa pemotongan adalah proses pemisahan secara mekanis suatu bahan padatan sepanjang garis tertentu oleh alat potong. Alat potong digambarkan sebagai bilah bahan (*blade*) dengan suatu tepi yang tajam. Pemotongan menyebabkan suatu bahan mempunyai 2 bentuk baru yang disebut potongan atau serpihan, yang lebih kecil dari bentuk aslinya.

Proses pemotongan diawali dengan terjadinya persinggungan (*contact*) antara mata pisau dengan bahan potong. selanjutnya bahan potong mengalami tekanan (*stress*) terutama di sekitar garis potong. Pemisahan terjadi bila tekanan pada bahan melebihi kekuatan geser (*failure strength*) bahan tersebut.

Pemotongan mempunyai nama lain yang menggambarkan jenis alat potongnya atau proses pemotongannya, seperti pencacahan (*chopping*), penyiangan (*mowing*), pembelahan (*splitting*), pengirisan (*slicing*), pengguntingan (*scissoring*) dan lain-lain.



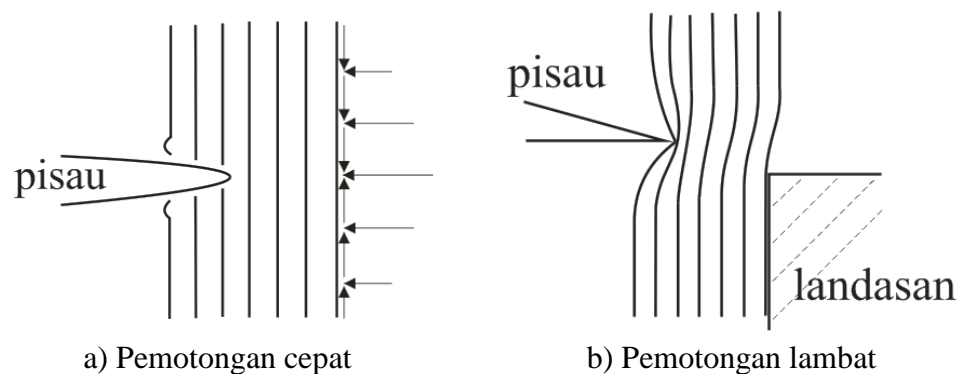
Dilihat dari kecepatan gerakan pisau terhadap bahan potong, proses pemotongan untuk *chopper* ada 2 jenis yaitu lambat dan cepat.

a. Pemotongan cepat

Yakni bila pisau bergerak dengan kecepatan lebih dari 15 m/s terhadap bahan potong. Pada pemotongan ini tidak diperlukan adanya landasan. Pisau potong bergerak cepat mengenai bahan sedang bahan potong karena kelembamannya terlambat mengikuti gerakan pisau potong, maka terjadi proses pemotongan. Contoh pemotongan jenis ini adalah *mower* pada *reaper* dan gergaji mesin.

b. Pemotongan lambat

Yakni pisau potong bergerak dengan kecepatan kurang dari 15 m/s terhadap bahan potong. Pada pemotongan ini sangat diperlukan adanya landasan (*countershear*). Landasan berfungsi untuk menahan beban dari gaya penekanan pisau sehingga terjadi proses pemotongan. Permukaan bidang potong pada pemotongan jenis ini lebih halus (tidak pecah-pecah) dibanding pada pemotongan cepat. Contoh dari pemotongan ini adalah pengguntingan.



Gambar 4. Jenis Pemotongan Batang Hijauan

### 3. Daya Mesin dan Tenaga Penggerak

Setelah gaya potong hijauan diketahui maka selanjutnya bisa dihitung daya motor listrik yang dibutuhkan. Untuk menghitung daya mesin (P) terlebih dahulu dihitung torsi (T), yaitu:

$$T = F \times R \quad (\text{Robert L. Mott, 2009:81}) \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

F = gaya potong hijauan (kg)

R = jari-jari lingkaran perajangan, titik potong terluar (m)

Setelah mengetahui besarnya torsi yang dihasilkan gaya potong hijauan, selanjutnya bisa dihitung daya mesin. Daya mesin (P) dihitung dengan:

$$P = \frac{T \times n}{63000} \quad (\text{Robert L. Mott, 2009:82}) \dots\dots\dots(2)$$

Torsi (T) pada rumus di atas masih dalam satuan lb-in, maka perlu dikonversi ke dalam satuan kg-mm. Sehingga menjadi:

$$P = \frac{T \times n}{72585,1}$$

Keterangan:

T = torsi dari gaya potong (kg.mm)

n = putaran perajangan (rpm)

Tenaga penggerak pada mesin perajang hijauan digunakan motor listrik. Motor listrik adalah suatu alat listrik atau pesawat tenaga yang mempunyai prinsip mengubah tenaga listrik menjadi tenaga mekanik gerak putar. Motor listrik terdiri dari bagian yang diam (*stator*) dan

bagian yang berputar (*rotor*). Secara umum pembagian motor listrik menurut sistem listrik yang dipakai terbagi menjadi dua yaitu:

a. Motor listrik arus searah (Motor DC)

Motor DC memiliki prinsip kerja yang sama dengan dinamo, yang membedakannya adalah pada dinamo tenaga mekanik putar mengerakkan atau memutar jangkar (angker) sehingga membangkitkan tenaga listrik sedangkan pada motor listrik arus searah, tenaga listrik DC lah yang membuat angkernya berputar sehingga terjadilah tenaga mekanik yaitu gerak berputar.

b. Motor listrik arus bolak-balik (Motor AC)

Motor AC identik dengan motor DC dalam banyak hal motor AC dapat menyamai kerja dari motor-motor DC. Motor-motor AC sangat cocok dimana diperlukan kecepatan yang tetap. Kecepatan yang tetap ini sangat dimungkinkan karena ketentuan oleh frekuensi sistem arus bolak-balik yang diberikan kepada terminal motor-motornya.

#### 4. Poros

Poros merupakan salah satu bagian dari mesin yang sangat penting karena hampir semua mesin meneruskan tenaga bersama-sama dengan putaran, oleh karenanya poros memegang peranan utama dalam transmisi dalam sebuah mesin (Sularso, 1991:1). Berikut adalah perhitungan yang digunakan dalam merancang sebuah poros yang mengalami beban lentur maupun puntir, yaitu:

- a. Menghitung daya rencana

$$P_d = f_c \cdot P \quad (kW) \quad (\text{Sularso, 1991:7}) \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan:

$P_d$  = daya rencana (kW)

$f_c$  = faktor koreksi

$P$  = daya nominal (kW)

- b. Menghitung momen yang terjadi pada poros

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{P_d}{n_1} \quad (\text{Sularso, 1991:7}) \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan:

$T$  = momen rencana (kg.mm)

$n_1$  = putaran poros (rpm)

- c. Gaya tarik *v-belt* pada pembebanan poros

$$(T_1 - T_2) = \frac{T}{R} \quad (\text{Daryanto, 2000:117}) \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan:

$T$  = torsi motor listrik (kg.mm)

$R$  = jari-jari *pulley* pada poros (rpm)

- d. Mencari tegangan geser yang diizinkan

$$\tau_a = \sigma_B / (Sf_1 \times Sf_2) \quad (\text{Sularso, 1991:8}) \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan:

$\tau_a$  = tegangan geser yang diizinkan (kg/mm<sup>2</sup>)

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

$Sf_1, Sf_2$  = faktor keamanan

Faktor koreksi yang ditinjau dari keadaan momen puntir dinyatakan dengan  $K_t$  dengan harga 1,0 – 3,0. Faktor tersebut ditinjau apakah poros dikenai beban secara halus, sedikit kejutan/tumbukan, atau kejutan atau tumbukan yang besar. Faktor koreksi momen lentur mempunyai ketentuan yaitu untuk poros yang berputar dengan pembebanan momen lentur tetap, besarnya faktor  $K_m = 1,5$ . Poros dengan tumbukan ringan  $K_m$  terletak antara 1,5 dan 2,0, dan untuk beban dengan tumbukan berat  $K_m$  terletak antara 2 dan 3 (Sularso, 1991: 17).

e. Menentukan diameter poros

$$d_s \geq \left[ \frac{5,1}{\tau_a} \sqrt{(K_m M)^2 + (K_t T)^2} \right]^{1/3} \quad (\text{Sularso, 1991:18}) \dots\dots\dots(7)$$

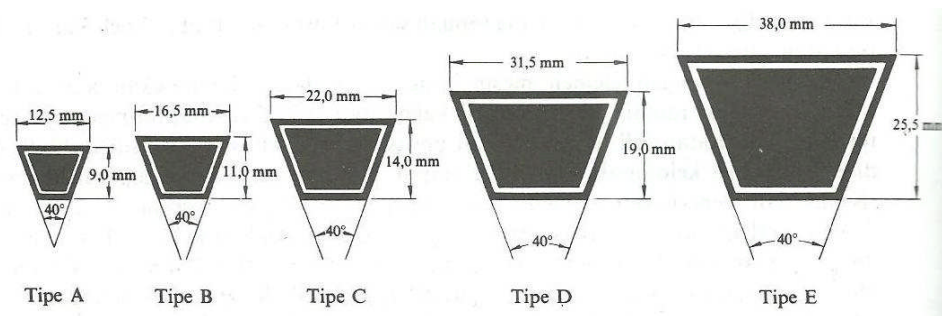
Keterangan:

$K_m$  = faktor koreksi momen lentur  
 $M$  = momen lentur (kg.mm)  
 $K_t$  = faktor koreksi momen puntir  
 $T$  = momen puntir (kg.mm)

## 5. Transmisi Sabuk-V (*V-belt*)

Jarak yang cukup jauh yang memisahkan antara dua buah poros mengakibatkan tidak memungkinkannya menggunakan transmisi langsung dengan roda gigi. Sabuk-V merupakan sebuah solusi yang dapat digunakan. Sabuk-V adalah salah satu transmisi penghubung yang terbuat dari karet dan mempunyai penampang trapesium. Dalam penggunaannya sabuk-V dibelitkan mengelilingi alur puli yang

berbentuk V pula. Bagian sabuk yang membelit pada puli akan mengalami lengkungan sehingga lebar bagian dalamnya akan bertambah besar (Sularso, 1991:163).



Gambar 5. Penampang Sabuk-V

Sabuk-V banyak digunakan karena sabuk-V sangat mudah dalam penanganannya dan murah harganya. Selain itu sabuk-V juga memiliki keunggulan lain dimana sabuk-V akan menghasilkan transmisi daya yang besar pada tegangan yang relatif rendah serta jika dibandingkan dengan transmisi roda gigi dan rantai, sabuk-V bekerja lebih halus dan tak bersuara. Berdasarkan penampang sabuk-V terdapat beberapa tipe seperti terlihat pada Gambar 5. Selain memiliki keunggulan dibandingkan dengan transmisi-transmisi yang lain, sabuk-V juga memiliki kelemahan yaitu memungkinkan terjadinya slip. Faktor koreksi transmisi sabuk-v dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Faktor Koreksi Transmisi Sabuk-V

Mesin yang digerakkan		Pengerak					
		Momen puntir puncak 200%			Momen puntir puncak > 200%		
		Motor arus bolak-balik (momen normal, sangkar bajing, sinkron), motor arus searah (lilitan shunt)			Motor arus bolak-balik (moment tinggi, fasa tunggal, lilitan seri), motor searah (lilitan kompon, lilitan seri), mesin torak, kopling tak tetap		
		Jumlah jam kerja tiap hari			Jumlah jam kerja tiap hari		
		3-5 jam	8-10 jam	16-24 jam	3-5 jam	8-10 Jam	16-24 jam
Variasi beban sangat kecil	Pengaduk zat cair, kipas angin, blower (sampai 7,5 kW) pompa sentrifugal, konveyor tugas ringan.	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4
Variasi beban kecil	Konveyor sabuk (pasir, batu bara), pengaduk, kipas angin (lebih dari 7,5kW), mesin torak, peluncur, mesin perkakas, mesin pencetak.	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6
Variasi beban sedang	Konveyor (ember, sekrup), pompa torak, kompresor, pilingan palu, pengocok, roots-blower, mesin tekstil, mesin kayu	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8
Variasi beban besar	Penghancur, gilingan bola atau batang, pengangkat, mesin pabrik karet (rol, kalender)	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0

(Sularso, 1991:163)

Oleh karena itu, maka perencanaan sabuk-V perlu dilakukan untuk memperhitungkan jenis sabuk yang digunakan dan panjang sabuk yang akan digunakan. Berikut adalah perhitungan yang digunakan dalam perancangan sabuk-V antara lain:

a. Daya rencana ( $P_d$ )

$$P_d = f_c \times P \quad (\text{Sularso, 1991:7}) \dots\dots\dots(8)$$

Keterangan:

$P$  = daya (kW)

$P_d$  = daya rencana (kW)

b. Momen rencana ( $T_1, T_2$ )

$$T_1 = 9,74 \times 10^5 \times \left( \frac{P_d}{n_1} \right) (\text{kg.mm}) \quad (\text{Sularso, 1991:7}) \dots\dots\dots(9)$$

$$T_2 = 9,74 \times 10^5 \times \left( \frac{P_d}{n_2} \right) (\text{kg.mm}) \quad (\text{Sularso, 1991:7}) \dots\dots\dots(10)$$

Keterangan:

$P_d$  = daya rencana (kW)

$n_1$  = putaran poros penggerak (rpm)

$n_2$  = putaran poros yang digerakkan (rpm)

c. Diameter lingkaran jarak bagi puli ( $d_p, D_p$ )

$$\frac{n_1}{n_2} = i = \frac{D_p}{d_p} = \frac{1}{u}; u = \frac{1}{i} \quad (\text{Sularso, 1991:166}) \dots\dots\dots(11)$$

$$\text{maka } D_p = d_p \times i \dots\dots\dots(12)$$

Keterangan:

$d_p$  = diameter jarak bagi puli kecil (mm)

$D_p$  = diameter jarak bagi puli besar (mm)

$i$  = perbandingan putaran



d. Kecepatan sabuk ( $v$ )

$$v = \frac{d_p n_1}{60 \times 1000} \quad (\text{Sularso, 1991:166}) \dots\dots\dots (13)$$

Keterangan:

$V$  = kecepatan puli (m/s)  
 $d_p$  = diameter puli kecil (mm)  
 $n_1$  = putaran puli kecil (rpm)

e. Panjang keliling ( $L$ )

$$L = 2C + \frac{\pi}{2}(D_p + d_p) + \frac{1}{4C}(D_p - d_p)^2 \quad (\text{Sularso, 1991:170}) \dots\dots (14)$$

f. Jarak sumbu poros ( $C$ )

$$C = \frac{b + \sqrt{b^2 - 8(D_p - d_p)^2}}{8} \text{ (mm)} \quad (\text{Sularso, 1991:170}) \dots\dots\dots (15)$$

$$\text{maka } b = 2L - 3,14(D_p + d_p) \dots\dots\dots (16)$$

g. Sudut kontak ( $\theta$ )

$$\theta = 180 - \frac{57(D_p - d_p)}{C} \quad (\text{Sularso, 1991:173}) \dots\dots\dots (17)$$

$$\text{faktor koreksi } (k\theta) = 0,99^\circ$$

## 6. Rangka

Baja profil dapat dipakai untuk membuat konstruksi rangka dan tabung biasanya dalam bentuk profil I, U, L, persegi dan bundar (pipa) digunakan untuk konstruksi penumpu yang dikeliling atau dilas. Baja profil termasuk klasifikasi baja karbon rendah dengan paduan antara besi (Fe) dan karbon (C) sebesar 0,1% - 0,3 % sehingga mempunyai sifat mudah dapat ditempa dan liat.

## 7. *Casing*

*Casing* merupakan bagian dari mesin yang berfungsi sebagai pelindung komponen-komponen dari mesin itu sendiri. Selain itu *casing* biasanya digunakan sebagai sarana pelindung bagi pengguna mesin dari bahaya kecelakaan kerja dari bagian-bagian mesin yang berbahaya. *Casing* sering terbuat dari baja yang memiliki ketebalan yang tipis atau sering disebut dengan pelat baja. Plat baja terbagi menjadi tiga kategori, plat tebal ( $> 4,75$  mm), plat sedang (3-4,75 mm) dan plat tipis ( $< 3$  mm). Plat baja dapat digunakan sebagai bahan pembuatan casing dan lain-lain dengan pemilihan didasarkan pada permukaan dan ketebalan plat.

## **BAB III**

### **KONSEP PERANCANGAN**

#### **A. Diagram Alir Proses Perancangan**

Diagram alir adalah suatu gambaran utama yang dipergunakan untuk dasar dalam bertindak. Pada perancangan diperlukan suatu diagram alir yang bertujuan untuk mempermudah dalam pelaksanaan proses perancangan.

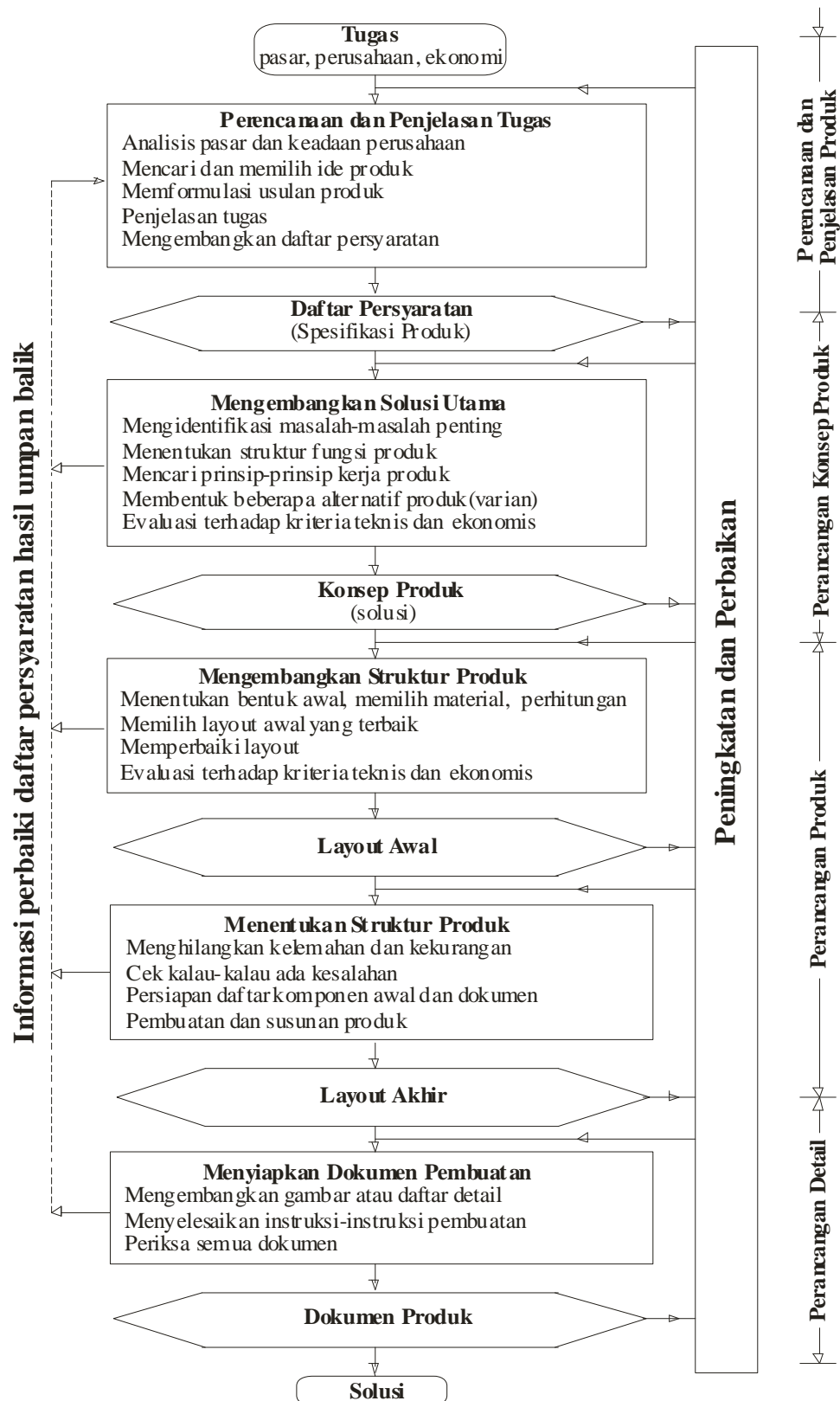
Metode perencanaan merujuk pada metode perencanaan menurut Pahl dan Beitz (Dharmawan,1999) yang terbagi menjadi empat tahap, yaitu:

1. Perencanaan dan penjelasan tugas

Tahapan pertama ini meliputi pengumpulan informasi permasalahan dan kendala yang dihadapi serta dilanjutkan dengan persyaratan mengenai sifat dan performa tuntutan produk yang harus dimiliki untuk mendapatkan solusi.

2. Perencanaan konsep produk

Perencanaan konsep produk berguna untuk memberikan beberapa solusi alternatif konsep produk selanjutnya dievaluasi berdasarkan persyaratan teknis, ekonomis, dan lain-lain. Tahapan ini dapat diawali dengan mengenal dan menganalisis spesifikasi produk yang telah ada. Hasil analisis spesifikasi produk dilanjutkan dengan memetakan struktur fungsi komponen sehingga dapat disimpulkan beberapa varian solusi pemecahan masalah konsep produk.

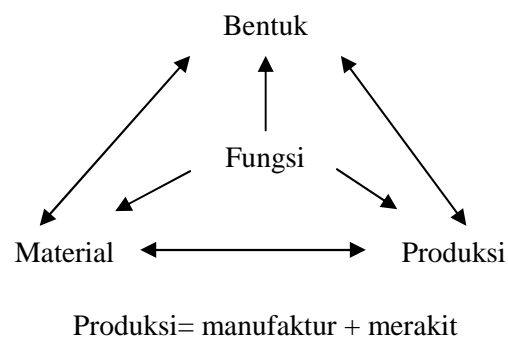


Gambar 6. Diagram Alir Proses Perancangan Pahl dan Beitz

### 3. Perencanaan produk (*embodiment design*)

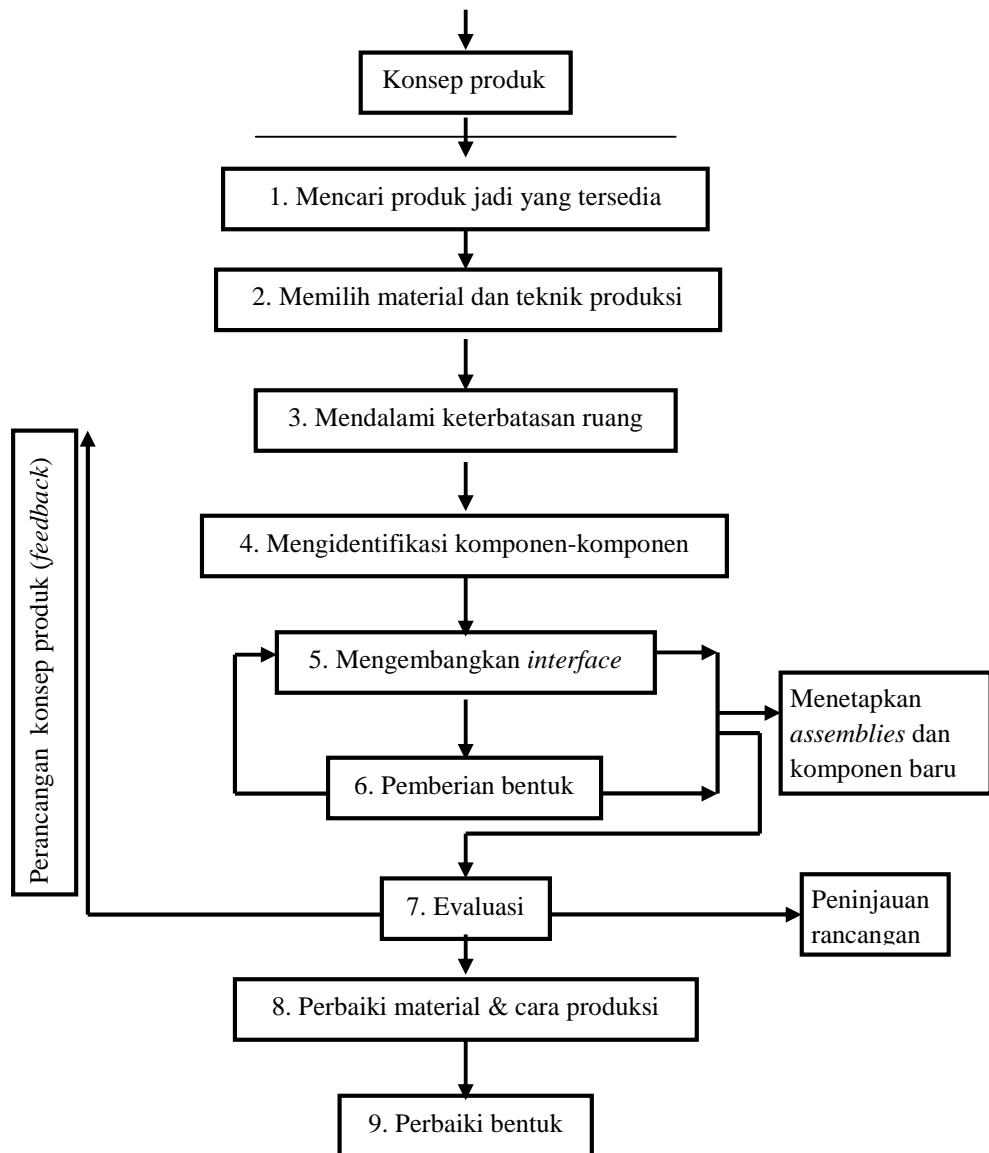
Perencanaan produk memerlukan beberapa pertimbangan untuk menentukan keputusan atau solusi setiap proses perencanaan. Berdasarkan kasus masalah yang dihadapi yaitu perencanaan produk mesin perajang hijauan pakan ternak, pendekatan konsep yang digunakan adalah perencanaan produk dengan perencanaan simultan atau perencanaan dengan pendekatan proses produksi.

Konsep perencanaan simultan terdapat empat elemen utama, yaitu: fungsi, bentuk, material, dan produksi. Fungsi merupakan elemen penting diantara keempat elemen perencanaan simultan.



Gambar 7. Elemen Dasar dalam Perencanaan Simultan

Selanjutnya untuk perencanaan produk terdiri dari sembilan langkah yang mempermudah proses perencanaan itu sendiri. Kesembilan langkah perancangan produk dapat digambarkan dalam diagram alir (Gambar 8) yaitu:



Gambar 8. Langkah-langkah Perancangan Produk

a. Mencari produk jadi yang tersedia di pasar

Memilih dan memakai komponen yang telah tersedia di pasar atau produk khusus (*special product*) adalah jauh lebih murah daripada merancang, mengembangkan dan membuat komponen sendiri, seperti bantalan, mur, dan baut. Alternatif memilih produk jadi yang tersedia untuk memenuhi fungsi komponen merupakan

solusi penting perencanaan produk untuk menghemat waktu dan biaya produksi.

b. Memilih material dan teknik produksi

Memilih material dan teknik produksi merupakan alternatif kedua perencanaan produk jika produk jadi hasil konsep produk tidak ditemukan di pasar. Beberapa faktor yang perlu diperhatikan pada proses pemilihan material dan teknik produksi adalah:

1) Kuantitas produk yang harus dibuat

Faktor tersebut merupakan pertimbangan proses produksi. Jika produk yang dirancang hanya sebuah, maka perlu dihindari penggunaan *tooling* atau alat produksi yang mahal harganya.

2) Pengetahuan tentang penggunaan material pada aplikasi terdahulu

Informasi pemakaian material serupa merupakan faktor pertimbangan proses produksi terkait pada bagaimana teknik produksi material yang baik, sifat dan kinerja material terhadap beban yang diterima.

3) Pengetahuan dan pengalaman

Pengetahuan dan pengalaman yang terbatas akan berpengaruh pada keterbatasan pemilihan material dan teknik produksi pula. Oleh karena itu, pengetahuan dan pengalaman perlu didukung dengan literatur aplikasi material.

#### 4) Syarat-syarat teknis tentang material

Syarat-syarat teknis tentang material merupakan pertimbangan yang dapat membatasi pemilihan material dan teknis produksi. Solusi untuk memenuhi syarat-syarat teknis material dapat dipecahkan dengan mementingkan esensial fungsi produk.

#### 5) Faktor ketersediaan

Faktor ketersediaan material merupakan hambatan utama setiap perencanaan. Oleh karena itu, beberapa alternatif pemilihan material merupakan solusi penting perencanaan produk.

#### c. Mendalami keterbatasan ruang

Salah satu persyaratan teknis perencanaan produk adalah batasan-batasan ruang yang ditempati produk. Batasan-batasan ruang merupakan dasar pembuatan gambar *layout* yang berfungsi sebagai referensi batas dimensi produk atau komponen.

#### d. Mengidentifikasi komponen-komponen produk

Identifikasi komponen-komponen produk berfungsi untuk memisahkan beberapa komponen hasil sketsa konsep produk. Pemisahan komponen-komponen produk bertujuan untuk mempermudah proses pemilihan material dan pembuatan komponen yang sulit berdasarkan fungsi komponen.

#### e. Mengembangkan *interface* atau titik kontak antara dua komponen

Mengembangkan *interface* berfungsi untuk mengantisipasi interferensi atau gangguan proses perakitan.



f. Memberi bentuk

Proses pemberian bentuk diharapkan menghasilkan produk yang memenuhi tuntutan produk. Tuntutan produk antara lain seperti kuat, stabil, ketahanan korosi dan keausan yang terjadi dalam batas yang diijinkan, dan lain-lain.

g. Evaluasi

Evaluasi produk dilakukan pada proses perencanaan produk bertujuan untuk mendapatkan ketelitian yang lebih baik. Langkah evaluasi mengumpulkan informasi yang lengkap agar dapat dibandingkan dengan syarat-syarat pada spesifikasi perancangan. Tiga hal pertimbangan hasil evaluasi, yaitu:

- 1) Hasil evaluasi baik, sehingga produk hasil rancangan telah siap ditinjau ulang bersama produk hasil rancangan alternatif lainnya atau dilanjutkan pada perencanaan detail.
- 2) Hasil evaluasi tidak memenuhi syarat sebagai produk bermutu, sehingga perlu dikembalikan pada tahapan sebelumnya untuk ditinjau kembali sehingga diperoleh konsep produk yang lebih baik.
- 3) Hasil evaluasi perlu perbaikan berdasarkan kekurangan-kekurangan yang ditemukan pada proses evaluasi. Perbaikan terdiri dari dua jenis, yaitu: perbaikan material dan atau cara pembuatannya dan perbaikan bentuk produk atau komponen produk.

h. Perbaikan material dan cara produksi

Langkah perbaikan ini bertujuan untuk mendapatkan produk yang lebih baik atau memenuhi syarat mutu evaluasi, seperti kekuatan bahan atau kualitas dan efisiensi hasil perencanaan proses produksi.

i. Perbaikan bentuk

Langkah perbaikan bentuk berfungsi untuk menghilangkan interferensi gangguan atau memperbaiki kinerja produk hasil evaluasi dengan cara merubah ukuran hingga mengganti bentuk komponen.

4. Perencanaan detail

Perencanaan detail merupakan hasil keputusan perencanaan berdasarkan beberapa tahapan sebelumnya. Hasil akhir dari tahapan ini adalah gambar rancangan lengkap dan spesifikasi produk untuk pembuatan (yang disebut dokumen pembuatan produk).

Setiap tahapan proses perancangan berakhir, hasil tahapan tersebut menjadi masukan untuk tahapan selanjutnya dan menjadi umpan balik untuk tahapan sebelumnya. Sebagai konsep utama perancangan metode tersebut, hasil setiap tahapan dapat berubah setiap saat berdasarkan umpan balik yang diterima dari hasil tahapan-tahapan berikutnya.

## **B. Pernyataan Kebutuhan**

Mesin perajang hijauan pakan ternak ini merupakan alat produksi pada tingkat usaha menengah. Berdasarkan analisis tuntutan calon pengguna diperoleh beberapa pernyataan kebutuhan terhadap mesin tersebut, antara lain:

1. diperlukan sumber tenaga motor listrik dengan klasifikasi harus sebanding dengan kinerja mesin dan tidak boros biaya listrik
2. diperlukan konstruksi mesin yang kuat, kokoh, ringan, dan mudah dipindah-pindah
3. diperlukan desain model mesin yang sederhana dengan harga yang terjangkau, mudah suku cadang dan perawatannya

## **C. Analisis Kebutuhan**

Berdasarkan pernyataan kebutuhan di atas diperlukan beberapa langkah analisis kebutuhan untuk memperjelas tugas perencanaan mesin perajang pakan ternak. Langkah-langkah analisis kebutuhan tersebut terdiri dari 3 langkah yaitu:

### **1. Spesifikasi Mesin**

Spesifikasi dipengaruhi oleh beberapa ketentuan pernyataan kebutuhan konsumen yaitu: harga penjualan, kapasitas kerja dan daya motor penggerak.

- a. Harga penjualan mesin yang terjangkau dapat dipengaruhi oleh jenis dan kualitas material yang digunakan. Oleh karena itu, untuk memenuhi kebutuhan konstruksi mesin yang kuat diharapkan

perencanaan mesin mampu mengoptimalkan bahan-bahan dengan harga terjangkau namun mampu menghasilkan konstruksi mesin yang baik.

- b. Kapasitas kerja dan daya motor penggerak merupakan satu kesatuan pengaruh spesifikasi mesin yang penting. Kapasitas kerja mesin sebagai perajang hijauan diharapkan mampu dikerjakan dengan daya motor penggerak dengan kapasitas yang kecil.

## 2. Standar Penampilan

Berdasarkan standar penampilan dapat ditentukan batasan kapasitas kerja dan postur rata-rata orang dewasa sebagai operator. Tujuan dari standar penampilan adalah mesin mampu memberikan kenyamanan bagi operator, memudahkan proses produksi dan mampu menghasilkan produk rajangan yang sesuai dengan kebutuhan.

## 3. Target Keunggulan Produk

Target yang ingin dicapai sebagai keunggulan pada perencanaan dan proses perajangan hijauan pakan ternak adalah:

- a. Proses pembuatan dapat dikerjakan dengan mudah dan cepat.
- b. Biaya keseluruhan pembuatan mesin yang terjangkau.
- c. Mesin cukup dioperasikan oleh 1 orang operator.
- d. Mesin tidak bising.
- e. Keamanan (*safety*) operator terjamin.
- f. Mesin mampu meningkatkan kualitas hasil produksi.

- g. Mesin mempunyai ukuran dan bentuk yang sesuai dengan ruang usaha yang kecil dan mudah dipindahkan.
- h. Mesin tidak menimbulkan polusi udara karena tidak menggunakan bahan bakar minyak.
- i. Perawatan dan pemeliharaan mesin tidak memerlukan biaya khusus.

#### **D. Pertimbangan Perencanaan**

Berdasarkan uraian analisis kebutuhan di atas, selanjutnya bisa dijadikan sebagai dasar pertimbangan perencanaan. Pertimbangan perencanaan mesin perajang hijauan pakan ternak dibagi menjadi enam jenis, yaitu:

##### **1. Pertimbangan Teknis**

Pertimbangan nilai teknis identik dengan kekuatan konstruksi mesin sebagai jaminan kepada calon pembeli. Pertimbangan teknis mesin perajang hijauan pakan ternak adalah sebagai berikut:

- a. Konstruksi yang kuat dan proses *finishing* yang baik dapat menambah umur mesin.
- b. Proses *assemblies* mesin relatif mudah sehingga perawatan dan *maintenance* mesin dapat dilakukan dengan mudah dan murah.

##### **2. Pertimbangan Ekonomis**

Pertimbangan nilai ekonomis merupakan pertimbangan kedua setelah diterimanya produk oleh calon pemakai. Pertimbangan nilai ekonomis memiliki keterkaitan antara kemampuan nilai teknis produk terhadap daya beli konsumen dan harga jual produk yang ditawarkan.

Sebagai pertimbangan ekonomis mesin perajang hijauan pakan ternak terhadap calon pemakai, kalangan menengah, adalah sebagai berikut:

- a. Hasil kinerja mesin mampu memberikan produk rajangan hijauan yang memenuhi standar kebutuhan kalangan menengah.
- b. Harga mesin terjangkau untuk kalangan menengah.
- c. Jaminan umur produk yang lama sebagai pendukung *profit* usaha calon pemakai.
- d. Suku cadang mesin yang berkualitas mudah didapat dengan harga murah dan perawatan yang mudah dikerjakan.

### 3. Pertimbangan Ergonomis

Pertimbangan ergonomis mesin perajang hijauan pakan ternak berdasarkan analisis kebutuhan adalah sebagai berikut:

- a. Kinerja mesin mampu menghasilkan produk rajangan hijauan yang baik sehingga memberikan nilai efektifitas kerja mesin sebagai mesin perajang hijauan pakan ternak.
- b. Konstruksi mesin yang sederhana dan proposional memungkinkan setiap orang dapat mengoperasikannya dengan mudah sehingga memberikan efisiensi tenaga dan waktu serta memberikan nilai *comfortable* atau kenyamanan terhadap kerja operator.
- c. Spesifikasi mesin yang cukup proposional dapat mempermudah proses pemindahan mesin dan pengaturan lingkungan tempat atau area kerja mesin perajang hijauan pakan ternak.

#### 4. Pertimbangan Lingkungan

Pertimbangan lingkungan yang merupakan salah satu pendukung diterimanya produk oleh masyarakat dan calon pembeli adalah mesin perajang yang bebas polusi dan tidak bising. Selain itu, hal tersebut dapat mendukung kenyamanan operator.

#### 5. Pertimbangan Keselamatan Kerja

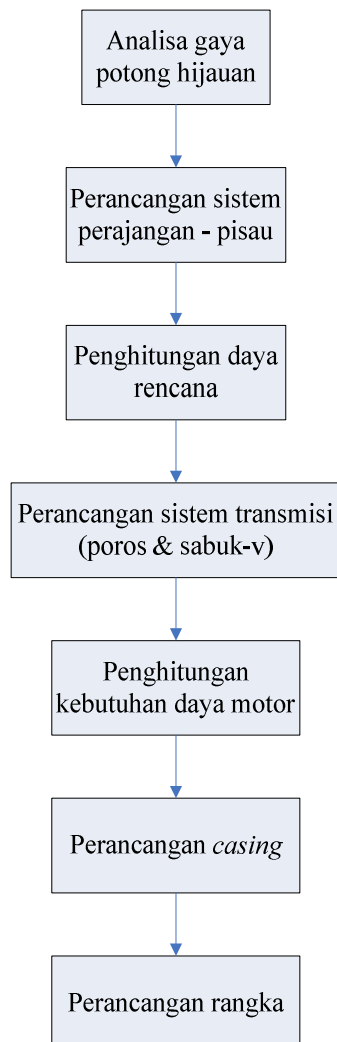
Pertimbangan keselamatan kerja merupakan syarat ketentuan mesin agar dapat dikatakan layak pakai. Syarat tersebut dapat berupa bentuk komponen mesin yang berfungsi sebagai pengaman atau pelindung operator pada bagian mesin yang berpotensi mengakibatkan kecelakaan kerja.

## BAB IV

### PROSES, HASIL, DAN PEMBAHASAN

#### A. Proses Perancangan Mesin Perajang Hijauan Pakan Ternak

Proses perancangan mesin perajang hijauan pakan ternak, mempunyai langkah-langkah perencanaan yang dapat digambarkan seperti diagram alir pada Gambar 9.



Gambar 9. Diagram Alir Proses Perancangan Mesin Perajang Hijauan Pakan Ternak

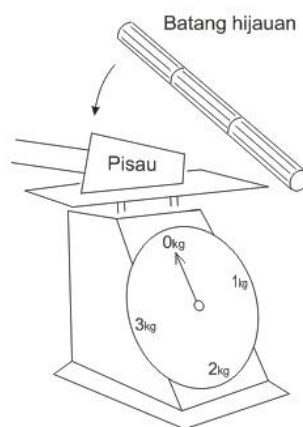


## B. Teknik Perancangan Mesin Perajang Hijauan Pakan Ternak

### 1. Gaya Potong Hijauan Pakan Ternak – Rumput Gajah

Gaya potong hijauan adalah data yang harus diketahui untuk memulai perhitungan perancangan mesin perajang hijauan pakan ternak. Dalam laporan ini penulis hanya menguji rumput gajah, karena tanaman ini mempunyai sifat-sifat morfologi yang menyerupai tanaman hijauan lainnya. Selanjutnya perhitungan akan menggunakan gaya potong rumput gajah ini.

Sesuai dengan pendekatan pragmatis yang digunakan, dilakukan uji potong pada rumput gajah dengan beberapa kali percobaan. Caranya dengan meletakkan pisau di atas neraca (posisi tegak lurus terhadap neraca), kemudian hijauan dipecutkan ke arah pisau. Ketika hijauan terpotong, pada saat yang bersamaan neraca akan menunjukkan berapa kg gaya potong maksimal yang terjadi. Batang hijauan dipilih bagian pangkal karena merupakan bagian paling besar dan keras, dengan diameter rata-rata batang mendekati 2,5 cm.



Gambar 10. Analisa Gaya Potong Hijauan Menggunakan Neraca Tekan

Tabel 4. Data Percobaan Uji Gaya Potong pada Rumpuk Gajah

Percobaan	Gaya Potong (kg)
I	3,2
II	3,1
III	3,3
IV	3
V	3,3

Hasil dari percobaan gaya potong terhadap batang hijauan di atas diketahui gaya potong maksimal (F) adalah 3,3 kg.

Luas penampang batang hijauan:

$$\begin{aligned}
 A &= \pi.r^2 \\
 &= 3,14 (12,5)^2 \\
 &= 490,625 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Maka, tegangan geser batang hijauan:

$$\begin{aligned}
 \sigma_g &= \frac{F}{A} \\
 &= \frac{3,3}{490,625} \\
 &= 6,7 \times 10^{-3} \text{ kg/mm}^2
 \end{aligned}$$

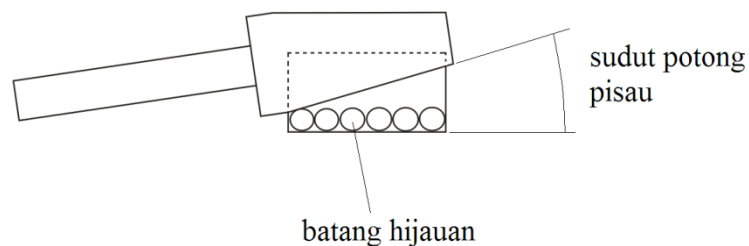
## 2. Sistem Perajangan

Mesin perajang hijauan ini memakai sistem perajangan tunggal, dengan 2 buah pisau yang memotong hijauan secara bergantian. Pisau mempunyai sudut potong 24° pada titik terdekat dan sudut potong 10° pada titik terjauh terhadap pusat poros. Sudut ini memperingan gaya yang diperlukan untuk memotong, dan membuat batang hijauan terpotong secara berurutan satu per satu.

Dari kecepatan putaran 600 rpm diperoleh kecepatan potong:

$$\begin{aligned}\omega &= 2\pi n/60 \\ &= 2 \times 3,14 \times 600 / 60 \\ &= 62,8 \text{ rad} \\ V &= \omega R \\ &= 62,8 \cdot 0,23 \\ &= 14,4 \text{ m/s}\end{aligned}$$

Jadi mesin ini menggunakan sistem pemotongan lambat yang memerlukan landasan. Akan tetapi kecepatan tersebut mendekati pemotongan cepat sehingga beban landasan ringan.



Gambar 11. Sudut Potong Perajangan

Pisau perajang tidak memotong batang-batang hijauan secara bersamaan, tetapi berurutan satu per satu. Sehingga besar gaya potong adalah 3,3 kg. Keperluan angka keamanan dalam hal ini, akan diberikan pada sub-bab daya motor penggerak.

Mesin ini menggunakan pisau yang digunakan pada mesin pemotong rumput. Dilihat dari fungsinya pisau ini cukup kuat dan tajam.

Di pasaran pisau ini mudah didapat dan harganya murah. Meskipun ada bermacam-macam merek, tetapi bentuk dan ukurannya hampir sama.

Pisau yang digunakan mesin ini bermerek Tanaka dan berukuran 305 x 90 x 1,4 mm. Pisau ini dipotong menjadi 2 sama sisi terlebih dahulu yang nantinya digunakan untuk kedua sisi perajangan pada mesin. Mata pisau memiliki kemiringan sudut 24°. Pisau diberi lubang untuk penyambungan denganudukan pisau menggunakan baut. Selain itu, pisau perlu dipertajam agar gaya potong yang diperlukan menjadi minimal.

### 3. Daya Rencana

Berdasarkan perhitungan gaya potong hijauan yang telah diketahui maka selanjutnya bisa diperkirakan daya rencana yang dibutuhkan. Untuk menghitung daya rencana (P), terlebih dahulu dihitung torsi yang dihasilkan dari gaya potong hijauan yang terjadi (T) yaitu:

$$T = F \times R$$

Keterangan:

F = gaya potong hijauan

R = jari-jari lingkaran perajangan (titik potong terluar ke pusat pisau)

$$T = 3,3 \text{ kg} \times 230 \text{ mm}$$

$$= 759 \text{ kgmm}$$

$$= 75,9 \text{ kgcm}$$

Setelah torsi, selanjutnya bisa dihitung daya mesin (P) yaitu:

$$P = \frac{T \times n}{72585,1}$$

Keterangan:

P = daya rencana

n = putaran perajangan

Putaran perajangan oleh penulis ditentukan 600 rpm, karena diperlukan kecepatan yang cukup tinggi agar gaya penahanan oleh landasan (*countershear*) tidak terlalu besar.

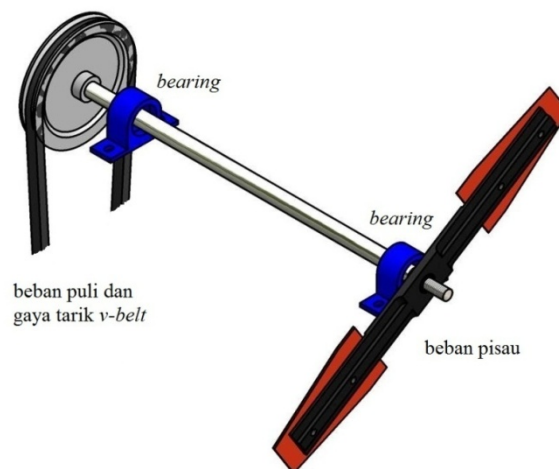
$$P = \frac{T \times n}{72585,1}$$

$$= \frac{75,9 \times 600}{72585,1}$$

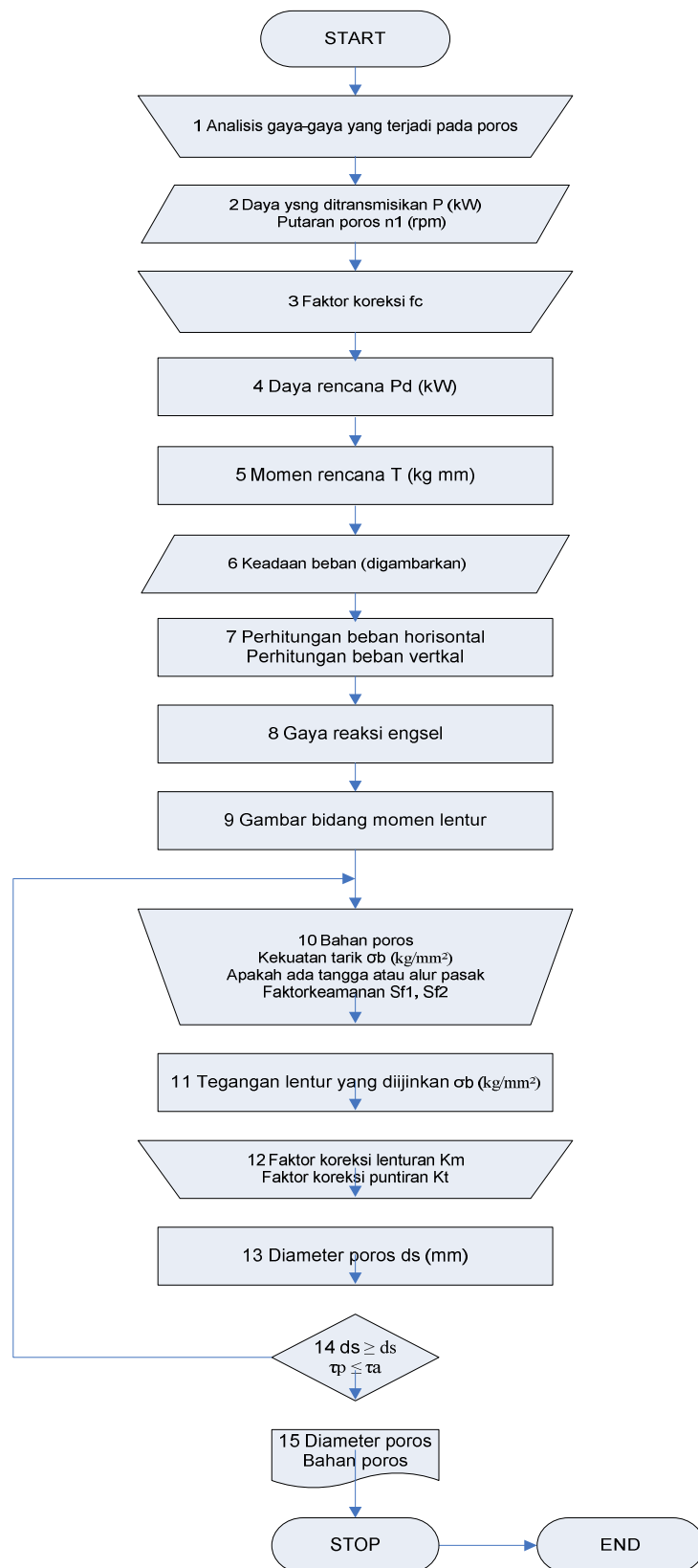
$$= 0,63 \text{ HP}$$

#### 4. Poros

Poros merupakan salah satu bagian dari sistem transmisi mesin perajang hijauan pakan ternak. Putaran dari motor listrik diteruskan puli dan *v-belt* kemudian ke poros. Poros ini berfungsi sebagai pemutar pisau perajang. Poros ini memiliki panjang 478 mm dengan ditopang oleh dua buah bearing dengan jarak 58 mm dan 60 mm dari tiap ujung poros (Gambar 12). Selanjutnya dihitung perencanaan poros mesin perajang hijauan dengan menggunakan diagram alir seperti pada Gambar 13.

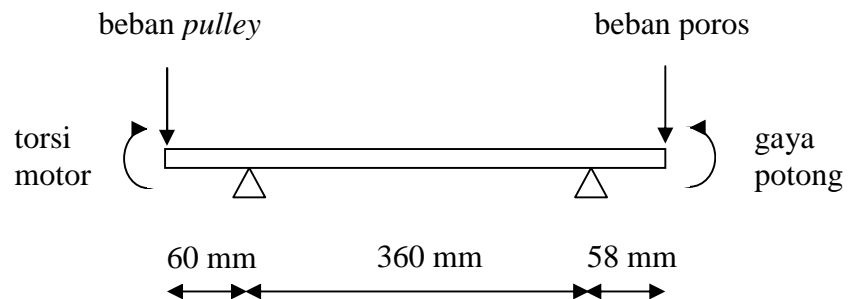


Gambar 12. Pembebanan pada Poros



Gambar 13. Diagram Alir Perhitungan Poros

- a. Analisa gaya-gaya yang terjadi pada poros



Gambar 14. Analisa Gaya-gaya pada Poros

- b. Daya yang ditransmisikan:

$$P = 0,63 \text{ HP}$$

$$= 0,469 \text{ kW}$$

Putaran poros:

$$n = 600 \text{ rpm}$$

Maka torsi yang dihasilkan:

$$T = \frac{P \times 72585,1}{n}$$

$$= \frac{0,63 \times 72585,1}{600}$$

$$= 76,2 \text{ kgcm}$$

$$= 762 \text{ kgmm}$$

- c. Faktor koreksi pertama sebagai angka keamanan awal diambil kecil

$$f_c = 1,2$$

- d. Daya rencana untuk penghitungan poros

$$P_d = f_c \cdot P$$

$$= 1,2 \cdot 0,469$$

$$= 0,563 \text{ kW}$$

e. Momen puntir rencana

$$\begin{aligned} T &= 9,74 \times 10^5 \frac{Pd}{n_1} \\ &= 9,74 \times 10^5 \frac{0,563}{600} \\ &= 913,94 \text{ kgmm} \end{aligned}$$

f. Pembebanan yang terjadi pada poros

1) Beban di titik A

a) *Pulley* = 0,4 kg

b) Gaya tarik V-belt:

$$\begin{aligned} (T_1 - T_2) &= \frac{T}{R} \\ &= \frac{1210}{63,5} \\ &= 19,1 \text{ kg} \end{aligned}$$

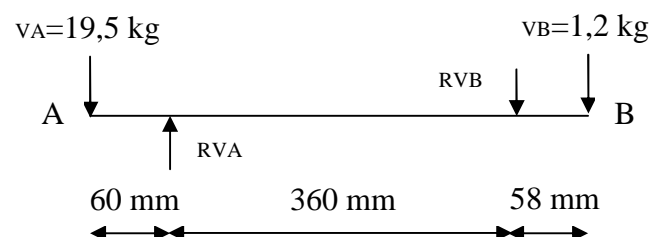
$$F_{\text{tot}} = 0,4 + 19,1$$

$$= 19,5 \text{ kg}$$

2) Beban di titik B

Beban pada titik B, adalah beban 1 set pisau perajang = 1,2 kg.

Poros tidak mempunyai beban horisontal.



Gambar 15. Pembebanan dan Gaya Reaksi pada Poros



g. Gaya reaksi di engsel

$$\Sigma V = 0 \quad R_{VA} + R_{VB} - 19,5 - 1,2 = 0$$

$$R_{VA} + R_{VB} = 20,7 \text{ kg}$$

$$\Sigma M_p = 0 \quad - 1,2 (478) + 420 R_{VB} + 60 R_{VA} = 0$$

$$60 R_{VA} + 420 R_{VB} = 573,6$$

$$R_{VA} + 7 R_{VB} = 9,56 \text{ kg}$$

$$R_{VA} + R_{VB} = 20,7 \text{ kg}$$

$$R_{VA} + 5 R_{VB} = \underline{9,56 \text{ kg} -}$$

$$- 7 R_{VB} = 11,14 \text{ kg}$$

$$R_{VB} = - 1,6 \text{ kg} \quad \downarrow$$

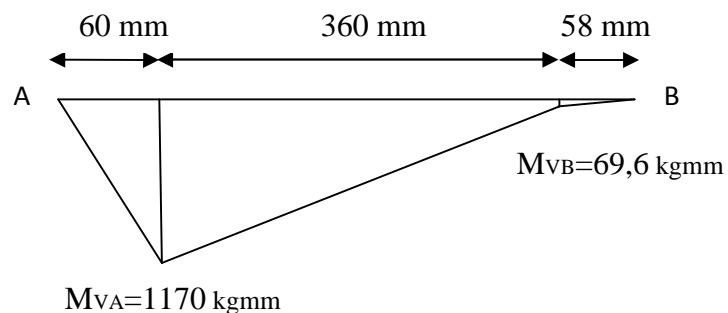
$$R_{VA} = 20,7 - (- 1,6)$$

$$R_{VA} = 22,3 \text{ kg} \quad \uparrow$$

h. Harga – harga momen lentur vertikal

$$M_{VA} = 19,5 \text{ kg} \times 60 \text{ mm} = 1170 \text{ kgmm}$$

$$M_{VB} = 1,2 \text{ kg} \times 58 \text{ mm} = 69,6 \text{ kgmm}$$



Gambar 16. *Bending Moment Diagram*

i. Bahan poros

Bahan poros pada mesin perajang ini menggunakan ST 50 dengan kekuatan tarik ( $\sigma_B$ ) = 50 kg/mm<sup>2</sup>. Dalam perencanaan sebuah poros harus diperhatikan tentang pengaruh-pengaruh yang akan dihadapi oleh poros tersebut, sehingga diperoleh tegangan geser yang diijinkan. Ada 2 faktor koreksi yang diperhitungkan yaitu  $Sf_1$  dan  $Sf_2$ .  $Sf_1$  ditinjau dari batas kelelahan puntir diambil harga 5,6 untuk bahan SF dengan kekuatan dijamin, dan 6,0 untuk bahan S-C dengan pengaruh masa dan baja paduan.  $Sf_2$  ditinjau dari apakah poros akan diberi alur pasak atau dibuat bertangga (karena pengaruh konsentrasi tegangan yang cukup besar), dan pengaruh kekasaran permukaan yang juga perlu diperhatikan.  $Sf_2$  mempunyai harga sebesar 1,3 sampai 3,0.

Berdasarkan pertimbangan tersebut maka poros perajang hijauan menggunakan:

$Sf_1 = 6,0$  karena menggunakan bahan S-C

$Sf_2 = 3,0$  karena diberi alur pasak, poros bertingkat, dan pertimbangan pengaruh kekasaran permukaan.

j. Tegangan geser yang diijinkan

Tegangan geser yang diijinkan  $\tau_\alpha$  (kg/mm<sup>2</sup>) adalah:

$$\begin{aligned}\tau_\alpha &= \sigma_B / (Sf_1 \times Sf_2) \\ &= 50 / (6,0 \times 3,0) \\ &= 2,78 \text{ kg/mm}^2\end{aligned}$$

k. Faktor koreksi puntiran dan lenturan

Faktor koreksi yang ditinjau dari keadaan momen puntir dinyatakan dengan  $K_t$  dengan harga 1,0 – 3,0. Faktor tersebut ditinjau apakah poros dikenai beban secara halus, sedikit kejutan/tumbukan, atau kejutan atau tumbukan yang besar.

Faktor koreksi yang ditinjau dari keadaan momen lentur dinyatakan dengan  $K_m$  dengan harga 1,5 – 3,0. Faktor tersebut ditinjau apakah poros berputar dengan pembebanan momen lentur yang tetap, mengalami tumbukan ringan, atau mengalami tumbukan berat.

Berdasarkan pertimbangan tersebut maka poros perajang hijauan menggunakan:

$K_t = 3,0$  karena dikenai kejutan besar

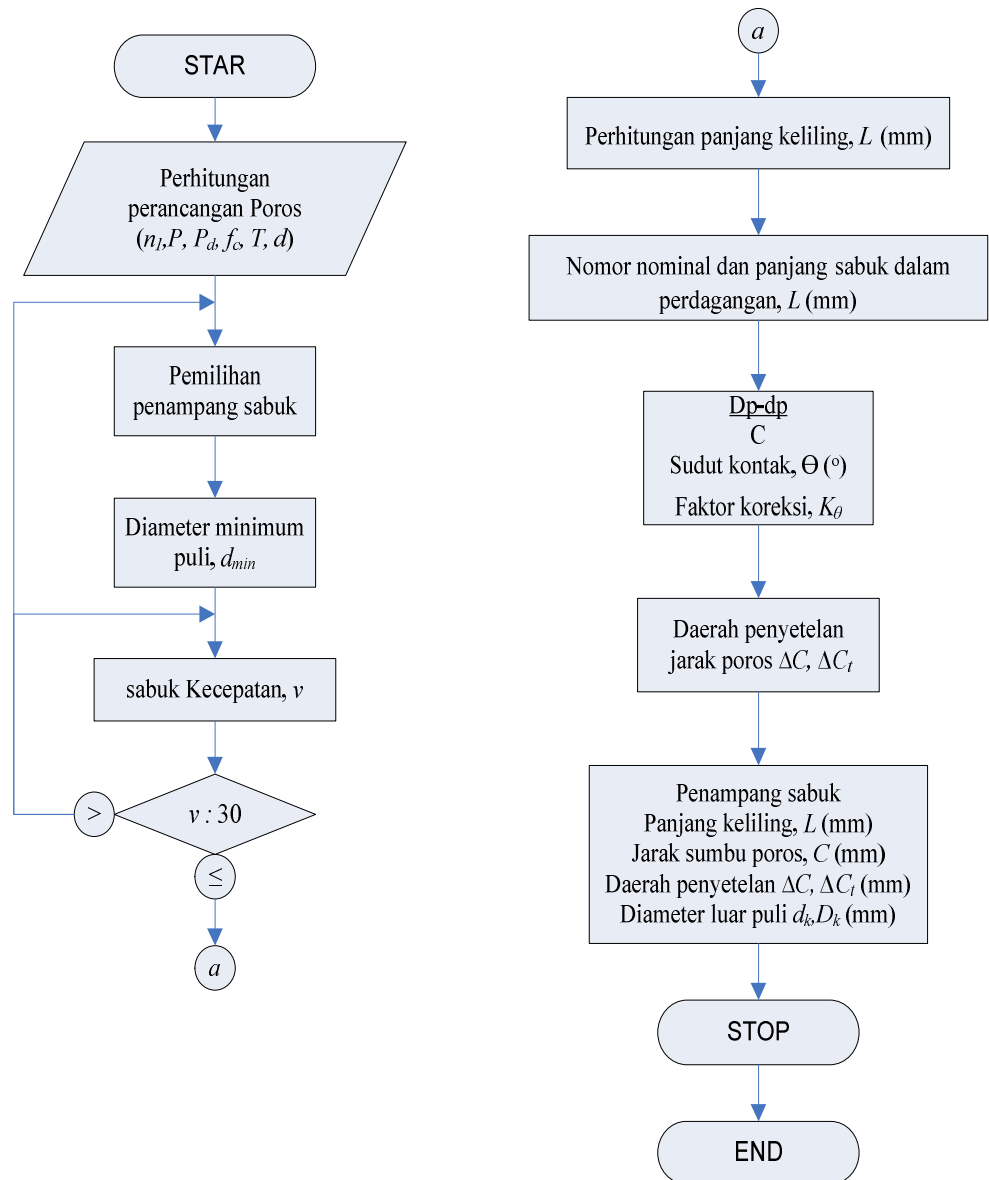
$K_m = 3,0$  karena mengalami tumbukan berat

l. Diameter poros

$$\begin{aligned}
 D_s &\geq [(5,1/\tau_a) \sqrt{(K_m \cdot M)^2 + (K_t \cdot T)^2}]^{1/3} \\
 &\geq [(5,1/2,78) \sqrt{(3,0 \times 1170)^2 + (3,0 \times 913,94)^2}]^{1/3} \\
 &\geq [(1,83) \sqrt{(12320100) + (7517576,9)}]^{1/3} \\
 &\geq [(1,83) \sqrt{19837676,9}]^{1/3} \\
 &\geq [(1,83) (4453,95)]^{1/3} \\
 &\geq [8150,73]^{1/3} \\
 &\geq 20,1 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

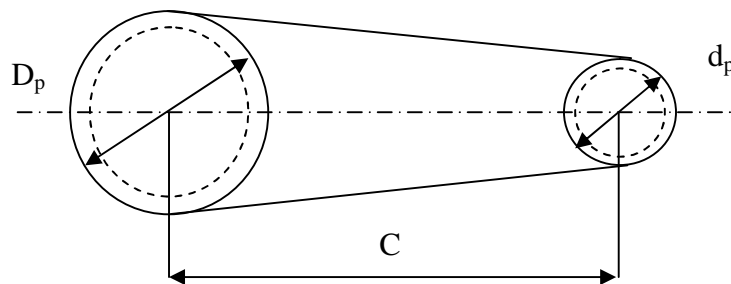
Kebutuhan diameter poros  $\geq 20,1$  mm dengan pertimbangan bantalan yang terdapat di pasaran, maka diameter poros yang dibuat adalah 1 *inch* atau 25,4 mm.

### 5. V-belt



Gambar 17. Diagram Alir untuk Memilih Sabuk-V

Diagram alir tersebut selanjutnya digunakan untuk menghitung dan menentukan jenis *v-belt* yang akan dipakai. *V-belt* akan digunakan untuk mereduksi putaran dari putaran mesin sebesar 1200 rpm menjadi 600 rpm. Dengan variasi beban cukup tinggi dan diperkirakan waktu kerja mesin berkisar 3-5 jam sehari maka faktor koreksinya ( $f_c$ ) adalah 1,5 (lihat Tabel 3). *Pulley* yang digunakan adalah *pulley* dengan ukuran 2,5 *inch* dan 5 *inch* dengan jarak antar pusat poros sebesar 429 mm.



Gambar 18. Gambar Sket Transmisi

Keterangan :

- $C$  = jarak sumbu poros
- $D_p$  = diameter luar puli yang digerakkan
- $d_p$  = diameter luar puli penggerak

Maka perancangan *v-belt*:

a. Perhitungan perancangan poros

$$1) P = 0,746 \text{ kW}$$

$$2) P_d = f_c \cdot P \quad (f_c \text{ diambil dari Tabel 3})$$

$$= 1,5 \cdot 0,469 \text{ kW}$$

$$= 0,7035 \text{ kW}$$

$$\begin{aligned}
 3) \quad T &= 9,74 \times 10^5 \frac{Pd}{n_1} \\
 &= 9,74 \times 10^5 \frac{0,7035}{1200} \\
 &= 571,01 \text{ kgmm}
 \end{aligned}$$

b. Penampang *v-belt* yang digunakan : Tipe A

$$c. \quad d_p = 2,5'' = 63,5 \text{ mm}$$

$$D_p = 5'' = 127 \text{ mm}$$

d. Kecepatan *v-belt*

$$\begin{aligned}
 v &= \frac{\pi d_p n_1}{60 \cdot 1000} \\
 &= \frac{3,14 \times 63,5 \times 1200}{60 \cdot 1000} \\
 &= 3,99 \text{ m/s}
 \end{aligned}$$

e.  $3,99 \text{ m/s} < 30 \text{ m/s}$ , baik untuk digunakan

f. Panjang keliling (L)

$$\begin{aligned}
 L &= 2C + \frac{\pi}{2}(d_p + D_p) + \frac{1}{4C}(D_p - d_p)^2 \\
 &= 2 \times 420 + \frac{3,14}{2}(63,5 + 127) + \frac{1}{4 \times 420}(127 - 63,5)^2 \\
 &= 840 + 299,1 + 2,4 \\
 &= 1141,5 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

g. Nomor nominal *v-belt* yang digunakan adalah *v-belt* A-45 dengan L

$$= 1143 \text{ mm}$$

h. Besar sudut kontak *v-belt* dengan puli

$$\begin{aligned}\theta &= 180^\circ - \frac{57(D_p - d_p)}{C} \\ &= 180^\circ - \frac{57(127 - 63,5)}{420} \\ &= 180^\circ - 8,6^\circ \\ &= 171,4^\circ \approx 171^\circ\end{aligned}$$

$$K_\theta = 0,99$$

- i. Daerah penyetelan jarak sumbu poros berdasarkan data-data yang diperoleh ditetapkan  $\Delta C_i = 20$  mm, dan  $\Delta C_t = 40$  mm
- j. Jadi *v-belt* yang sesuai dengan sistem transmisi mesin perajang hijauan pakan ternak adalah *v-belt* tipe A-45 dengan jarak poros 420 mm

## 6. Daya Motor Penggerak

Perhitungan daya rencana yaitu 0,63 HP, harus diberi angka keamanan karena pengaruh beberapa faktor yang perlu diantisipasi. Angka keamanan diambil dari faktor-faktor berikut:

1. Keberagaman kekerasan batang hijauan, diambil nilai 0,1 karena ketika uji coba sudah dipilih batang-batang hijauan yang cukup besar.
2. Ketajaman mata pisau, diambil nilai 0,2 karena mengantisipasi kemungkinan mata pisau berkarat jika terlalu lama tidak diasah.
3. Efisiensi sistem transmisi puli dengan sabuk-v, diambil nilai 0,25 karena berpotensi terjadinya slip.

Sehingga:

$$\begin{aligned}
 P &= 0,63 + (0,1 \times 0,63) + (0,2 \times 0,63) + (0,25 \times 0,63) \\
 &= 0,9765 \text{ HP}
 \end{aligned}$$

Kebutuhan daya tersebut harus disesuaikan dengan ketersediaan spesifikasi motor listrik di pasaran, sehingga digunakan motor listrik 1 *phase* dengan spesifikasi:

$$\begin{aligned}
 \text{Daya} &= 1 \text{ HP} = 745 \text{ watt} \\
 n &= 1200 \text{ rpm} \\
 \text{Frekuensi} &= 50 \text{ Hz} \\
 \text{Tegangan} &= 220 \text{ V}
 \end{aligned}$$

## 7. *Casing*

*Casing* mesin perajang hijauan pakan ternak terbuat dari bahan plat *eyser* dengan ketebalan 0,8 mm. *Casing* ini dipasang menutupi bagian perajangan sebagai dinding pengaman, sekaligus terangkai dengan saluran masuk dan keluar pakan. Selain itu juga terdapat *casing* untuk pengaman puli. Model dan ukuran *casing* disesuaikan dengan konstruksi dan ukuran dari mesin. Fungsi dari *casing* ini adalah untuk membantu fungsi kerja mesin dan melindungi operator dari komponen komponen yang bergerak maupun yang berbahaya, sehingga meningkatkan faktor keamanan kerja bagi operator mesin dari bahaya kecelakaan kerja

Pemasangan *casing* pada rangka digunakan sambungan mur. Pemilihan sambungan mur ini bertujuan agar *casing* mudah untuk dibongkar dan dipasang. Hal ini menjadi penting karena mempermudah dalam perawatan dan pergantian suku cadang pada mesin perajang hijauan pakan ternak.



## 8. Rangka

Sistem rangka mesin adalah sebuah struktur yang menjadi bentuk dasar yang menopang dan membentuk mesin. Sistem rangka pada mesin perajang hijauan pakan ternak terbentuk dari susunan batang profil L berukuran 40 x 40 x 4 mm, dengan bahan St 42. Rangka ini dirangkai dengan sambungan pengelasan. Pengelasan adalah menyambungkan dua bagian logam dengan cara memanaskan sampai suhu leburnya. Pengelasan yang dilakukan pada mesin perajang hijauan ini menggunakan las SMAW (*Shield Metal Arc Welding*) dengan jenis sambungan I dan *fillet*.

Pengelasan SMAW dipilih karena dapat digunakan untuk mengelas baja karbon jenis apapun, sesuai untuk mengelas profil L yang digunakan sebagai rangka mesin perajang. Selain itu dapat menghemat biaya produksi dibandingkan dengan pengelasan tipe lain.

Rangka mesin perajang mendapat beban dari komponen-komponen mesin perajang. Beban-beban tersebut terdiri dari motor listrik (19 kg), *pulley* dan *belt* ( $\pm 1$  kg), poros ( $\pm 2$ kg), pisau perajang (1,2 kg), *bearing* ( $\pm 2$  kg), dan *casing* (1,5 kg).

### C. Analisis Ekonomi

Penentuan harga pokok produk mesin perajang hijauan pakan ternak ditentukan berdasarkan kemampuan daya beli konsumen dan biaya bahan serta proses produksi. Berikut ini adalah taksiran harga pokok produk mesin perajang hijauan yang dapat dilihat dari table-tabel berikut ini.

Tabel 5. Biaya Desain Mesin Perajang Hijauan Pakan Ternak

Macam Biaya	Macam Pekerjaan	Bahan (Rp)	Alat (Rp)	Tenaga (Rp)	Jumlah
A. Biaya Desain	Survey	0	30.000	20.000	50.000
	Analisis	0	20.000	300.000	320.000
	Gambar	30.000	30.000	100.000	160.000
				<b>Jumlah</b>	<b>530.000</b>

Tabel 6. Biaya Pembelian dan Perakitan Mesin Perajang Hijauan Pakan Ternak

Macam Biaya	Macam Komponen	Biaya Pembelian (Rp)	Biaya Perakitan (Rp)	Jumlah
B. Biaya Pembelian Komponen	Motor listrik	700.000	5.000	705.000
	V-Belt A 57	17.000	5.000	22.000
	Bearing	70.000	5.000	75.000
	Mur dan baut	11.500	5.000	16.500
	<i>Push button switch</i>	30.000	5.000	35.000
	Steker listrik	9.500	-	9.500
	Kabel listrik	14.000	-	14.000
	Rivet	4.000	-	4.000
	Engsel	4.000	-	4.000
	Cat	25.000	-	25.000
	<i>Epoxy</i>	13.500	-	13.500
	<i>Thiner</i>	7.500	-	7.500
	Elektroda	25.000	-	25.000
	Amplas	30.000	-	30.000
				<b>Jumlah</b>

Tabel 7. Biaya Pembuatan Mesin Perajang Hijauan Pakan Ternak

Macam Biaya	Macam Elemen	Bahan Baku (Rp)	Bahan Penolong (Rp)	Tenaga Kerja (Rp)	Jumlah
C. Biaya Pembelian Komponen	Rangka	122.000	0	100.000	222.000
	Poros	27.500	0	50.000	77.500
	<i>Pulley 2,5"</i>	30.000	0	30.000	60.000
	<i>Pulley 5"</i>	30.000	0	30.000	60.000
	Pisau	25.000	0	15.000	40.000
	Dudukan pisau	27.500	0	25.000	52.500
	<i>Casing</i>	182.500	0	200.000	382.500
				<b>Jumlah</b>	<b>894.500</b>

Tabel 8. Biaya Non Produksi

D. Biaya Non Produksi	Biaya Gudang (5% x C)	Rp 44.725
	Pajak Perusahaan (5% x C)	Rp 44.725
	<b>Jumlah</b>	<b>Rp 89.450</b>

Tabel 9. Perencanaan Laba Produksi

E. Laba yang Dikehendaki	$20\% \times (A+B+C+D)$	<b>Rp 499.990</b>
--------------------------	-------------------------	-------------------

Tabel 10. Taksiran Harga Produk

F. Taksiran Harga Produk	$(A+B+C+D+E)$	<b>Rp 2.999.940</b>
--------------------------	---------------	---------------------

Berdasarkan tabel hasil perhitungan di atas maka harga jual mesin perajang hijauan pakan ternak yang dikehendaki adalah **Rp 2.999.940,00** atau dibulatkan menjadi **Rp 3.000.000,00-**.

#### **D. Uji Kinerja Mesin**

Uji kinerja mesin merupakan sebuah langkah pengujian terhadap sebuah mesin. Uji kinerja ini bertujuan untuk mengetahui kapasitas mesin sebenarnya dan mengetahui kualitas mesin yang dibuat. Selain itu, uji kinerja mesin ini juga untuk mengetahui kekurangan-kekurangan yang ada pada mesin, sehingga dapat dilakukan perbaikan-perbaikan pada mesin.

Setelah dilakukan pengujian kinerja pada mesin perajang hijauan pakan ternak diketahui bahwa mesin mempunyai kapasitas 750 kg/jam. Lebih tinggi dari target kapasitas rencana yaitu 240 kg/jam.

Mesin juga dapat merajang hijauan dengan ukuran hasil potongan 1-5 cm, tergantung kecepatan masukan yang dilakukan oleh operator. Namun bagian daun ada yang mempunyai panjang 15 cm. Hal ini bisa diatasi dengan memasukkan hijauan ke dalam saluran masuk secara terbalik yaitu bagian daun terlebih dahulu.



Gambar 19. Hasil Rajangan Hijauan

## E. Kelemahan-kelemahan

Setelah dilakukan pegujian kinerja mesin, mesin pemutar gerabah ini didapatkan kelemahan-kelemahan sebagai berikut:

### 1. Hasil perajangan

Hasil dari uji kinerja mesin didapat hasil potongan hijauan dengan panjang 1 sampai dengan 5 cm, hal ini dipengaruhi oleh kecepatan masukan hijauan yang dikendalikan oleh operator. Panjang hasil potongan ini memang disesuaikan dengan kebutuhan peternak yang berbeda-beda. Akan tetapi hasil potongan pada bagian daun ternyata ada yang mencapai panjang 15-20 cm. Hal ini dikarenakan bagian daun mempunyai kelembaman yang rendah dan tidak mempunyai kekakuan, sehingga hanya terseret oleh pisau pada keadaan hijauan sudah dilepas oleh tangan operator. Namun setelah dilakukan uji coba, hal ini bisa diatasi dengan cara memasukkan bagian daun terlebih dahulu ke dalam boks perajangan. Dengan cara ini bagian daun akan terpotong dengan ukuran lebih kurang 3-5 cm.

### 2. *Casing*

Bagian *casing* mesin perajang hijauan mempunyai kekurangan yaitu getaran yang terjadi sekaligus menimbulkan suara berisik. Hal ini dikarenakan konstruksi *casing* yang kurang *compact* (kompak) dan klop ketika dipasang pada rangka. Bentuk *casing* yang cukup rumit juga perlu dirancang ulang gambar bukaannya, agar pembuatannya menjadi lebih mudah dan menghasilkan rakitan yang presisi.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. Kesimpulan

Hasil perancangan mesin perajang hijauan pakan ternak didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Metode perajangan mesin ini adalah perajangan tunggal dengan 2 buah pisau yang memotong hijauan secara berkesinambungan.
2. Desain pisau menggunakan pisau mesin pemotong rumput yang dimodifikasi dan dipertajam, dengan sudut kemiringan mata pisau  $24^{\circ}$ .
3. Gaya potong hijauan dalam hal ini rumput gajah yang didapat dari uji gaya potong adalah 3,3 kg.
4. Sistem transmisi mesin perajang hijauan pakan ternak ini mengubah putaran motor listrik dari 1200 rpm menjadi 600 rpm, dengan komponen berupa 2 *pulley* diameter 2,5 *inch* dan 5 *inch* dihubungkan oleh *v-belt* A-45. Poros yang digunakan berdiameter 1 *inch* dengan bahan ST 50.
5. Desain mesin perajang hijauan pakan ternak ini membutuhkan daya dari motor listrik sebesar 1 HP.
6. Hasil dari uji kinerja memperlihatkan bahwa mesin bekerja cukup baik. Mesin menghasilkan cacahan batang hijauan berukuran 1-5 cm. Sebagian ujung daun ada yang berukuran 15 cm, namun ini tidak dipermasalahkan karena ternak tetap akan memakannya. Ketika perajangan operator bisa membalik posisi hijauan dengan memasukkan bagian daun terlebih dahulu untuk mendapatkan ukuran cacahan daun juga 1-5 cm.

## B. Saran

Perancangan mesin perajang hijauan pakan ternak ini meski cukup memenuhi harapan, namun masih mempunyai kekurangan. Oleh karena itu, untuk dapat menyempurnakan rancangan mesin ini diperlukan adanya pemikiran yang lebih jauh dengan segala pertimbangannya. Beberapa saran sebagai langkah yang dapat membangun dan menyempurnakan mesin ini adalah sebagai berikut:

1. Perancangan desain *casing* yang cukup rumit (dan tidak menutup kemungkinan pada bagian lain) perlu dipertimbangkan lebih dalam. Dalam proses pembuatannya dimungkinkan juga melewati tahap mencoba-coba atau *trial and error*.
2. Pertimbangan ekonomis agar biaya pembuatan mesin menjadi murah, hendaknya tidak membatasi kreasi dan inovasi perancangan. Sehingga dengan biaya yang seefisien mungkin, tetap tercipta mesin yang lebih berkualitas, lebih efektif dalam membantu pekerjaan manusia dan lebih aman atau *safety*.

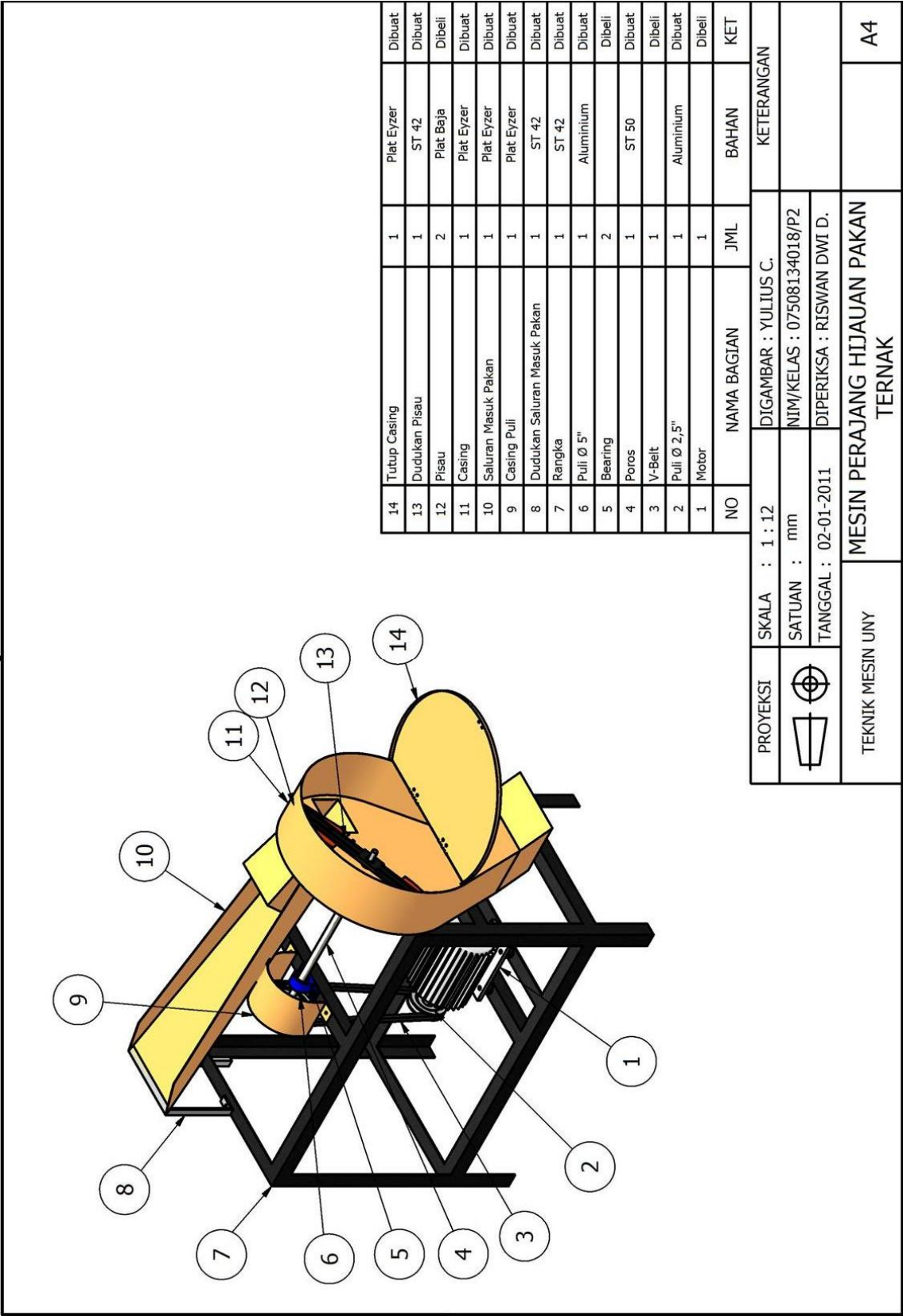
## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1983. *Hijauan Makanan Ternak Potong, Kerja dan Perah*. Yogyakarta: Kanisius.
- Anonim, 1992. *Laporan Lima Tahunan Puslitbang Peternakan*. Jawa Barat: Puslitbang Peternakan Jawa Barat.
- Boediono. 1993. *Ekonomi Mikro*. Yogyakarta: BPFE. UGM
- Daryanto. 2000. *Fisika Teknik*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan. 2008. *Road Map Perbibitan Ternak*. Diakses tanggal 18 Oktober 2010. <http://www.ditjennak.go.id/>
- Harsokusoemo, Darmawan. (1999). *Pengantar Perancangan Teknik*. Jakarta: Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi.
- M.Z., Emrizal. 2006. *Membaca dan Memahami Gambar Teknik Mesin*. Bogor: Yudhistira
- Mott, Robert L. 2009. *Elemen-Elemen Mesin dalam Perancangan Mekanis (Perancangan Elemen Mesin Terpadu) 1*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Mott, Robert L. 2009. *Elemen-Elemen Mesin dalam Perancangan Mekanis (Perancangan Elemen Mesin Terpadu) 2*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Niemann, G. 1999. *Elemen Mesin jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Santoso, Urip. 2010. *Dasasila Peternakan dalam Pembangunan Peternakan di Indonesia*. Diakses tanggal 18 Oktober 2010. [www.uripsantoso.wordpress.com](http://www.uripsantoso.wordpress.com).
- Sato, G. Takesi. 2000. *Menggambar Mesin Menurut Standar Iso*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Sugeng, Bambang Y. 1993. *Sapi Potong*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Sukamta. 1994. *Rancang Bangun Alat Pencacah Hijauan Pakan Ternak*, Jurusan Mekanisasi Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, UGM. Yogyakarta.
- Sularso, Kiyokatsu Suga. (2002). *Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta: Pradnya Paramita.

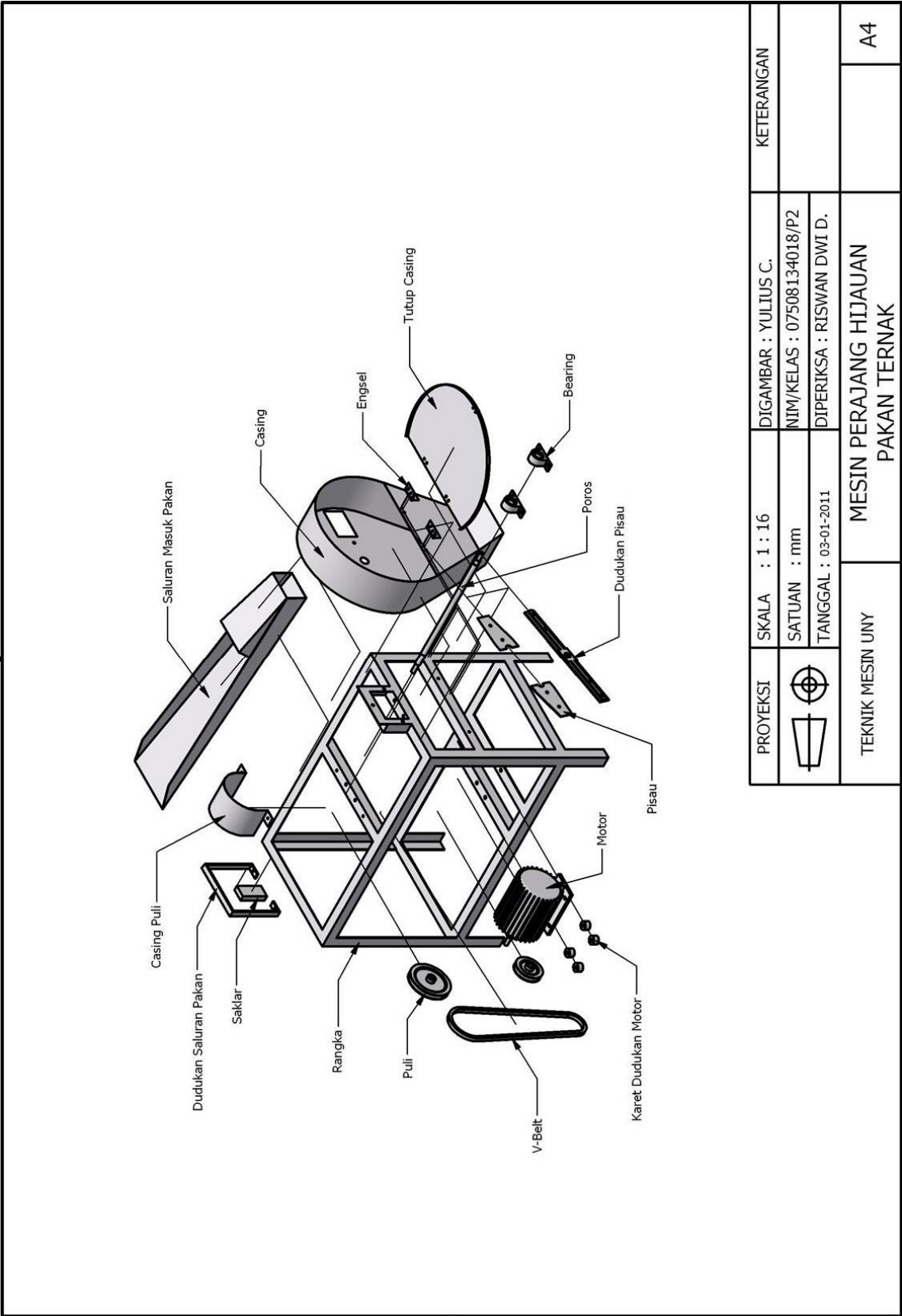


**LAMPIRAN**

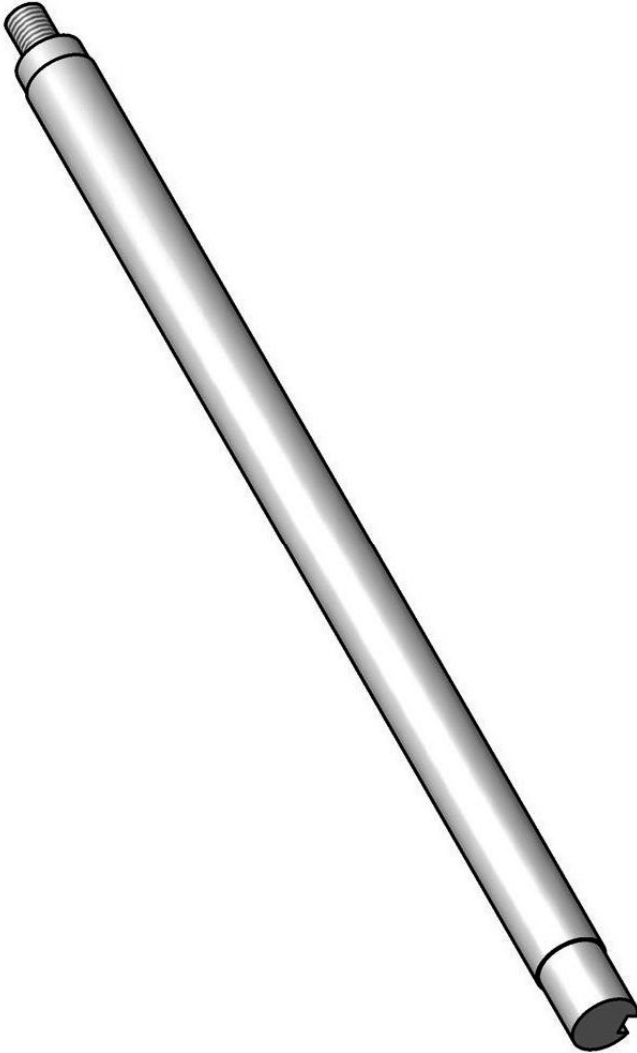

Lampiran 1. Gambar Kerja Mesin Perajang Hijauan Pakan Ternak

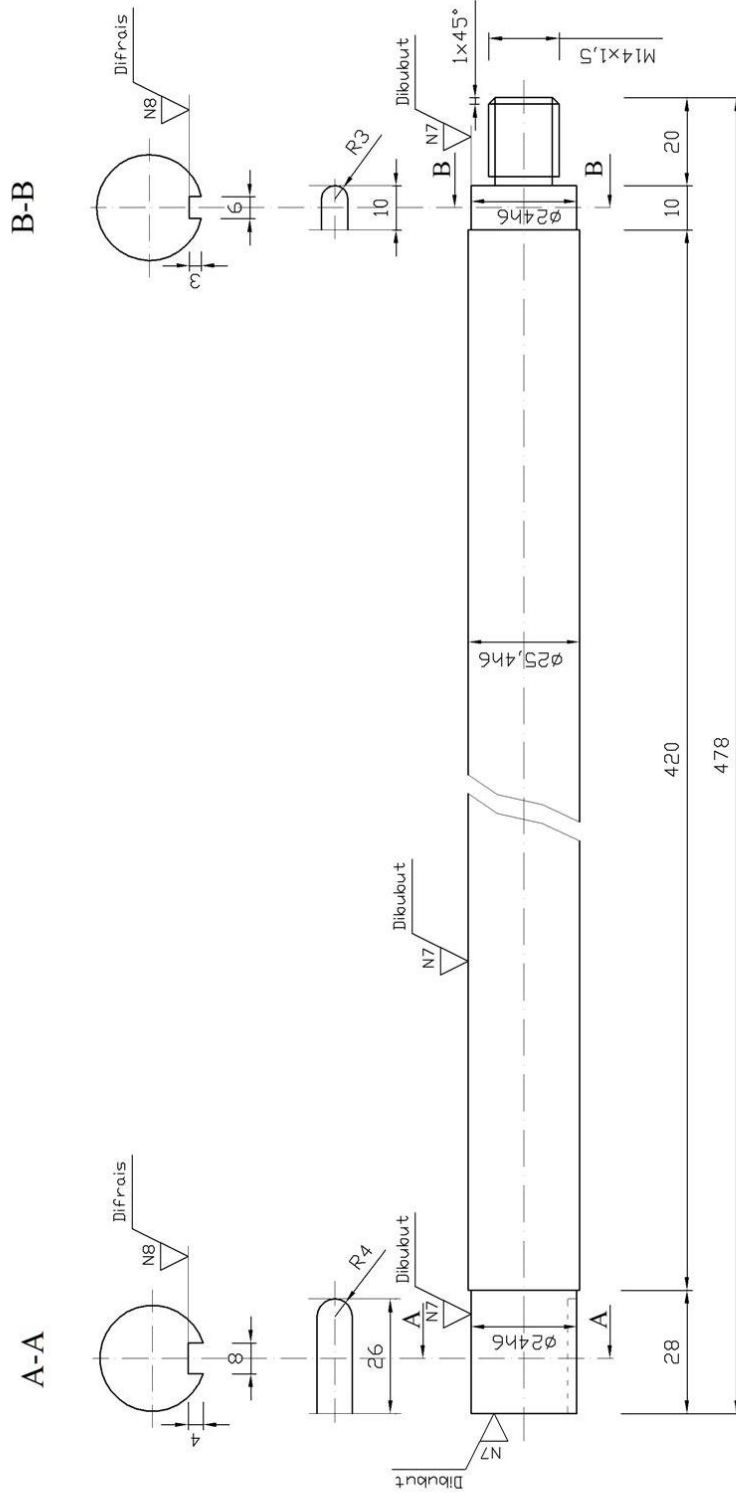


Lampiran 1. (lanjutan)



Lampiran 1. (lanjutan)

		PROYEKSI	SKALA : 1 : 2	DIGAMBAR : YULIUS C.	KETERANGAN
			SATUAN : mm	NIM/KELAS : 07508134018/P2	
			TANGGAL : 02-01-2011	DIPERIKSA : RISWAN DWI D.	
		TEKNIK MESIN UNY		POROS	




Toleransi Khusus (mm)

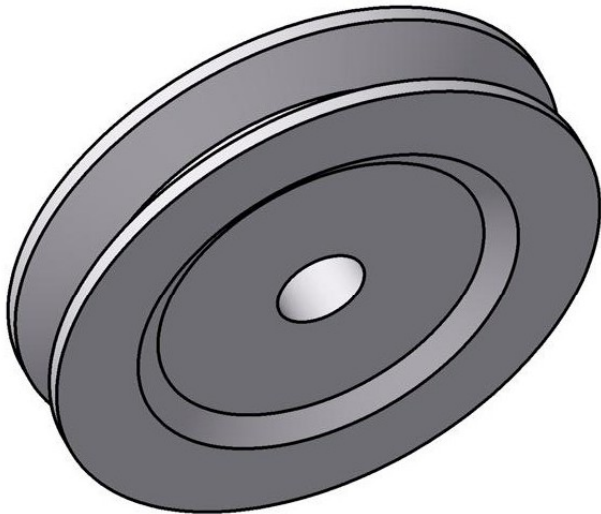

UKURAN	TOLERANSI
25,4 h6	$25,4^{+0}_{-0,013}$
24 h6	$24^{+0}_{-0,013}$

Toleransi Umum (mm)

UKURAN	TOLERANSI
2 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


1	Poros	1	ST 50	ø25,4x478	Dikawat
NO.	NAMA BAGIAN	JUMLAH	BAHAN	UKURAN	KETERANGAN
	PROYEKSI	SKALA : 1 : 1,4		DIGAMBAR : YULIUS C.	KETERANGAN
		SATUAN : mm		NIM/KELAS : 07508134018 /P2	
		TANGGAL: 17-12-2010		DIPERIKSA : RISWAN DWI J.	
TEKNIK MESIN UNY			POROS		A4

Lampiran 1. (lanjutan)

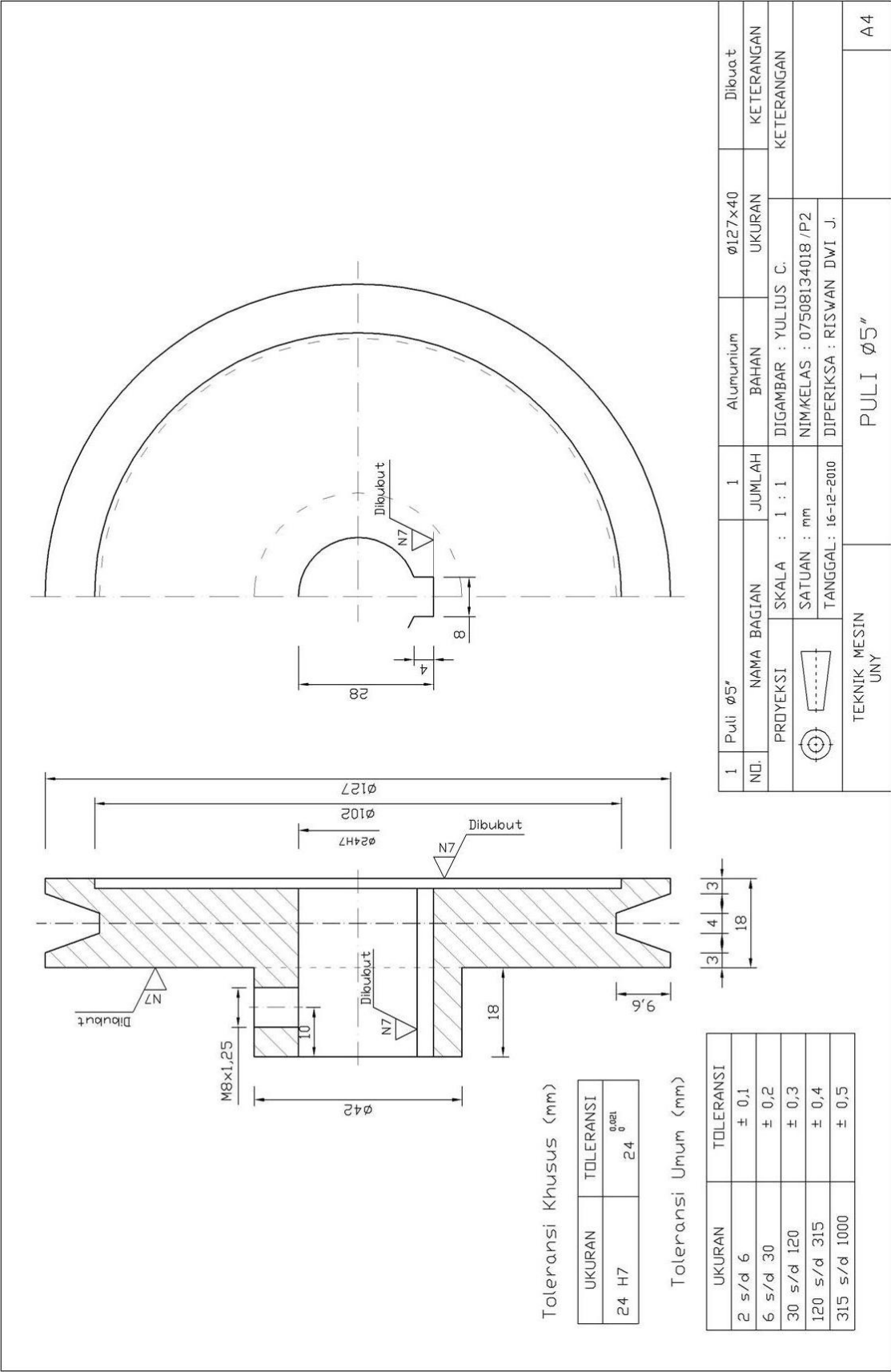
				PROYEKSI	SKALA : 1 : 1	DIGAMBAR : YULIUS C.	KETERANGAN
					SATUAN : mm	NIM/KELAS : 07508134018/P2	
					TANGGAL : 02-01-2011	DIPERIKSA : RISWAN DWI D.	
				TEKNIK MESIN UNY		PULI Ø2,5"	A4



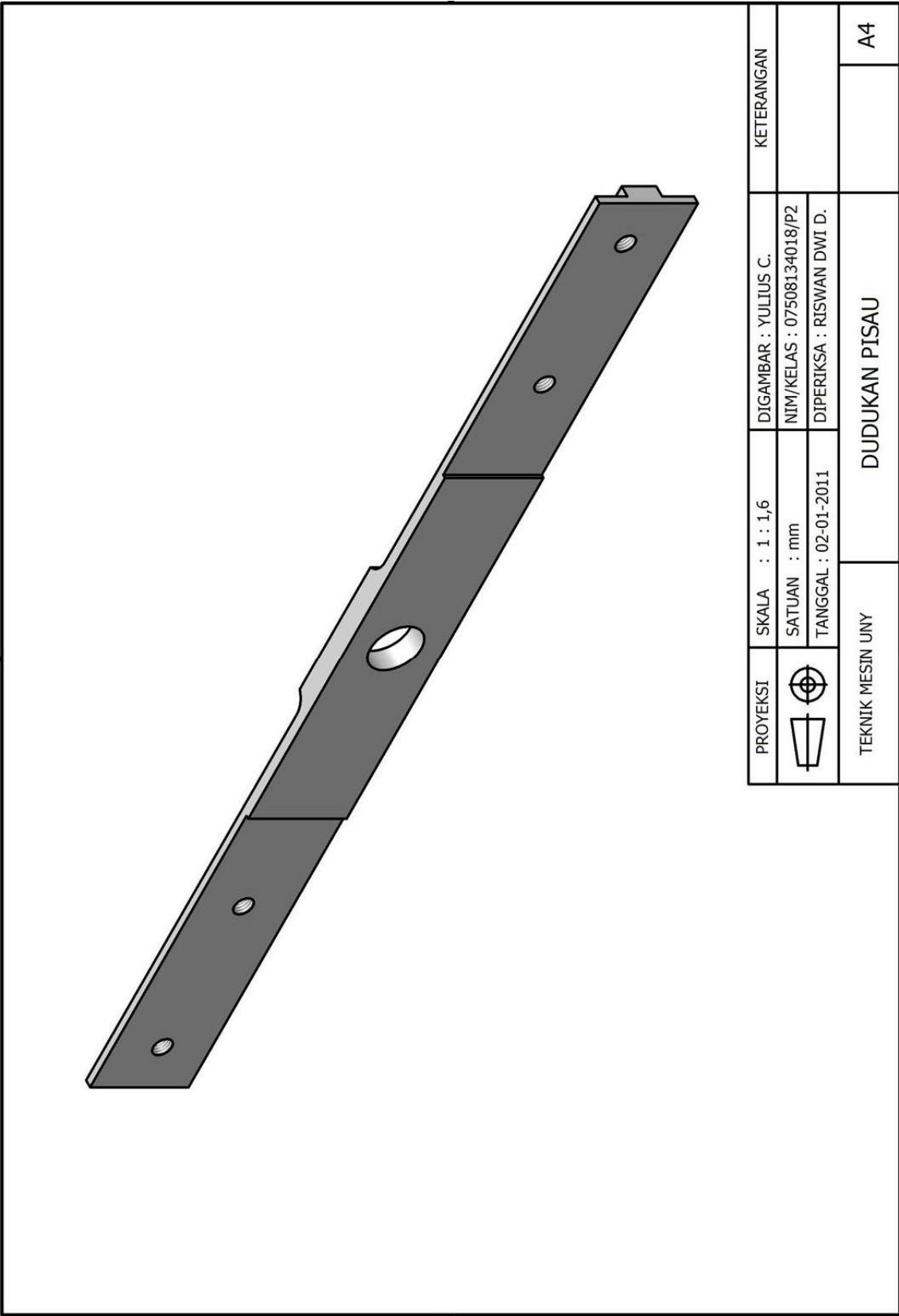
Lampiran 1. (lanjutan)

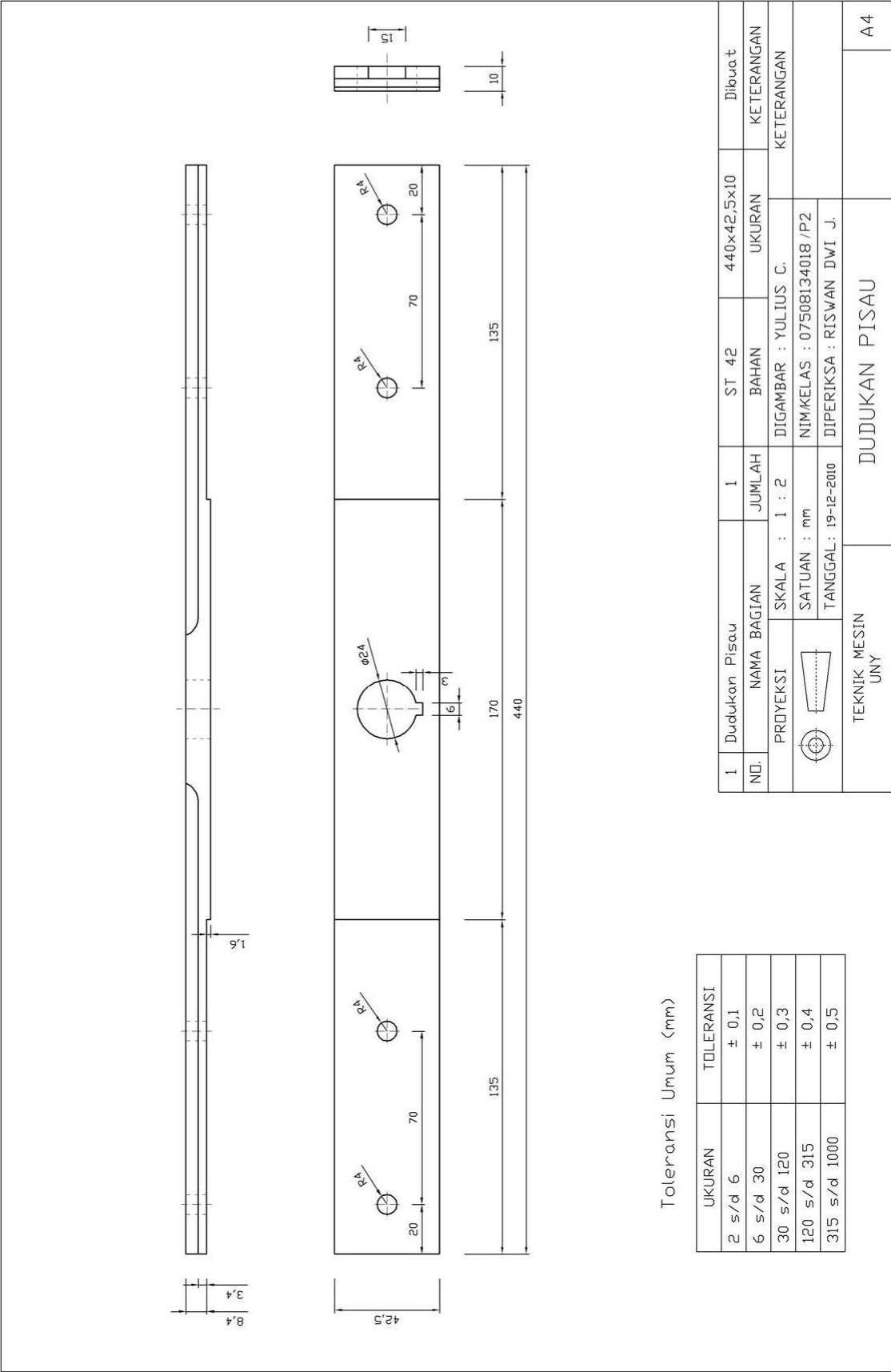
PROYEKSI	SKALA : 0,9 : 1	DIGAMBAR : YULIUS C.	KETERANGAN
	SATUAN : mm	NIM/KELAS : 07508134018/P2	
	TANGGAL : 02-01-2011	DIPERIKSA : RISWAN DWI D.	
	TEKNIK MESIN UNY	PULI Ø5"	



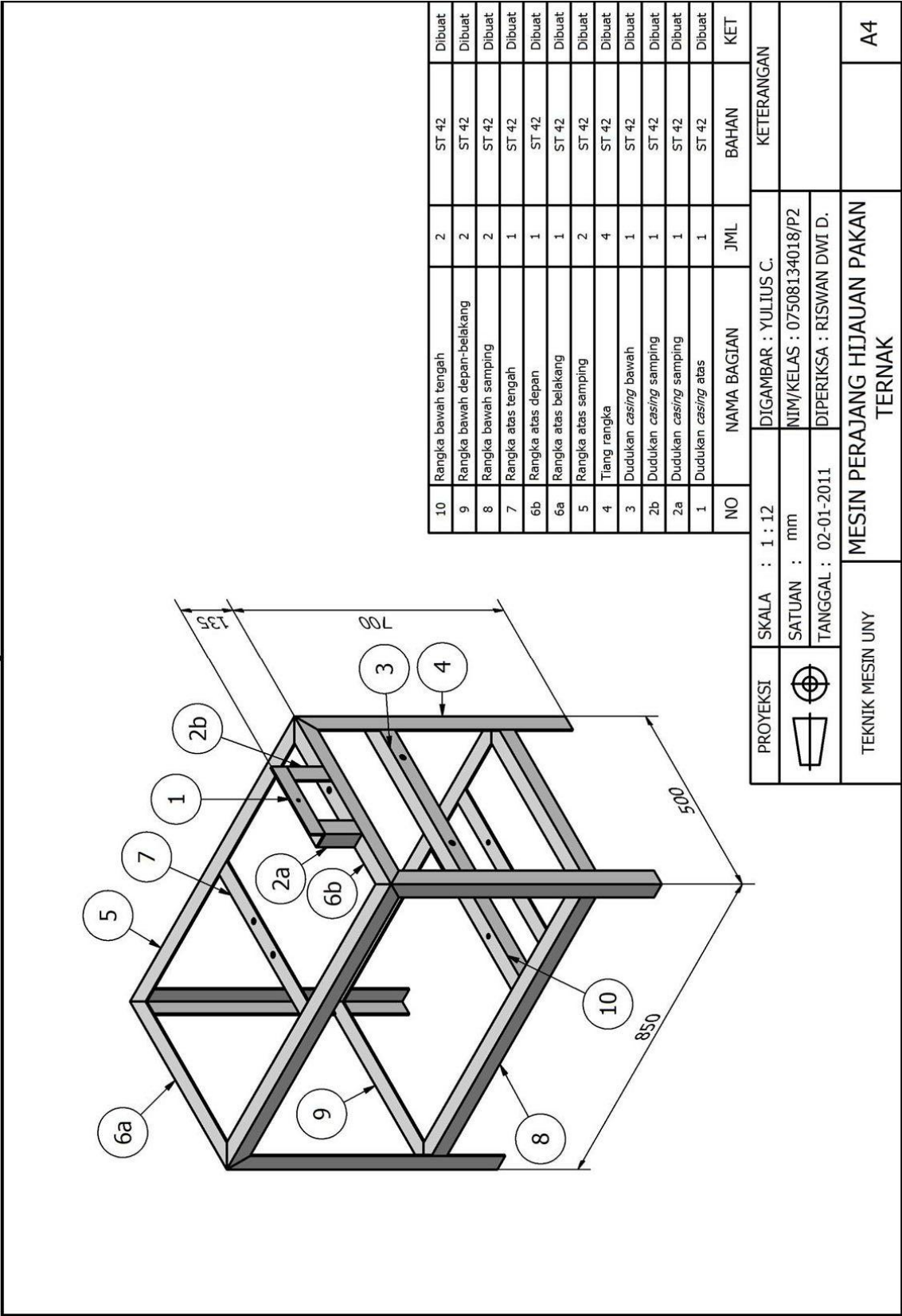


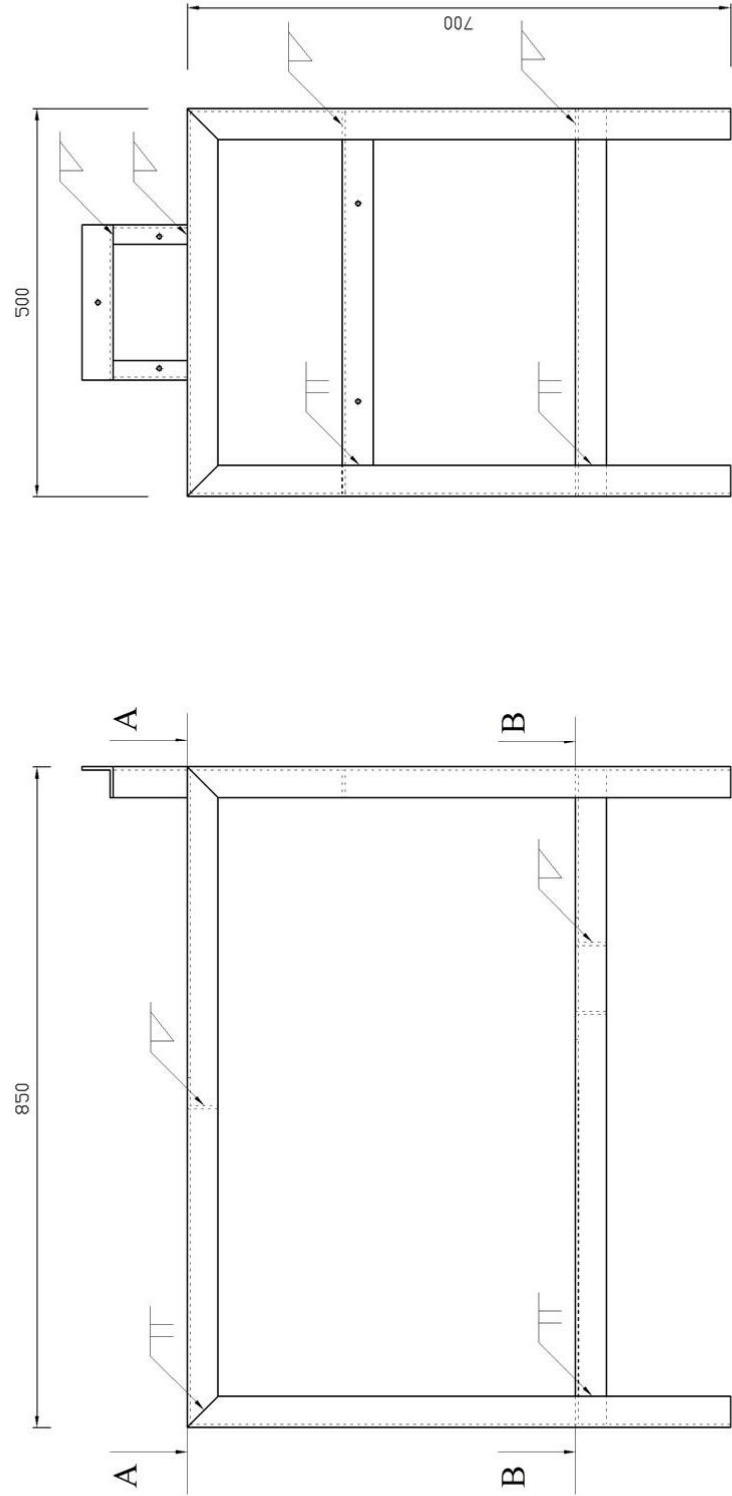
Lampiran 1. (lanjutan)



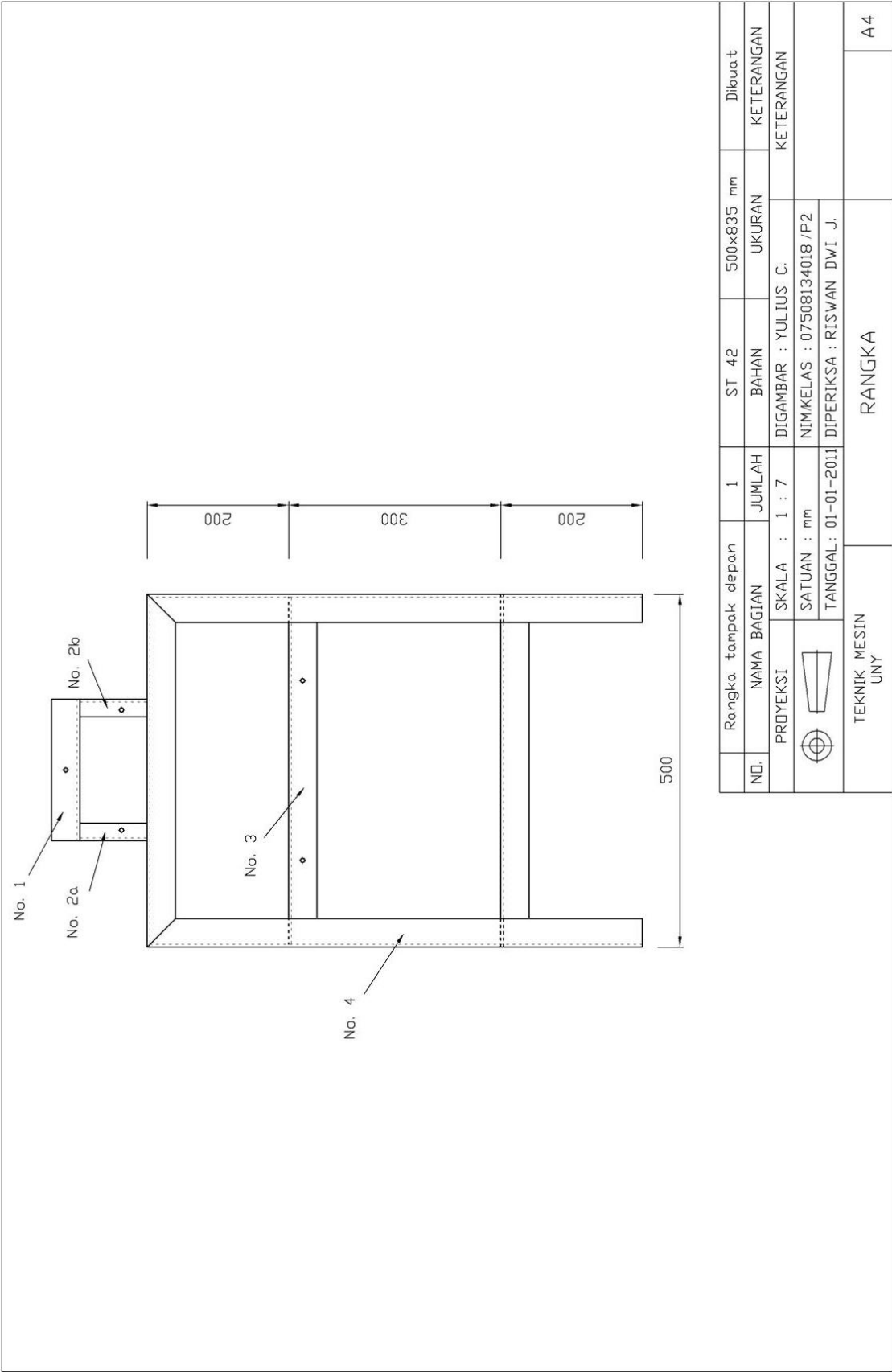


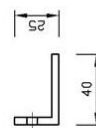
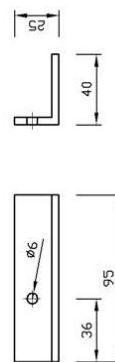
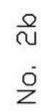
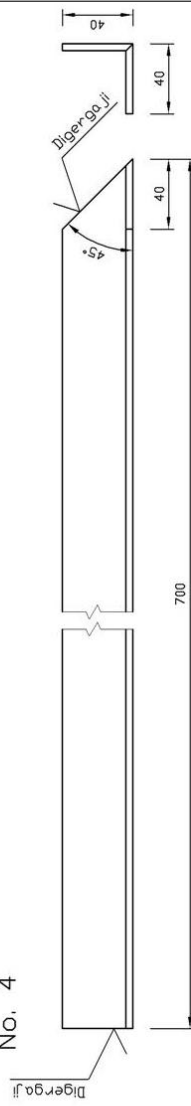
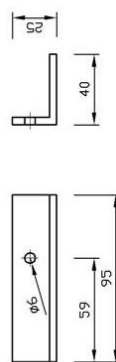
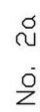
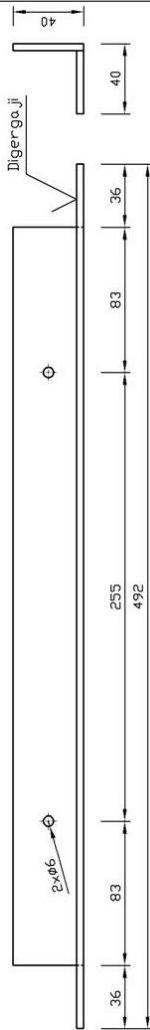
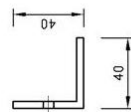
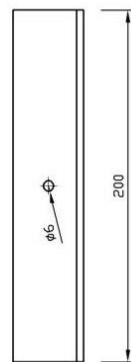
Lampiran 1. (lanjutan)






	Rangka		1	ST 42	850x500x835 mm	Dibuat
NO.	NAMA BAGIAN	JUMLAH	BAHAN	UKURAN	KETERANGAN	KETERANGAN
	PROYEKSI	SKALA : 1 : 8	DIGAMBAR : YULIUS C.	KETERANGAN		
	SATUAN : mm	NIM/KELAS : 07508134018 / P2				
	TANGGAL : 01-01-2011	DIPERIKSA : RISWAN DWI J.				
TEKNIK MESIN UNY			RANGKA			A4

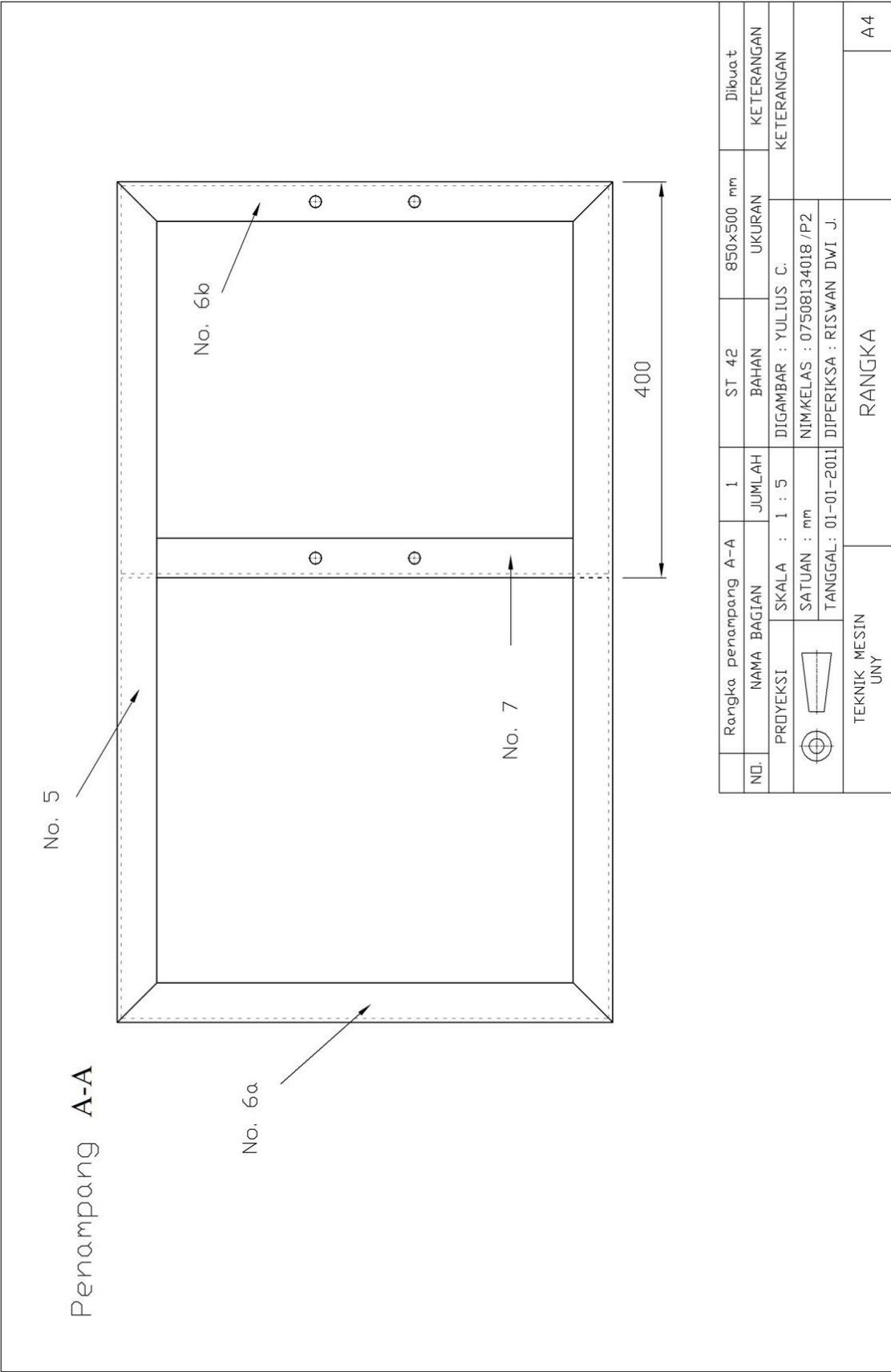




Ukuran Toleransi Umum

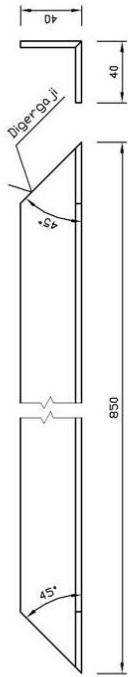
UKURAN	TOLERANSI
2 s/d 6	± 0.1
6 s/d 30	± 0.2
30 s/d 120	± 0.3
120 s/d 315	± 0.4
315 s/d 1000	± 0.5

4	Tiang rangka	4	ST 42	40x40x4	Dibuat
3	Dudukan casing bawah	1	ST 42	40x40x4	Dibuat
2b	Dudukan casing samping	1	ST 42	40x40x4	Dibuat
2a	Dudukan casing samping	1	ST 42	40x40x4	Dibuat
1	Dudukan casing atas	1	ST 42	40x40x4	Dibuat
NO.	NAMA BAGIAN	JUMLAH	BAHAN	UKURAN	KETERANGAN
	PROYEKSI	SKALA : 1 : 3.5	DIGAMBAR : YULIUS C.		
		SATUAN : mm	NIM/KELAS : 07508134018 / P2		
		TANGGAL: 01-01-2011	DIPERIKSA : RISWAN DWI J.		
TEKNIK MESIN UNY		RANGKA			
					A4

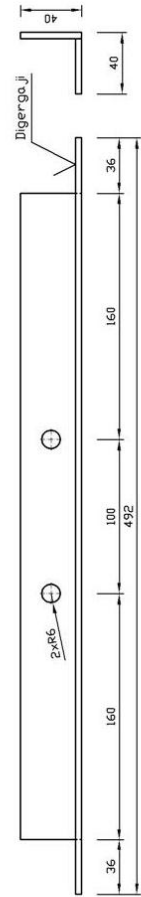




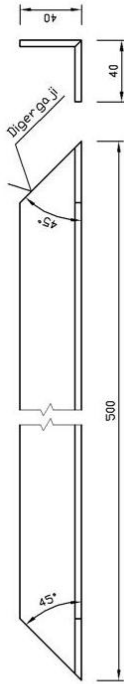
No. 5



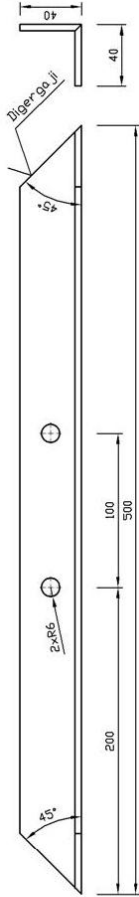
No. 7



No. 6a



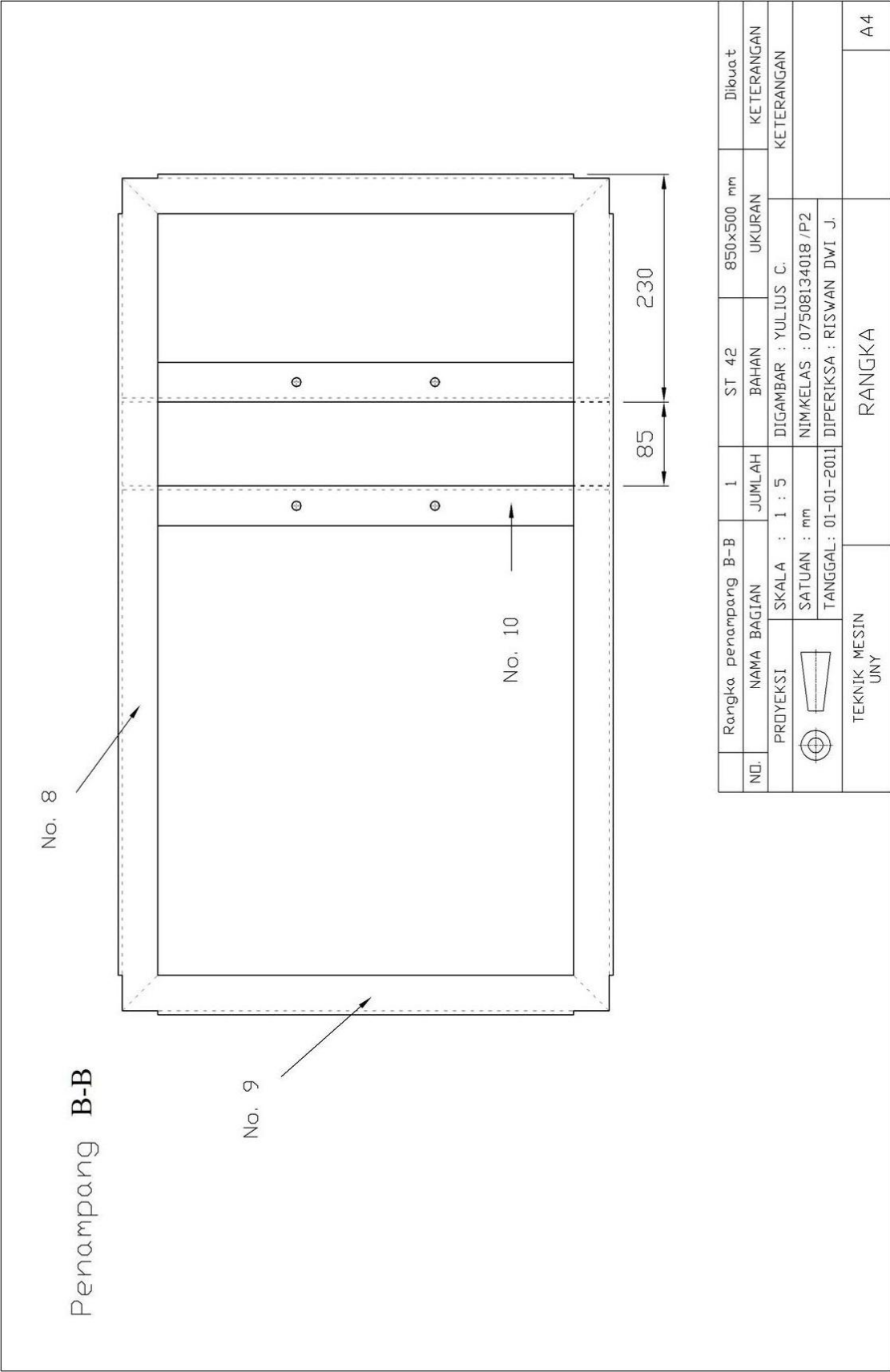
No. 6b



Toleransi Umum (mm)

UKURAN	TOLERANSI
2 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

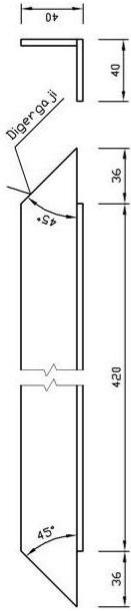
7	Rangka atas tengah	1	ST 42	40x40x4	Dibuat
6b	Rangka atas depan	1	ST 42	40x40x4	Dibuat
6a	Rangka atas belakang	1	ST 42	40x40x4	Dibuat
5	Rangka atas samping	2	ST 42	40x40x4	Dibuat
NO.	NAMA BAGIAN	JUMLAH	BAHAN	UKURAN	KETERANGAN
PROYEKSI		SKALA : 1 : 4	DIGAMBAR : YULIUS C.		
		SATUAN : mm	NIM/KELAS : 07508134018 / P2		
		TANGGAL : 01-01-2011	DIPERIKSA : RISWAN DWI J.		
TEKNIK MESIN UNY			RANGKA		A4



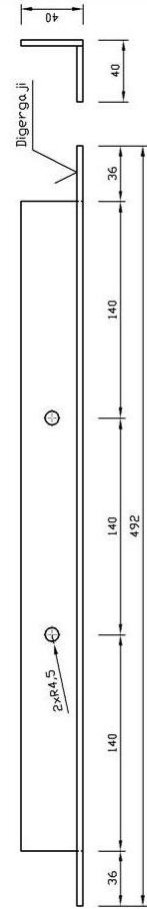
No. 8



No. 9



No. 10

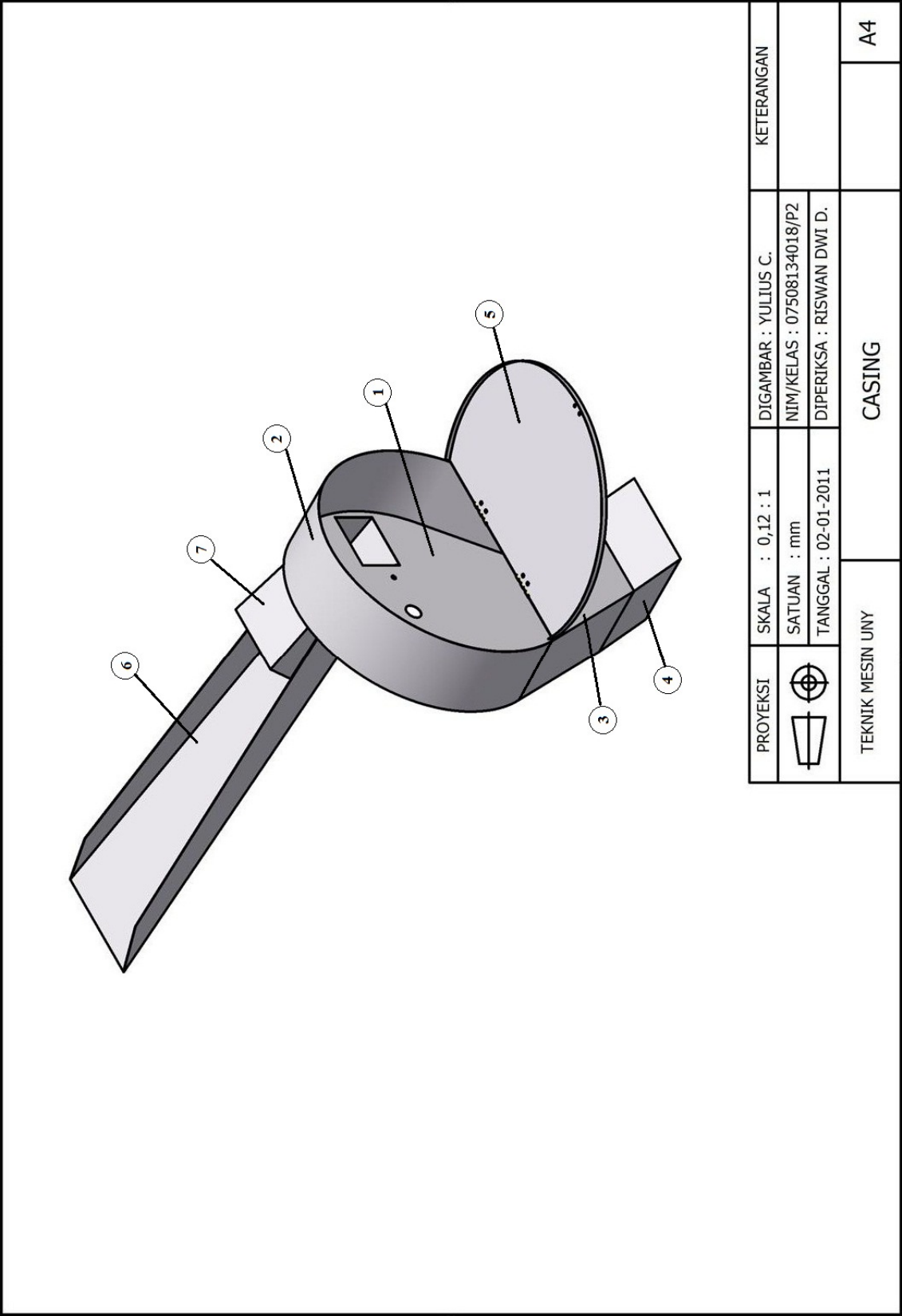


Ukuran Toleransi Umum

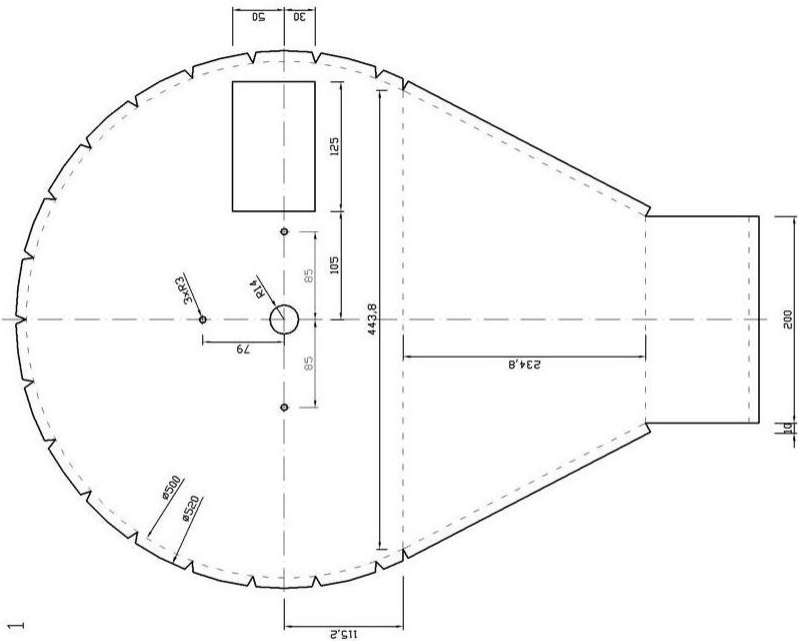
UKURAN	TOLERANSI
2 s/d 6	$\pm 0,1$
6 s/d 30	$\pm 0,2$
30 s/d 120	$\pm 0,3$
120 s/d 315	$\pm 0,4$
315 s/d 1000	$\pm 0,5$

10	Rangka bawah tengah	2	ST 42	40x40x4	Dibuat
9	Rangka bawah dpn-bkrg	2	ST 42	40x40x4	Dibuat
8	Rangka bawah samping	2	ST 42	40x40x4	Dibuat
ND.	NAMA BAGIAN	JUMLAH	BAHAN	UKURAN	KETERANGAN
PROYEKSI		SKALA : 1 : 4	DIGAMBAR : YULIUS C.		
		SATUAN : mm	NIMKELAS : 07508134018 / P2		
		TANGGAL : 01-01-2011	DIPERIKSA : RISWAN DWI J.		
TEKNIK MESIN UNY			RANGKA		
			A4		

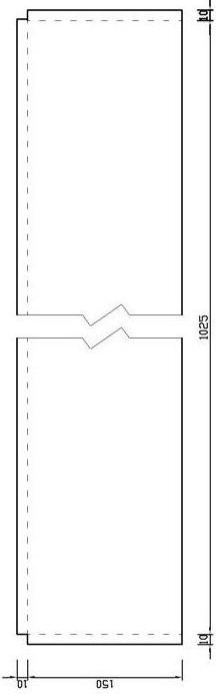
Lampiran 1. (lanjutan)



Bagian 1



Bagian 2



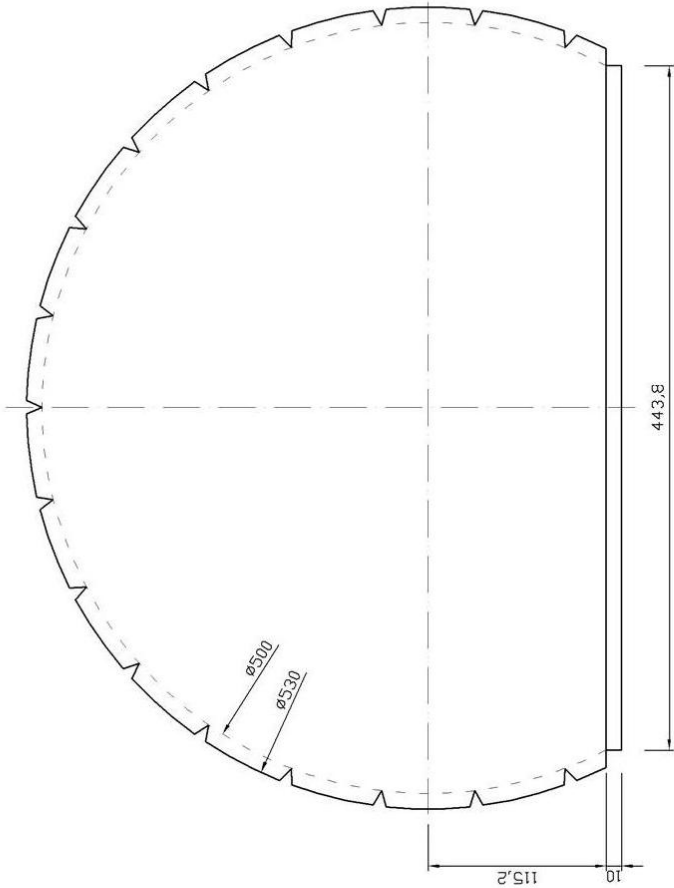
Ukuran Toleransi Umum

UKURAN	TOLERANSI
2 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

2	Casing sampling	1	Plat Eysen	0,8 mm	Dibuat
1	Casing belakang	1	Plat Eysen	0,8 mm	Dibuat
NO.	NAMA BAGIAN	JUMLAH	BAHAN	UKURAN	KETERANGAN
	PROYEKSI	SKALA : 1 : 6	DIGAMBAR : YULIUS C.		
		SATUAN : mm	NIMKELAS : 07508134018 / P2		
		TANGGAL : 01-01-2011	DIPERIKSA : RISWAN DWI J.		
TEKNIK MESIN UNY			CASING		
					A4



Bagian 5

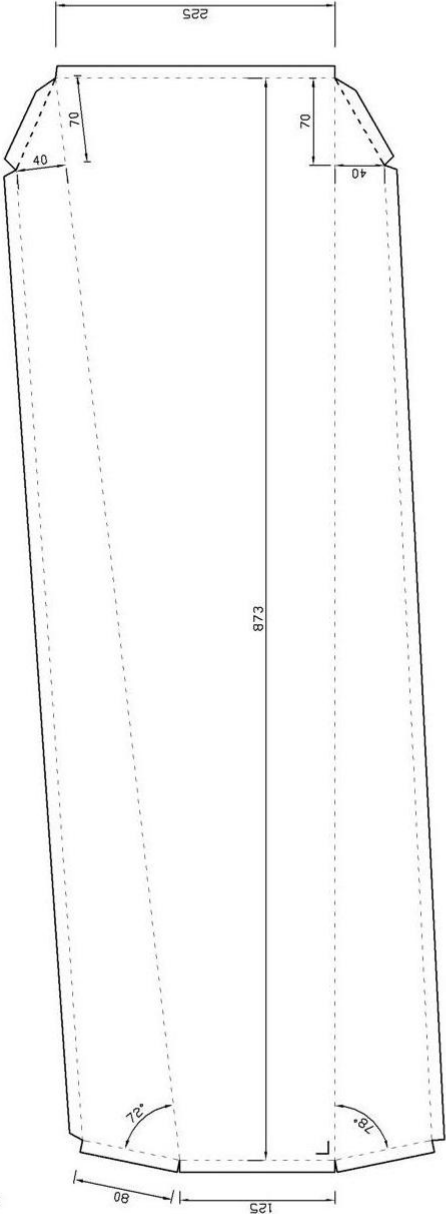


Ukuran Toleransi Umum

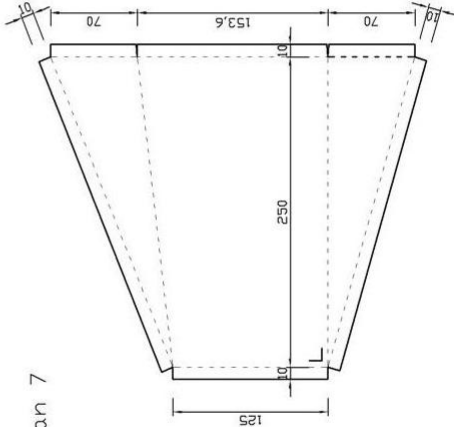
UKURAN	TOLERANSI
2 s/d 6	± 0,1
6 s/d 30	± 0,2
30 s/d 120	± 0,3
120 s/d 315	± 0,4
315 s/d 1000	± 0,5

5	Tutup casing	1	Plat Eyser	0,8 mm	Dibuat
NO.	NAMA BAGIAN	JUMLAH	BAHAN	UKURAN	KETERANGAN
PROYEKSI	SKALA : 1 : 4	DIGAMBAR : YULIUS C.	KETERANGAN		
	SATUAN : mm	NIMKELAS : 07508134018 /P2			
	TANGGAL: 01-01-2011	DIPERIKSA : RISWAN DWI J.			
TEKNIK MESIN		CASING			A4
UNY					

Bagian 6



Bagian 7



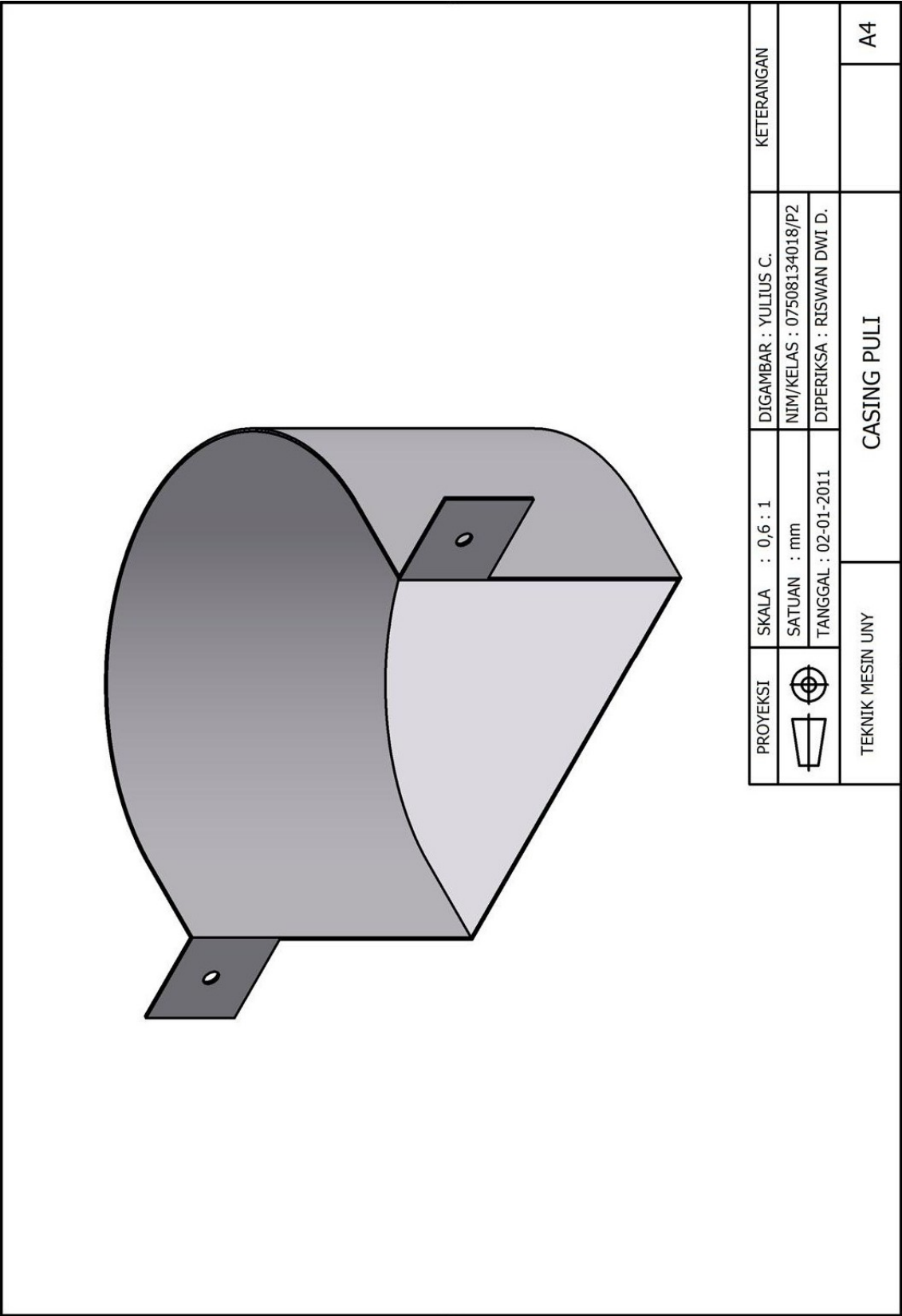
Ukuran Toleransi Umum

UKURAN	TOLERANSI
2 s/d 6	$\pm 0,1$
6 s/d 30	$\pm 0,2$
30 s/d 120	$\pm 0,3$
120 s/d 315	$\pm 0,4$
315 s/d 1000	$\pm 0,5$

7	Tutup saluran masuk	1	Plat Eyser	0,8 mm	Dibuat
6	Saluran masuk pakan	1	Plat Eyser	0,8 mm	Dibuat
NO.	NAMA BAGIAN	JUMLAH	BAHAN	UKURAN	KETERANGAN
	PROYEKSI	SKALA : 1 : 5	DIGAMBAR : YULIUS C.		KETERANGAN
		SATUAN : mm	NIMKELAS : 07508134018 / P2		
		TANGGAL : 01-01-2011	DIPERIKSA : RISWAN DWI J.		
TEKNIK MESIN UNY			CASING		A4



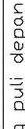
Lampiran 1. (lanjutan)



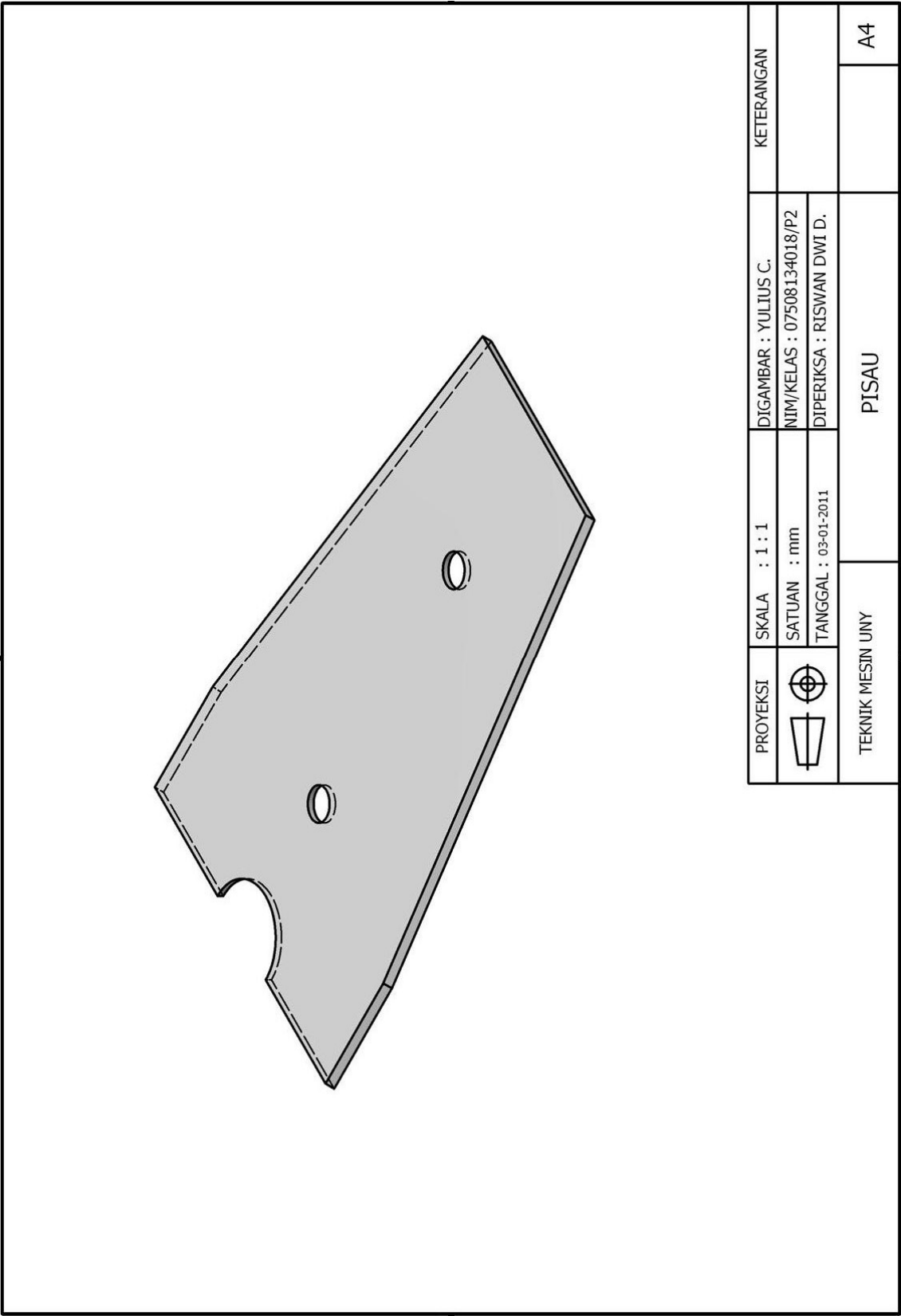


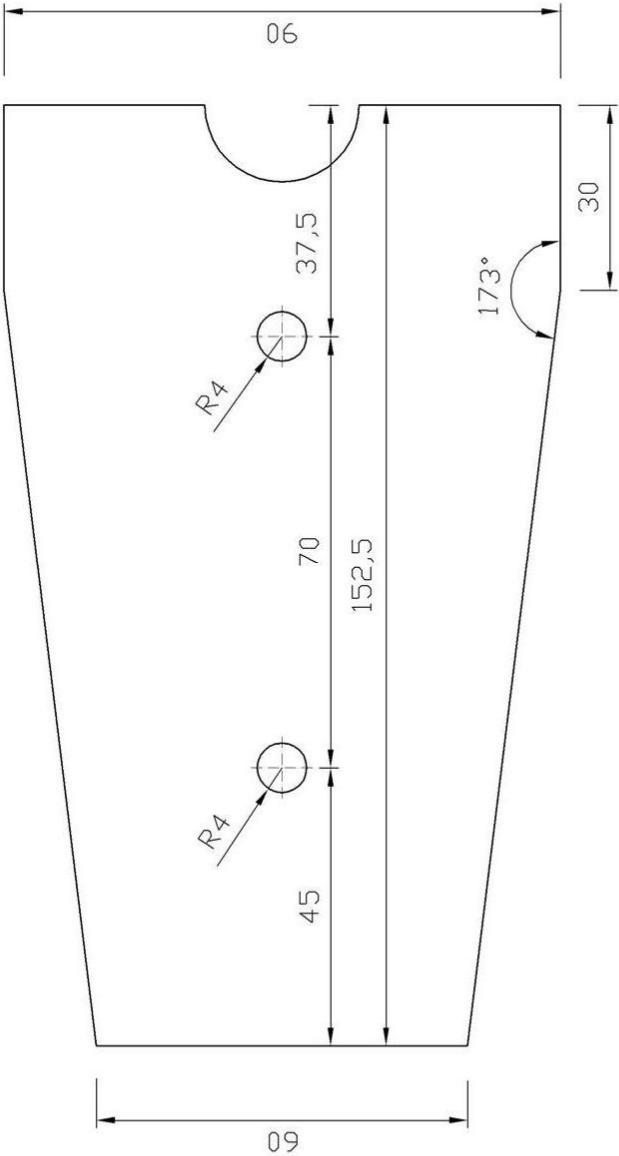
## Ukuran Toleransi Umum

UKURAN	TOLERANSI
2 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

1	Casing puli samping	1	Plat Eysen	0,8 mm	Dibuat
1	Casing puli depan	1	Plat Eysen	0,8 mm	Dibuat
NO.	NAMA BAGIAN	JUMLAH	BAHAN	UKURAN	KETERANGAN
PROYEKSI		SKALA : 1 : 3		DIGAMBAR : YULIUS C.	
		SATUAN : mm		NIM.KELAS : 07508134018 /P2	
		TANGGAL: 01-01-2011		DIPERIKSA : RISWAN DWI J.	
TEKNIK MESIN UNY					
			A4		

Lampiran 1. (lanjutan)





Toleransi Umum (mm)

UKURAN	TOLERANSI
2 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

1	Pisau	1	Steel	160x90x1,6	Dibuat
NO.	NAMA BAGIAN	JUMLAH	BAHAN	UKURAN	KETERANGAN
PROYEKSI	SKALA : 1 : 1	DIGAMBAR : YULIUS C.	KETERANGAN		
	SATUAN : mm	NIMKELAS : 07508134018 / P2			
	TANGGAL : 16-12-2010	DIPERIKSA : RISWAN DWI J.			
TEKNIK MESIN UNY			PISAU		A4

## Lampiran 2. Tabel Konversi Satuan

Tabel Konversi Satuan Panjang

	cm	m	km	in	ft	mil
1 sentimeter	1	$10^{-2}$	$10^{-5}$	0,3937	$32,81 \times 10^{-3}$	$6,214 \times 10^{-6}$
1 meter	100	1	$10^{-3}$	39,3	3,931	$6,214 \times 10^{-4}$
1 kilometer	$10^5$	1000	1	39370	3,231	0,6214
1 inchi	2,540	$25,4 \times 10^{-3}$	$25,4 \times 10^{-6}$	1	$88,33 \times 10^{-3}$	$15,78 \times 10^{-6}$
1 feet	30,48	0,3048	$0,3048 \times 10^{-3}$	12	1	$0,1894 \times 10^{-3}$
1 mil	$160,9 \times 10^3$	1609	1,609	$63,36 \times 10^3$	5280	1

1 yard = 3 ft = 36 in

1 Angstrom =  $10^{-10}$ m.

Sumber: Daryanto (2000:8)

Tabel Konversi Satuan Massa

	g	kg	slug	oz	lb
1 gram	1	$10^{-3}$	$68,52 \times 10^{-6}$	$35,27 \times 10^{-3}$	$2,205 \times 10^{-3}$
1 kilogram	1000	1	$68,52 \times 10^{-3}$	35,27	2,205
1 slug	$14,59 \times 10^3$	14,59	1	514,8	32,17
1 ounce	28,35	$28,35 \times 10^{-3}$	$1,943 \times 10^{-3}$	1	$62,5 \times 10^{-3}$
1 pound	453,6	0,4536	$31,08 \times 10^{-3}$	16	1

Sumber: Daryanto (2000:10)

Tabel Konversi Satuan Daya

	Btu/h	ft.lb/s	hp	kal/s	kW	W
1 British thermal unit per gram	1	0,2161	$392,9 \times 10^{-6}$	0,07	$293 \times 10^{-6}$	0,293
1 footpound per sekon	4,628	1	$1,818 \times 10^{-3}$	0,3239	$1,356 \times 10^{-3}$	1,356
1 horsepower	2545	550	1	178,2	0,7457	745,7
1 kalori per detik	14,29	3,087	$5,613 \times 10^{-3}$	1	$4,186 \times 10^{-3}$	4,186
1 kilowatt	3413	737,6	1,341	238,9	1	1000
1 watt	3,413	0,7376	$1,341 \times 10^{-3}$	0,2389	$10^{-3}$	1

Sumber: Daryanto (2000:12)

## Lampiran 3. Baja Konstruksi Umum Menurut DIN 17100

Tabel 5.6.: Baja konstruksi umum menurut DIN 17100 (Sept. 1966)

Simbol dengan grup kualitas	Tipe deoksidasi	No. bahan	Jenis baja menurut Euronorm 25	Kadar C (%)	Kekuatan		Penguasaan	
					$\sigma_B$ sampai 100 mm $\phi$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_s$ min (N/mm <sup>2</sup> )	$\delta$ 5 min (%)	HB
St 33-1		1.0033	Fe 33-0	—	340...490	190	18	—
St 33-2		1.0035	—	—	340...490	190	18	—
St 34-1	U	1.0100	Fe 34-A	0,17	330...410	200	28	95...120
St 34-2	R	1.0150	Fe 34-B3FU	0,15	330...410	200	28	Baja tempa, mudah dikerjakan, baik untuk paku keling dan sekrup, pelat ekstrusi dan pipa.
	U	1.0102	Fe 34-B3FN					
	R	1.0108	Fe 34-B3FN	0,20	360...440	240	25	105...125
St 37-1	U	1.0110	Fe 37-A	0,20	360...440	240	25	105...125
	R	1.0111	Fe 37-B3FU	0,18	360...440	240	25	Baja tempa, biasa dipakai dikonstruksi mesin, untuk tangki dan ketel, mudah dilas.
St 37-2	U	1.0112	Fe 37-B3FN					
	R	1.0114	Fe 37-B3FN	0,17	410...490	250	22	Komponen pres dan tempa, poros ban sedang, batang engkol kecil, mudah dilas.
St 37-3	RR	1.0116	Fe 37-C3					
St 42-1	U	1.0130	Fe 42-A	0,25	410...490	250	22	120...140
	R	1.0131	Fe 42-B3FU	0,25	410...490	250	22	Komponen pres dan tempa, poros ban sedang, batang engkol kecil, mudah dilas.
St 42-2	U	1.0132	Fe 42-B3FN					
	R	1.0134	Fe 42-B3FN	0,23	490...590	290	20	Poros beban tinggi, batang engkol mudah dikerjakan, sulit dikeraskan.
St 42-3	RR	1.0136	Fe 42-C3					
St 50-1	R	1.0530	Fe 50-1	0,25	490...590	290	20	140...170
St 50-2	R	1.0532	Fe 50-2	0,30	490...590	290	20	140...170
St 52-3	RR	1.0841	Fe 52-C3	0,2	510...610	350	22	—
St 60-1	R	1.0540	Fe 60-1	0,35	590...710	330	15	170...195
St 60-2	R	1.0572	Fe 60-2	0,40	590...710	330	15	170...195
St 70-2	R	1.0632	Fe 70-2	0,5	690...830	360	10	195...240

<sup>1</sup> Untuk grup kualitas utama, harus mengandung kadar % P, S atau N yang rendah.

Q : Tepi yang tidak retak; Z : batang tarik; P : tempa; Ro : untuk pipa.

<sup>2</sup> U : tidak stabil, R : stabil, RR : dituang dalam keadaan sangat stabil.

<sup>3</sup> Harga untuk tebal  $\leq 16$  mm, untuk 16...40,  $\sigma_s$ ... 10 N/mm<sup>2</sup>, untuk 40...100 mm,  $\sigma_s$ ... 20 N/mm<sup>2</sup> dipilih lebih rendah.

Sumber: G. Niemann H. Winter (1990:96)



## Lampiran 4. Suaian untuk Tujuan-tujuan Umum

Sistim lubang dasar

Lubang dasar	Lambang dan kwalitas untuk poros																
	Suaian longgar						Suaian pas				Suaian paksa						
	b	c	d	e	f	g	h	js	k	m	n	p	r	s	t	u	x
H 5						4	4	4	4	4							
H 6						5	5	5	5								
					6	6	6	6	6	6	6	6					
H 7				(6)	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
				7	7	(7)	7	7	(7)	(7)	(7)	(7)	(7)	(7)	(7)	(7)	(7)
H 8					7		7										
				8	8		8										
				9													
H 9				8			8										
		9	9	9			9										
H 10	9	9	9														

Sistim poros dasar

Poros dasar	Lambang dan kwalitas untuk lubang																
	Suaian longgar						Suaian pas				Suaian paksa						
	B	C	D	E	F	G	H	Js	K	M	N	P	R	S	T	U	X
h 4							5	5	5	5							
h 5							6	6	6	6	6	6					
h 6					6	6	6	6	6	6	6	6					
				(7)	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
h 7				7	7	(7)	7	(7)	(7)	(7)	(7)	(7)	(7)	(7)			
					8		8										
h 8			8	8	8		8										
			9	9			9										
h 9			8	8			8										
		9	9	9			9										
	10	10	10														

Sumber: G. Takeshi Sato dan N. Sugiarto Hartanto (1983:130)

## Lampiran 5. Nilai Penyimpangan Poros untuk Tujuan Umum

Satuan  $\mu\text{m}$ 

Tingkat diameter (mm)	b		c		d		e			f			g			h								
	to	b9	c9	d8	d9	e7	e8	9	f6	f7	f8	g4	g5	g6	h4	h5	h6	h7	h8	h9				
—	3	-140 -165	-60 -85	-20 -34	-45	-24	-14 -28	-39	-12	-6 -16	-20	-5	-2 -6	-8	-3	-4	0 -6	-10	-14	-25				
3	6	-140 -170	-70 -100	-30 -48	-60	-32	-20 -38	-50	-18	-10 -22	-28	-8	-4 -9	-12	-4	-5	0 -8	-12	-18	-30				
6	10	-150 -186	-80 -116	-40 -62	-76	-40	-25 -47	-61	-22	-13 -28	-35	-9	-5 -11	-14	-4	-6	0 -9	-15	-22	-36				
10	14	-150	-95	-50		-32			-16			-6					0							
14	18	-193	-138	-77	-93	-50	-59	-75	-27	-34	-43	-11	-14	-17	-5	-8	-11	-18	-27	-43				
18	24	-160	-110	-65		-40			-20			-7					0							
24	30	-212	-162	-98	-117	-61	-73	-92	-33	-41	-53	-13	-16	-20	-6	-9	-13	-21	-33	-52				
30	40	-170 -232	-120 -182	-80		-50			-25			-9					0							
40	50	-180 -242	-130 -192	-119	-142	-75	-89	-112	-41	-50	-64	-16	-20	-25	-7	-11	-16	-25	-39	-62				
50	65	-190 -261	-140 -214	-100		-60			-30			-10					0							
65	80	-200 -274	-150 -224	-146	-174	-90	-106	-134	-47	-60	-76	-18	-23	-29	-8	-13	-19	-30	-46	-74				
80	100	-220 -307	-170 -257	-120		-72			-36			-12					0							
100	120	-240 -327	-180 -267	-174	-207	-107	-126	-159	-58	-71	-90	-22	-27	-34	-10	-15	-22	-35	-54	-87				
120	140	-260 -360	-200 -300																					
140	160	-280 -380	-210 -310	-145		-85			-43	-83	-106	-26	-32	-39	-12	-18	-25	-40	-63	-100				
160	180	-310 -410	-230 -330																					
180	200	-340 -455	-240 -355																					
200	225	-380 -495	-260 -375	-170	-285	-146	-172	-215	-79	-96	-122	-29	-35	-44	-14	-20	-29	-46	-72	-115				
225	250	-420 -535	-280 -395																					
250	280	-480 -610	-300 -430	-190		-110			-56			-17					0							
280	315	-540 -670	-330 -460	-271	-320	-162	-191	-240	-88	-108	-137	-33	-40	-49	-16	-23	-32	-52	-81	-130				
315	355	-600 -740	-360 -500	-210		-125			-62			-18					0							
355	400	-680 -820	-400 -540	-299	-350	-182	-214	-265	-98	-119	-151	-26	-43	-54	-18	-25	-36	-57	-89	-140				
400	450	-760 -915	-440 -595	-230		-135			-68			-20					0							
450	500	-840 -995	-480 -635	-327	-385	-198	-232	-290	-108	-131	-165	-40	-47	-60	-20	-27	-40	-63	-97	-155				

Catatan: Nilai atas menunjukkan penyimpangan atas dan nilai bawah penyimpangan bawah

Sumber: G. Takeshi Sato dan N. Sugiarto Hartanto (1983:134)



## Lampiran 6. Nilai Penyimpangan Lubang untuk Tujuan Umum

Satuan  $\mu\text{m}$

Tingkat diameter (mm)	B		C		D			E			F			G		H									
>	to	B 10	C 9	C 10	D 8	D 9	D 10	E 7	E 8	E 9	F 6	F 7	F 8	G 6	G 7	H 5	H 6	H 7	H 8	H 9	H 10				
—	3	+180 +140	+85 +60	+100	+34	+45 +20	+60	+24	+28 +14	+39	+12	+16 +6	+20	+8	+12 +10	+4	+6	+10 0	+14	+25	+40				
3	6	+188 +140	+100 +70	+118	+48	+60 +30	+78	+32	+38 +20	+50	+18	+22 +10	+28	+12	+16 +4	+5	+8	+12 0	+18	+30	+48				
6	10	+203 +150	+116 +80	+138	+62	+76 +40	+98	+40	+47 +25	+61	+22	+28 +13	+35	+14	+20 +5	+6	+9	+15 0	+22	+36	+58				
10	14	+220 +150	+138 +95	+165	+77	+93 +50	+120	+50	+59 +32	+75	+27	+34 +16	+43	+17	+24 +6	+8	+11	+18 0	+27	+43	+70				
14	18																								
18	24	+244 +160	+162 +110	+194	+98	+117 +65	+149	+61	+73 +40	+92	+33	+41 +20	+52	+20	+28 +7	+9	+13	+21 0	+33	+52	+84				
24	30																								
30	40	+270 +170	+182 +120	+220	+119	+142 +80	+180	+75	+89 +50	+112	+41	+50 +25	+64	+25	+34 +9	11	+16	+25 0	+39	+62	+100				
40	50	+280 +180	+192 +130	+230																					
50	65	+310 +190	+214 +140	+260	+146	+174 +100	+220	+90	+106 +60	+134	+49	+60 +30	+76	+29	+40 +10	+13	+19	+30 0	+46	+74	+120				
65	80	+320 +200	+224 +150	+270																					
80	100	+360 +220	+257 +170	+310	+174	+207 +120	+260	+107	+126 +72	+159	+58	+71 +36	+90	+34	+47 +12	+15	+22	+35 0	+54	+87	+140				
100	120	+380 +240	+267 +180	+320																					
120	140	+420 +260	+300 +200	+360																					
140	160	+440 +280	+310 +210	+370	+208	+245 +145	+305	+125	+148 +85	+185	+68	+83 +43	+106	+39	+54 +14	+18	+25	+40 0	+63	+100	+160				
160	180	+470 +310	+330 +230	+390																					
180	200	+525 +340	+355 +240	+425																					
200	225	+565 +380	+375 +260	+445	+242	+285 +170	+355	+146	+172 +100	+215	+79	+96 +50	+122	+44	+61 +15	+20	+29	+46 0	+72	+115	+185				
225	250	+605 +420	+395 +280	+465																					
250	280	+690 +480	+430 +300	+510	+271	+320 +190	+400	+162	+191 +110	+240	+88	+108 +56	+137	+49	+69 +17	+23	+32	+52 0	+81	+130	+210				
280	315	+750 +540	+460 +330	+540																					
315	355	+830 +600	+500 +360	+590	299	+350 +210	+440	+182	+214 +125	+265	+98	+119 +62	+151	+54	+75 +18	+25	+36	+57 0	+89	+140	+230				
355	400	+910 +680	+540 +400	+630																					
400	450	+1010 +760	+595 +440	+690	+327	+385 +230	+480	+198	+232 +135	+290	+108	+131 +68	+165	+60	+83 +20	+27	+40	+63 0	+97	+155	+270				
450	500	+1090 +840	+635 +480	+730																					

Catatan: Nilai atas menunjukkan penyimpangan atas, dan nilai bawah penyimpangan bawah.

Sumber: G. Takeshi Sato dan N. Sugiarto Hartanto (1983:132)

Lampiran 7. Faktor Koreksi  $K_\theta$ 

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

Sumber : Sularso (1997:174)

## Lampiran 8. Daerah Penyetelan Jarak Sumbu Poros

Nomor Nominal Sabuk	Panjang Keliling Sabuk	Ke sebelah dalam dari letak standart $\Delta C_i$					Ke sebelah luar dari letak standart $\Delta C_i$ (umum untuk semua tipe)
		A	B	C	D	E	
11-38	280-970	20	25				25
36-60	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 (1997:174)

## Lampiran 9. Panjang Sabuk-V Standar

Nomor nominal		Nomor nominal		Nomor nominal		Nomor Nominal	
(inchi)	(mm)	(inchi)	(mm)	(inchi)	(mm)	(inchi)	(mm)
10	254	45	1143	80	2032	115	2921
11	279	46	1168	81	2057	116	2946
12	305	47	1194	82	2083	117	2972
13	330	48	1219	83	2108	118	2997
14	356	49	1245	84	2134	119	3023
15	381	50	1270	85	2159	120	3048
16	406	51	1295	86	2184	121	3073
17	432	52	1321	87	2210	122	3099
18	457	53	1346	88	2235	123	3124
19	483	54	1372	89	2261	124	3150
20	508	55	1397	90	2286	125	3175
21	533	56	1422	91	2311	126	3200
22	559	57	1448	92	2337	127	3226
23	584	58	1473	93	2362	128	3251
24	610	59	1499	94	2388	129	3277
25	635	60	1524	95	2413	130	3302
26	660	61	1549	96	2438	131	3327
27	686	62	1575	97	2464	132	3353
28	711	63	1600	98	2489	133	3378
29	737	64	1626	99	2515	134	3404
30	762	65	1651	100	2540	135	3429
31	787	66	1676	101	2565	136	3454
32	813	67	1702	102	2591	137	3480
33	838	68	1727	103	2616	138	3505
34	864	69	1753	104	2642	139	3531
35	889	70	1778	105	2667	140	3556
36	914	71	1803	106	2692	141	3581
37	940	72	1829	107	2718	142	3607
38	965	73	1854	108	2743	143	3632
39	991	74	1880	109	2769	144	3658
40	1016	75	1905	110	2794	145	3683
41	1041	76	1930	111	2819	146	3708
42	1067	77	1956	112	2845	147	3734
43	1092	78	1981	113	2870	148	3759
44	1118	79	2007	114	2896	149	3785

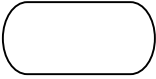



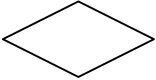



Sumber : Sularso, 1997 : 168.

## Lampiran 10. Harga Kekasaran dan Angka Kelas Kekasaran

Harga kekasaran $R_a$ ( $\mu\text{m}$ )	Angka kelas kekasaran
50	N12
25	N11
12,5	N10
6,3	N9
3,2	N8
1,6	N7
0,8	N6
0,4	N5
0,2	N4
0,1	N3
0,05	N2
0,025	N1

Sumber: G. Takeshi Sato dan N. Sugiarto Hartanto, 1992: 186

## Lampiran 11. Lambang-lambang dari Diagram Aliran

Lambang	Nama	Keterangan
	Terminal	Untuk menyatakan mulai (start), berakhir (end) atau berhenti (stop)
	Input	Data dan persyaratan yang diberikan disusun disini
	Pekerjaan orang	Di sini diperlukan pertimbangan-petimbangan seperti pemilihan persyaratan kerja, persyaratan pengerjaan, bahan dan perlakuan panas, penggunaan faktor keamanan dan factor-faktor lain, harga-harga empiris, dll.
	Pengolahan	Pengolahan dilakukan secara mekanis dengan menggunakan persamaan, tabel dan gambar.
	Keputusan	Harga yang dihitung dibandingkan dengan harga Patoka, dll. Untuk mengambil keputusan
	Dokumen	Hasil perhitungan yang utama dikeluarkan pada alat ini
	Pengubung	Untuk menyatakan pengeluaran dari tempat keputusan ke tempat sebelumnya atau berikutnya, atau suatu pemasukan ke dalam aliran yang berlanjut.
	Garis aliran	Untuk menghubungkan langkah-langkah yang berurutan

Catatan: Y = ya; T = tidak

Sumber: Sularso (1997)

## Lampiran 12. Kartu Bimbingan Proyek Akhir



**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL  
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK MESIN**



Alamat : Kampus Karang Malang, Yogyakarta Telepon ( 0274 ) 554690 Fax ( 0274 ) 554690

### Kartu Bimbingan Proyek Akhir

Judul Proyek Akhir : Perancangan Mesin Perajang Hijauan Pakan Ternak  
 Nama mahasiswa : Yulius Cahyonugroho  
 No Mahasiswa : 07508134018  
 Dosen Pembimbing : Drs. Riswan D. Djatmiko, M. Pd.

Bimb. Ke	Hari/Tanggal Bimbingan	Materi Bimbingan	Catatan Dosen Pembimbing	Tanda Tangan Dosen Pembimbing
I	Kamis 20 - 10 - 2010	Bab I. Revisi	Revisi Identifikasi Msthr, Rumusan Masalah, Batasan	<i>[Signature]</i>
II	Senin 25 - 10 - 2010	Bab I	Revisi Rumusan dan Batasan Masalah	<i>[Signature]</i>
III	Jumat 4 - 03 - 2011	Bab I & II	Bab I ok. Revisi Bab II	<i>[Signature]</i>
IV	Selasa 8 - 03 - 2011	Bab II & III	Bab II ok Revisi Bab III, Gaya Botong	<i>[Signature]</i>
V	Jumat 11 - 03 - 2011	Bab III & IV	Bab III ok Revisi Bab IV	<i>[Signature]</i>
VI	Kamis 17 - 03 - 2011	Bab IV & V	Bab IV ok Revisi Bab V	<i>[Signature]</i>
VII	Kamis 1 - 04 - 2011	Bab V	Bab V ok	<i>[Signature]</i>
VIII	Senin 4 - 04 - 2011	Total	Revisi tata tulis, Abstrak, Lampiran	<i>[Signature]</i>
IX	Jumat 8 - 04 - 2011	Total	ATT	<i>[Signature]</i>

**Keterangan:**

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

Mengetahui  
Koordinator Proyek Akhir

*[Signature]*

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



## Lampiran 13. Foto dan Uji Kinerja



Mesin perajang hijauan pakan ternak



Mesin perajang hijauan tampak samping



Mesin perajang hijauan tampak belakang



Rumput gajah yang akan dirajang



Proses perajangan rumput gajah



Rajangan rumput gajah yang keluar dari mesin



## Lampiran 13. (lanjutan)



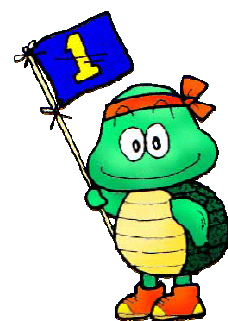
Rajangan rumput gajah yang keluar dari mesin



Hasil rajangan rumput gajah dengan mesin perajang

Lampiran 14. Daftar Hadir Proyek Akhir Kelompok 12 Angkatan 2007

[illegible]



Kritik dan Saran  
joe\_pazafu@yahoo.com