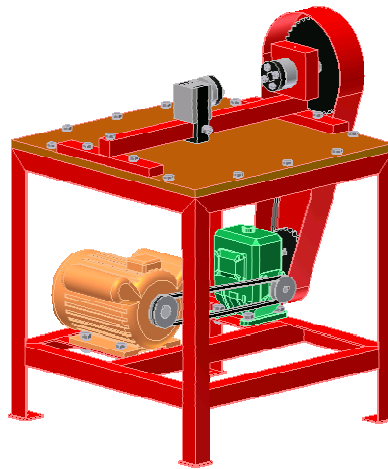




**PERANCANGAN MESIN PILIN UNTUK PRODUKSI BESI TERALIS  
SPIRAL YANG MEMILIKI CEMBUNGAN**

**PROYEK AKHIR**

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



**Oleh :**

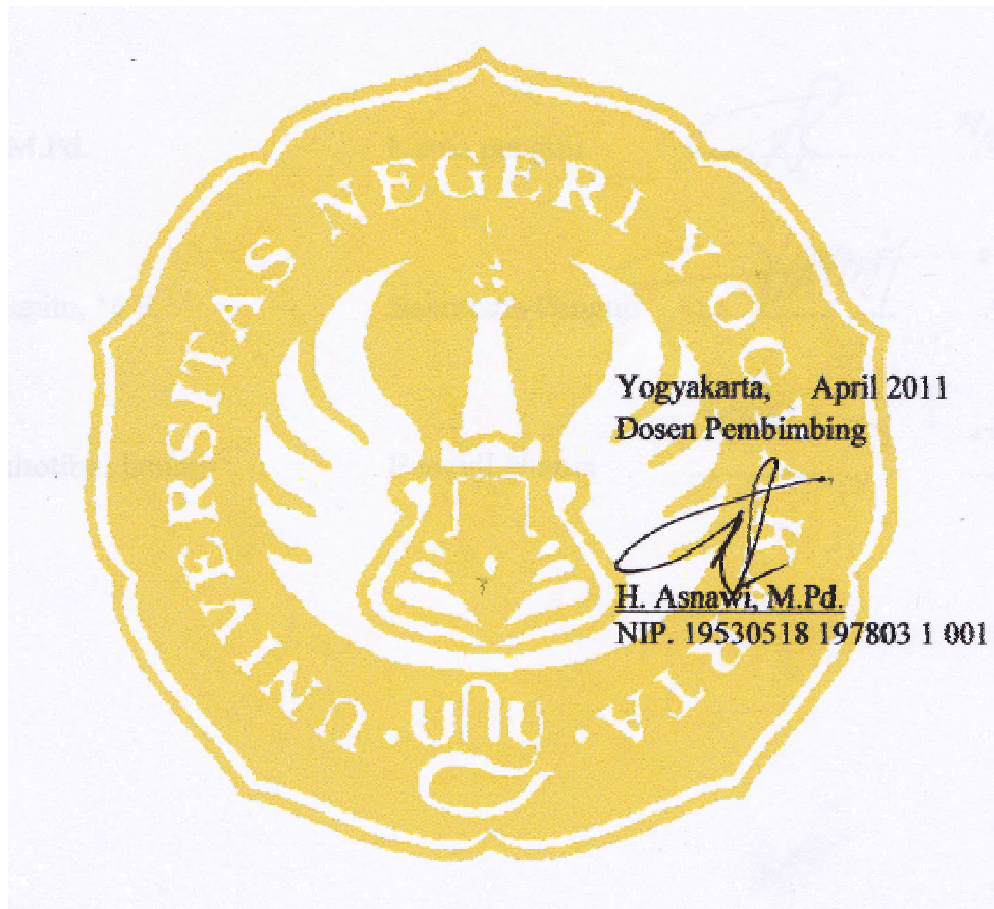
**Agus Saryono  
06508131008**

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

**2011**

## HALAMAN PERSETUJUAN

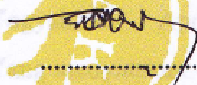
Proyek akhir yang berjudul **“PERANCANGAN MESIN PILIN UNTUK PRODUKSI BESI TERALIS SPIRAL YANG MEMILIKI CEMBUNGAN”** ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diujikan.



## HALAMAN PENGESAHAN

Proyek akhir yang berjudul “PERANCANGAN MESIN PILIN UNTUK PRODUKSI BESI TERALIS SPIRAL YANG MEMILIKI CEMBUNGAN” ini telah dipertahankan di depan Dewan Penguji pada tanggal April 2011 dan dinyatakan lulus.

### DEWAN PENGUJI

Nama	Jabatan	Tanda Tangan	Tanggal
Asnawi, M.Pd.	Ketua penguji		27/05 2011
Jarwo Puspito, M.P.	Sekretaris Penguji		27/05 2011
Ir. Muh.khotibul Umam	Penguji Utama		27/05 2011

Yogyakarta, April 2011  
Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Negeri Yogyakarta

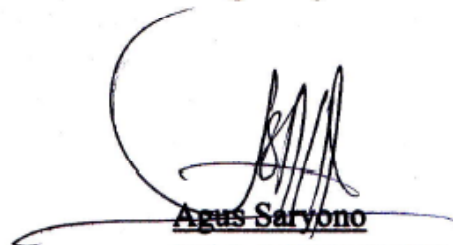
  
Wardan Suyanto, Ed. D.  
NIP.19540810 197803 1 001

## **SURAT PERNYATAAN**

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

**Yogyakarta, April 2011**

**Yang menyatakan**



**Agus Saryono**  
**NIM. 06508131008**



## **ABSTRAK**

### **PERANCANGAN MESIN PILIN UNTUK PRODUKSI BESI TERALIS SPIRAL YANG MEMILIKI CEMBUNGAN**

Oleh:

Agus Saryono  
06508131008

Besi teralis model spiral yang memiliki cembungan adalah suatu inovasi teknologi pada usaha kecil menengah (UKM). Sesuai dengan usaha produksi besi teralis model spiral yang memiliki cembungan saat ini adalah kendala pada mesin produksinya. Kelemahan yang ada pada mesin produksi tersebut adalah tenaga penggerak yang masih menggunakan tenaga manusia dan faktor keamanan dari rangka mesin. Sehingga yang diperlukan saat ini adalah modifikasi mesin dengan perancangan mesin pilin yang lebih aman dan ekonomis. Tujuan dari perancangan ini adalah untuk menghasilkan desain konstruksi yang kuat, aman, ekonomis, mudah dikerjakan dan tentunya untuk mendapatkan profit yang lebih tinggi.

Merancang mesin pilin untuk produksi besi teralis model spiral yang memiliki cembungan merupakan suatu langkah penciptaan atau rekayasa produk dengan konsep kerja pembentukan besi berornamen spiral cembung dari 4 buah besi kotak dengan proses pemuntiran atau pilin secara bersamaan. Langkah-langkah yang mesti dilalui dalam perancangan mesin pilin meliputi identifikasi gambar kerja setiap komponen, pemilihan bahan yang akan digunakan dan penentuan proses pengerjaan. Identifikasi gambar kerja dilakukan untuk mendapatkan gambaran produk yang akan dibuat sehingga dapat merencanakan proses pengerjaan yang akan dilakukan. Mesin pilin dirancang mampu memuntir/memilin besi kotak 7x7x150 mm. Jumlah puntiran yang direncanakan adalah 1 kali pada arah putaran pertama dan  $\frac{3}{4}$  putaran berlawanan arah dari yang pertama tiap benda kerja. Tenaga penggerak teralis spiral yang memiliki cembungan menggunakan bengkel permesinan dan fabrikasi.

Hasil perancangan adalah desain dan gambar kerja mesin pilin untuk produksi besi teralis model spiral yang memiliki cembungan. Produk dari mesin ini berupa besi teralis dengan dimensi diameter cembungan 41 mm dan panjang 151 mm. Kapasitas produksi dari mesin pilin adalah 18 hingga 20 Pcs/ jam dengan waktu produksi total  $\pm 3$  menit tiap benda kerja. Mesin pilin memiliki konstruksi 500 mm x 600 mm x 700 mm.

Kata kunci: Perancangan mesin pilin, besi teralis model spiral yang memiliki cembungan

## **MOTTO**






*“Tak ada keputusan yang tak ada resiko, keputusan bukan untuk disesali  
tapi untuk dijalani”*

*“Mengulang kesalahan yang sama, sama halnya melakukan hal yang salah”*

*“Bekerja tanpa totalitas hanya akan menimbun pekerjaan untuk  
waktu selanjutnya”*

## PERSEMBAHAN

*Laporan proyek akhir ini kupersembahkan kepada :*

-  *Almamater Universitas Negeri Yogyakarta*
-  *Ibunda dan ayahanda atas semua pengorbanan, keikhlasan, kesabaran dalam membesarkan, mendidik serta memberikan dukungan baik material maupun sepiritual yang tak mungkin bisa kubalas.*
-  *Seluruh anggota keluarga besar dirumah atas kebesaran hati mereka.*
-  *Himpunan Mahasiswa Mesin Fakultas Teknik UNY.*
-  *Seluruh Mahasiswa Jurusan Pendidikan Teknik Mesin UNY 2006 & 2007.*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran ALLAH SWT yang senantiasa melimpahkan anugrah nikmat serta kasih sayang-Nya, sehingga penyusunan laporan Proyek Akhir yang berjudul **“PERANCANGAN MESIN PILIN UNTUK PRODUKSI BESI TERALIS SPIRAL YANG MEMILIKI CEMBUNGAN”** 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. Bapak Prof. Dr. Rochmat Wahab, M.Pd MA., selaku rektor Universitas Negeri Yogyakarta.
2. Bapak Wardan Suyanto, Ed.D., selaku Dekan FT UNY.
3. Bapak Bambang Setyo H.P., M.Pd., selaku Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Mesin FT UNY.
4. Bapak Jarwo Puspito, M.P., selaku Kaprodi D3 Teknik Mesin.
5. Bapak Aan Ardian, S.Pd., selaku Penasehat Akademik.
6. Bapak H. Asnawi, M.Pd., selaku Pembimbing Proyek Akhir.
7. Seluruh Dosen, Staf dan Teknisi Jurusan Pendidikan Teknik Mesin UNY yang telah ikhlas menularkan ilmunya dari semester awal hingga akhir studi.
8. Kedua Orang Tuaku tercinta yang telah memberikan do'a, semangat dan kasih sayang yang tak terhingga demi tercapainya tujuan dan cita-cita.

9. Teman-teman kelompok TA, HIMA Mesin, teman-teman jurusan Teknik Mesin dan rekan-rekan ormawa FT atas doa, informasi, bantuan, dukungan, saran, dan motivasinya hingga selesainya penyusunan Laporan Proyek Akhir ini.
10. 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. Terimakasih

Yogyakarta, April 2011



Penyusun

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iv
ABSTRAK.....	v
MOTTO .....	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
 <b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang .....	1
B. Identifikasi Masalah.....	3
C. Batasan Masalah .....	4
D. Rumusan Masalah.....	4
E. Tujuan .....	4
F. Manfaat .....	5
G. Keaslian .....	5
 <b>BAB II PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH</b>	
A. Kajian Singkat Dari Produk .....	7
B. Tuntutan Alat/Mesin dari Sisi Calon Pengguna .....	8
C. Anlisa morfologis Mesin Pilin untuk Teralis Model Spiral Cembung .....	9
D. Gambaran Mesin Pilin untuk Besi Teralis Model Spiral .....	15
 <b>BAB III KONSEP PERANCANGAN</b>	

A. Proses Perancangan .....	17
B. Pernyataan Kebutuhan .....	20
C. Analisis Kebutuhan .....	20
D. Pertimbangan Perancangan .....	22
E. Tuntutan Perancangan .....	24
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
A. Pemilihan Bahan .....	27
B. Analisis Konstruksi Mesin Pilin .....	28
C. Analisis Ekonomi .....	39
D. Uji Kinerja Mesin Pilin .....	43
E. Hasil dan Pembahasan .....	44
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
A. Kesimpulan .....	46
B. Saran .....	47
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>48</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>49</b>

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1    Besi tempa spiral.....	2
Gambar 1.2    Teralis spiral yang memiliki cembungan.....	2
Gambar 2.1    Teralis kayu sederhana dan teralis besi .....	8
Gambar 2.2    Mesin pilin untuk besi teralis model spiral.....	15
Gambar 3.1    Diagram alir proses perancangan Pahl & Beitz .....	17
Gambar 4.1    Penampang besi kotak .....	30
Gambar 4.2    Konstruksi rangka mesin pilin besi teralis spiral .....	32
Gambar 4.3    Analisis torsi pada rangka batang .....	33
Gambar 4.4    Model diagram analisis konstruksi rangka mesin.....	35
Gambar 4.5    Deformasi model diagram konstruksi rangka.....	38



## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Spesifikasi mesin pilin untuk besi teralis model spiral cembung .....	10
Tabel 2.2 Matrik morfologi mesin pilin untuk besi teralis model spiral cembung .....	12
Tabel 2.3 Varian yang digunakan untuk mesin pilin teralis spiral cembung .....	14
Tabel 4.1 Hasil uji tarik besi kotak .....	28
Tabel 4.2 Perbandingan rasio putaran system transmisi mesin pilin .....	31
Tabel 4.3 Spesifikasi baja profil siku .....	32
Tabel 4.4 Titik koordinat model diagram analisis batang torsi (meter).....	33
Tabel 4.5 Gaya-gaya reaksi proses pemilinan (satuan gaya) .....	34
Tabel 4.6 Titik-titik koordinat diagram analisis rangka (meter) .....	36
Tabel 4.7 Pergeseran titik.....	36
Tabel 4.8 Aliran gaya dan tekanan kerja pada konstruksi rangka.....	37
Tabel 4.9 Biaya desain mesin pilin besi teralis spiral .....	39
Tabel 4.10 Biaya pembelian dan perakitan komponen mesin pilin besi teralis spiral .....	39
Tabel 4.11 Biaya pembuatan mesin pilin besi teralis spiral.....	40
Tabel 4.12 Biaya non produksi .....	40
Tabel 4.13 Perencanaan laba produksi.....	40
Tabel 4.14 Taksiran harga produk .....	40
Tabel 4.15 Perbandingan sebelum dan sesudah perbaikan .....	44

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1	Gambar Kerja mesin pilin..... 50
Lampiran 2	Bentuk-Bentuk Rumus Luasan Bidang Penampang..... 66
Lampiran 3	Standar Ukuran Penampang Bj P Siku Samakaki ..... 67
Lampiran 4	Tabel Variasi Penyimpangan Umum..... 70
Lampiran 5	Table SIFAT-SIFAT MEKANIS BAJA STRUKTURAL..... 71
Lampiran 6	Tabel Lambang Untuk Sifat Yang Diberi Toleransi..... 72
Lampiran 7	Tabel Lambang Arah Bekas Pengerjaan..... 73
Lampiran 8	Tabel Hubungan Antara Sifat Yang Diberi Toleransi dan Daerah Toleransi..... 74
Lampiran 9	Daerah Toleransi Lubang dan Poros..... 75
Lampiran 10	Suian Untuk Tujuan-Tujuan Umum ..... 76
Lampiran 11	Tabel Harga Kekasaran dan Angka Kelas Kekasaran ..... 77
Lampiran 12	Perhitungan Dengan Ansys 5.4..... 78
Lampiran 13	Lamabang-Lambang Pengelasan ..... 81
Lampiran 14	Tabel Ringkasan Gambar ..... 82
Lampiran 15	Rekap daftar Hadir Praktek Mengerjakan Proyek Akhir Mahasiswa Angkatan 2007..... 83
Lampiran 16	Kartu Bimbingan Proyek Akhir..... 84

# **BAB I**

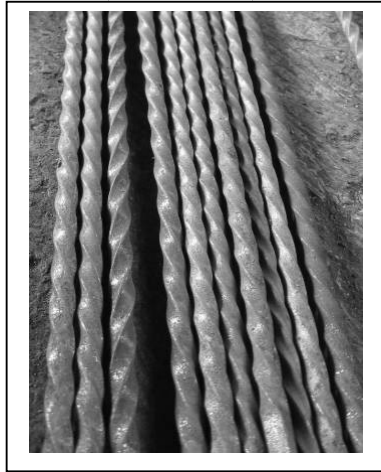
## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang Masalah**

Pemenuhan kebutuhan pokok manusia meliputi sandang (pakaian), pangan (makanan) dan papan (tempat tinggal/rumah). Setelah manusia dapat memenuhi kebutuhan sandang dan pangan mereka selanjutnya harus memikirkan kebutuhannya yang terakhir yaitu papan.

Untuk memenuhi kebutuhan tempat tinggal manusia yang semakin lama semakin meningkat jumlahnya tentu model dari rumah itu sendiri selalu berkembang. Guna mengikuti arus perkembangan model tersebut tentunya setiap pembangun rumah ataupun pengembang mulai berfikir bagaimana caranya untuk menarik minat pemesan. Sentuhan keindahan yang tentunya juga mendukung segi keamanan banyak digunakan dalam pembangunan rumah seperti teralis jendela, pagar besi, tangga rumah, pintu garasi, dll.

Hal ini memberikan peluang usaha kepada para pelaku usaha khususnya pada bengkel-bengkel las (UKM). Mereka mulai memberikan ornamen-ornamen pendukung seperti motif bunga, daun, ujung tombak dan motif spiral. Untuk mendapatkan motif-motif tersebut mereka harus membelinya di toko. Adapun mesin penghasil motif-motif tersebut yang sudah mulai banyak digunakan adalah mesin pemilin besi spiral. Namun produk yang mereka hasilkan kebanyakan hanyalah besi tempa spiral (gambar 1. 1.)



Gambar 1. 1. Besi tempa spiral

Untuk menciptakan sebuah motif baru dengan konsep mesin hampir sama dengan pemilin besi tempa maka diperlukan mesin pemilin yang mampu memproduksi sebuah ornamen teralis spiral yang memiliki cembungan (gambar 1. 2)



Gambar 1. 2. Teralis spiral yang memiliki cembungan

Setelah melakukan survei pasar, mesin tersebut ternyata sudah ada namun pemanfaatannya masih cukup konvensional sekali yaitu dengan menggunakan tenaga penggerak berupa tenaga manusia. Hal ini tentunya kapasitas dari mesin tersebut sangat terbatas sekali. Untuk memenuhi kebutuhan pasar yang sangat besar dibutuhkan mesin pilin yang memiliki kapasitas lebih dari mesin yang sudah ada. Salah satu solusinya ialah dengan mengganti tenaga penggeraknya dengan motor listrik. Kapasitas produksi yang diharapkan dari mesin ini ialah  $\pm 18-20$  buah besi spiral/jam atau sekitar 160 buah besi spiral/hari dengan spesifikasi ukuran produk penampang besi tempa yang dipilin 7 mm, diameter cembungan  $\pm 40$  mm dan panjang  $\pm 150$  mm.

## **B. Identifikasi Masalah**

Sesuai penjelasan di atas dapat diperoleh identifikasi beberapa masalah, diantaranya :

1. Bagaimana proses pembentukan cembungan dari besi teralis spiral?
2. Bagaimana mewujudkan putaran yang akan dibutuhkan?
3. Bagaimana mekanisme susunan transmisi dari mesin tersebut?
4. Bagaimana bentuk tutup pengaman transmisi dari mesin tersebut?
5. Bagaimana pencekaman pada mesin tersebut?
6. Bagaimana bentuk rangka dari mesin tersebut?
7. Berapa daya yang dibutuhkan untuk kapasitas sebesar itu?
8. Bagaimana desain dan gambar kerja konstruksi mesin pilin tersebut?
9. Bagaimana analisis rangka dari mesin tersebut?

10. Bagaimana analisis ekonomi dari mesin tersebut?

### **C. Batasan Masalah**

Mengingat luasnya masalah pada pembuatan mesin tersebut dan keterbatasan kemampuan penulis untuk menghasilkan produk mesin yang lebih inovatif, maka penulisan laporan ini difokuskan pada masalah perancangan mesin pilin.

### **D. Rumusan Masalah**

Adapun pembagian pekerjaan pada pengerjaan mesin pilin ini meliputi perancangan, pengerjaan rangka, *casing* pengaman, kepala pencekam tetap dan kepala pencekam putar. Berdasarkan tuntutan desain, beberapa masalah pada perancangan mesin pilin untuk produksi teralis spiral yang memiliki cembungan adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana analisis rangka dan kebutuhan daya dari mesin pilin tersebut?
2. Bagaimana desain dan gambar kerja konstruksi mesin pilin tersebut?
3. Bagaimana analisis ekonomi dari mesin pilin tersebut?

### **E. Tujuan**

Tujuan perancangan mesin pilin untuk produksi besi teralis spiral yang memiliki cembungan adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui analisis rangka dan kebutuhan daya pada mesin pilin.
2. Untuk mengetahui desain dan gambar kerja konstruksi mesin pilin.
3. Untuk mengetahui analisis ekonomi dari mesin pilin.

## **F. Manfaat**

Manfaat dari perancangan dan pembuatan mesin pilin untuk produksi besi teralis spiral yang memiliki cembungan adalah sebagai berikut:

1. Bagi Mahasiswa
  - a. Sebagai pembelajaran tentang cara inovasi teknologi bidang teknik mesin.
  - b. Sebagai proses penyiapan keahlian mahasiswa dalam menghadapi persaingan dunia kerja.
2. Bagi Perguruan Tinggi
  - a. Sebagai bahan kajian di Jurusan Teknik Mesin dalam mata kuliah bidang teknik mesin.
  - b. Sebagai wujud salah satu Tri Dharma Perguruan Tinggi tentang pengabdian kepada masyarakat.
3. Bagi Masyarakat

Untuk meningkatkan kualitas, kuantitas dan keamanan produksi besi teralis spiral yang memiliki cembungan di industri kecil dan menengah.

## **G. Keaslian**

Perancangan mesin pilin untuk produksi besi teralis model spiral yang memiliki cembungan merupakan bentuk inovasi dari mesin pilin model spiral biasa yang sudah ada. Kesesuaian konsep kerja mesin merupakan dasar utama perancangan mesin pilin untuk produksi besi teralis model spiral yang memiliki cembungan. Inovasi mesin difokuskan pada konstruksi dan tingkat

keamanan bahan yang digunakan pada komponen-komponen mesin pilin. Inovasi mesin ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas, kuantitas dan keamanan pada proses produksi besi teralis model spiral yang memiliki cembungan.



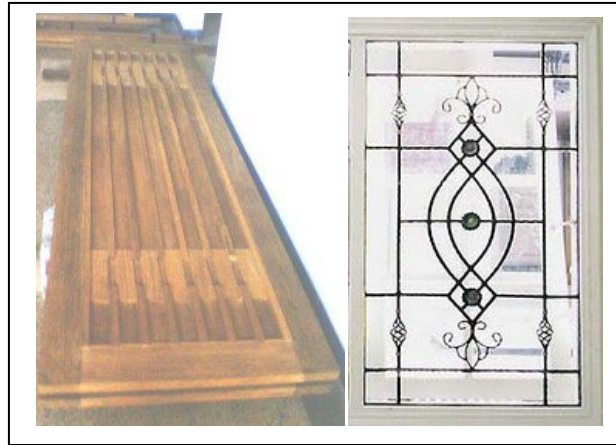
## **BAB II**

### **PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH**

#### **A. Kajian Singkat Dari Produk**

Salah satu bagian rumah yang erat hubungannya dengan faktor keamanan adalah teralis. Teralis adalah bingkai yang berada dibalik daun pintu/jendela. Secara fungsional, teralis memiliki fungsi utama untuk menjaga keamanan rumah itu sendiri dari gangguan pencuri. Namun saat ini fungsi teralis tidak hanya sebagai pengaman rumah namun fungsi teralis kini mulai berubah menjadi penghias dari rumah.

Bahan dari teralis sendiri bermacam-macam, mulai dari masih berbahan kayu sampai menggunakan bahan berupa logam. Pada jaman rumah masih menggunakan bahan utama berupa kayu, teralis yang digunakan juga demikian (gambar 2. 1.). Pada saat itu bentuknya sangat terbatas karena kayu sendiri memiliki harga yang cukup tinggi dan juga susah untuk dimodifikasi bentuknya. Seiring penggunaan logam sebagai salah satu bahan yang mulai banyak digunakan untuk bahan utama rumah maka pemakaian teralis dari logam juga banyak berkembang (gambar 2. 1.). Dengan menggunakan logam teralis justru lebih beraneka ragam bentuk dan motifnya. Hal ini dikarenakan harga dari logam sendiri juga lebih murah dari kayu dengan kekuatan yang tidak kalah dengan kayu. Serta proses pembentukan logam untuk keperluan teralis lebih mudah.



Gambar 2. 1. Teralis kayu sederhana dan teralis besi

Untuk mewujudkan keanekaragaman dari motif teralis, maka ornamen penghias dari teralis sendiri adalah faktor utamanya. Adapun ornamen yang digunakan sebagai penghias teralis berupa ornamen bunga, daun, ujung tombak, cembungan spiral, dll.

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

Melihat dari produk mesin yang sudah ada saat ini yang ada di bengkel-bengkel las adalah mesin pemilin besi tempa biasa, maka pembuatan mesin pilin untuk teralis spiral cembung merupakan salah satu pemenuhan kebutuhan konsumen dalam memproduksi ornamen penghias teralis. Mengingat produk yang dihasilkan dari mesin sebelumnya hanyalah pilinan besi tempa, oleh karena itu mesin ini berfungsi untuk produksi teralis spiral atau besi tempa yang memiliki cembungan. Ornamen spiral cembung merupakan hasil lengkungan pada material besi kotak akibat proses pemilinan secara dua arah. Kapasitas mesin tersebut ialah

$\pm 18-20$  buah/jam dengan spesifikasi ukuran cembungan besi teralis yang akan dibuat yaitu 41 mm dan panjang 151 mm.

Konsep dan cara kerja mesin tersebut adalah memuntir atau memilin secara dua arah. Benda kerja yang berupa besi kotak berjumlah 4 buah diputar atau dipilin secara bersamaan dengan arah puntiran 2 arah secara berurutan untuk menghasilkan profil spiral yang memiliki cembungan. Pada arah putaran pertama akan terjadi pertambahan panjang, sedangkan pada putaran kedua besi kotak yang telah mengalami pertambahan panjang dipuntir dengan arah berlawanan dari putaran pertama sehingga terjadi cembungan. Mesin ini terdiri dari dua pencekam benda kerja yang saling berhadapan, poros penahan, serta dilengkapi transmisi dan tentunya sebuah penggerak. Sedangkan untuk menjaga keamanan atau *safety* bagi operator maka pada bagian transmisi perlu dipasang penutup.

### **C. Analisa morfologis Mesin Pilin untuk Teralis Model Spiral Cembung**

Analisis morfologi adalah suatu pendekatan yang sistematis dan terstruktur untuk mencari alternatif penyelesaian dengan menggunakan matriks sederhana. Penyelesaian tugas desain dapat dicapai dengan memahami karakteristik mesin dan mengenali berbagai fungsi dari komponen mesin. Hal ini bertujuan untuk memilih komponen mesin yang paling ekonomis, perhitungan teknis dan menciptakan bentuk luar yang menarik. Pengalaman individu perancang khususnya pada konsep kerja mesin pilin untuk besi teralis model

spiral cembung menyesuaikan cara kerja mesin pilin yang sudah ada. Tabel 2. 1.

berikut ini akan memberikan gambaran mengenai kebutuhan spesifikasi.

Tabel 2. 1. Spesifikasi mesin pilin untuk besi teralis model spiral cembung

No.	Tuntutan Perencanaan	Persyaratan	Tingkat Kebutuhan
1.	Penggerak	a. Menggunakan tenaga motor	D
		b. Dapat diganti dengan tenaga manusia	W
2.	Gaya	a. Mempunyai dan mampu memberikan gaya torsi	D
3.	Kinematika	a. Arah torsi dapat berubah-ubah	D
		b. Mekanismenya mudah beroperasi	D
		c. Menggunakan transmisi untuk mendapatkan keuntungan mekanis	D
4.	Material	a. Mudah didapat dan murah harganya	D
		b. Baik mutunya	W
		c. Sesuai dengan standar umum	D
		d. Memiliki umur pakai yang panjang	D
		e. Mempunyai sifat mekanis yang baik	D
5.	Dimensi	a. Panjang area kerja $\pm 50$ cm	D
		b. Lebar $\pm 60$ cm	D
		c. Tinggi $\pm 70$ cm	D
		d. Dimensi dapat diperbesar / diperkecil	W
6.	Ergonomi	a. Sesuai dengan kebutuhan	D
		b. Mudah dipindahkan	D
		c. Tidak bising	

Tabel 2. 1 (Lanjut)

		d. Mudah dioperasikan	D
			D
7.	Petunjuk	a. Petunjuk pengoperasian mudah dimengerti dalam bahas Indonesia b. Petunjuk pengoperasian mudah dipahami	D D
8.	Keselamatan	a. Konstruksi harus kokoh b. Bagian yang berbahaya ditutup c. Tidak menimbulkan polusi	D D W
9.	Produksi	a. Dapat diproduksi bengkel kecil b. Suku cadang murah dan mudah didapat c. Biaya produksi relatif murah d. Dapat dikembangkan lagi	D W W W
10.	Perawatan	a. Biaya perawatan murah b. Perawatan mudah dilakukan c. Perawatan secara berkala	D D D
11.	Transportasi	a. Mudah dipindahkan b. Perlu alat khusus untuk memindah	D D

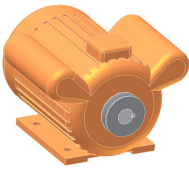

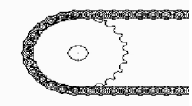


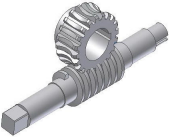
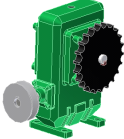
Dimana :

D = Keharusan (*demands*) yaitu syarat mutlak yang harus dipenuhi mesin jika tidak terpenuhi maka mesin merupakan solusi yang tidak membantu.

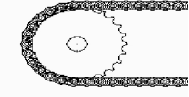


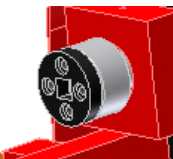



W = Keinginan (*wishes*) yaitu syarat yang masih dapat diberi toleransi keberadaannya agar dapat dimiliki.

Tabel 2. 2 Berikut ini akan menjelaskan identifikasi kebutuhan dan keterangan spesifikasi kebutuhan mesin untuk mendapatkan klasifikasi kebutuhan komponen yang memiliki nilai ergonomis dan ekonomis.

Tabel 2. 2. Matriks morfologi mesin pilin untuk teralis model spiral cembung

No.	Bagian	Varian		
		A	B	C
1.	Tenaga penggerak	 Motor listrik	 Manual/tenaga manusia	Gabungan motor listrik dan tenaga manusia
2.	Sistem transmisi bawah	 <i>Sproket dan rantai</i>	 <i>Belt dan Pulley</i>	
	Sistem transmisi perantara bawah dan tengah	 Roda gigi payung	 Ulir dan roda gigi cacing	 <i>Speed reducer</i>

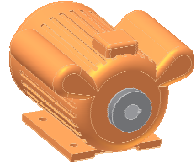

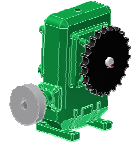
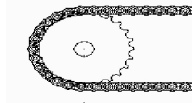
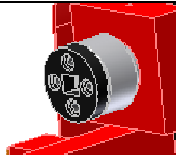
Tabel 2. 2 (Lanjut)

	Sistem transmisi tengah	 <i>Sproket dan rantai</i>	 <i>Belt dan Pulley</i>	
3.	Sistem penahan benda kerja	 <i>Chuck pencekam</i>	 Penahan kotak	
4.	Bahan profil rangka	 Kanal UNP	 Siku	 Kanal UNP dan Siku
5.	Bahan casing	Plat	Plastik	

Dari sekian banyak varian untuk setiap bagian maka berikut ini (table 2.

3.) adalah varian-varian yang dipilih untuk mesin pilin teralis spiral cembung.

Table 2. 3. Varian yang digunakan untuk mesin pilin teralis spiral cembung

No.	Bagian	Varian yang Dipilih
1.	Tenaga penggerak	 <p>Motor listrik</p>
2.	Sistem transmisi bawah	 <p><i>Belt dan Pulley</i></p>
	Sistem transmisi perantara bawah dan tengah	 <p><i>Speed reducer</i></p>
	Sistem transmisi tengah	 <p><i>Sproket dan rantai</i></p>
3.	Sistem penahan benda kerja	 <p>Penahan kotak</p>





Keterangan :

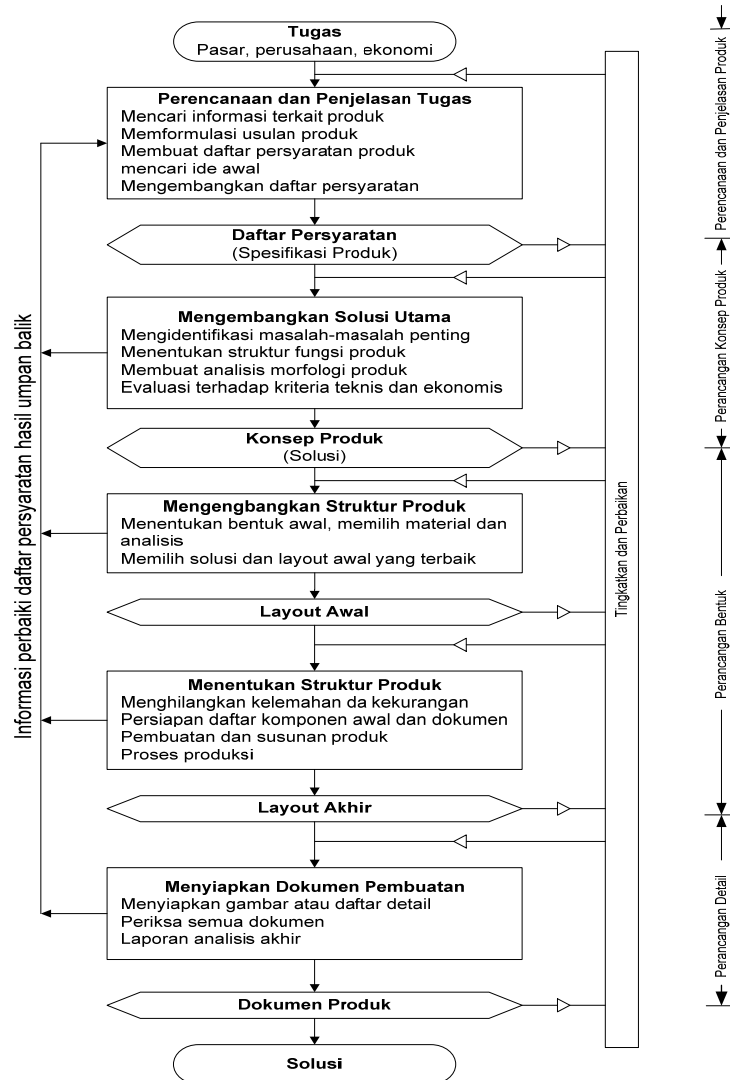
1. Rangka utama dengan menggunakan profil siku.
2. Sistem penggerak dengan menggunakan motor listrik.
3. Transmisi bawah dengan menggunakan *belt* dan *pulley*.
4. Transmisi perantara antara transmisi bawah dengan transmisi tengah menggunakan *speed reducer*.
5. Transmisi tengah dengan menggunakan *sprocket* dan rantai.
6. Penahan tetap yang berputar.
7. Penahan tetap diam.
8. Poros penahan atas.
9. *Casing* sebagai penutup rantai agar sistem transmisi terhindar dari jangkauan operator.

### BAB III

## KONSEP PERANCANGAN

#### A. Proses Perancangan

Diagram alir proses perancangan mesin pilin untuk produksi besi teralis spiral yang memiliki cembungan mengacu pada proses perancangan Pahl dan Beitz (gambar 3.1).



Gambar 3.1. Diagram alir proses perancangan Pahl dan Beitz (Dharmawan,1999)

## 1. Perencanaan dan Penjelasan Produk

- a. Mesin pilin yang sering dijumpai pada bengkel-bengkel las memiliki bentuk fisik yang kurang aman ketika bekerja dan masih menggunakan tenaga manusia sebagai tenaga penggeraknya.
- b. Penjelasan mengenai konsep mesin pilin yang akan dibuat, antara lain :
  - 1) Mesin pilin dapat memproduksi satu besi teralis spiral yang memiliki cembungan dengan dua kali putaran yang digerakan oleh motor listrik.
  - 2) Mesin pilin memiliki rangka yang berbentuk kubus sehingga lebih simetris ketika mesin ini beroperasi dan menggunakan penutup transmisi sebagai pengaman.
  - 3) Mesin pilin dapat dipindah-pindah dengan mudah karena ukurannya tidak begitu besar.
- c. Mencari informasi tentang mesin pilin yang akan dibuat dengan *mendownload* video-video mesin pilin di INTERNET dan melihat hasil-hasil tugas akhir yang telah dibuat oleh kakak tingkat.

## 2. Perancangan Konsep Produk

- a. Menggunakan dua kepala penahan (penahan tetap dan berputar) sebagai penahan benda kerja ketika dilakukan pemuntiran/pemilinan.
- b. Kepala penahan tetap sendiri dapat digeser searah dengan poros utama sehingga ukuran dari besi teralis spiral dapat disesuaikan sesuai batas maksimal dan minimal kemampuan mesin.

- c. Digerakan dengan bantuan penggerak berupa motor 3 pasa serta dilengkapi saklar tuas pemindah arah putaran motor.
- d. Dalam pemindahan daya, mesin menggunakan transmisi berupa *pully, belt, reducer*, rantai dan *sprocket*.
- e. Untuk menjaga keamanan operator ketika mengoperasikan mesin ini, pada bagian rantai dan *sprocket* diberi penutup yang terbuat dari plat.

### 3. Perancangan Bentuk

- a. Membuat daftar komponen yang akan dibuat.
- b. Membuat gambar sket dari konsep perancangan mesin pilin yang akan dibuat.
- c. Membuat layout semua komponen dengan berbagai pilihan bentuk dan ukuran.
- d. Mendalami layout komponen sesuai dengan pertimbangan aspek fungsi, keamanan, ketersediaan bahan dipasaran, kesatuan saat dirangkai dan tampilan/estetika. Langkah ini bertujuan untuk menekan kesalahan dalam proses pembuatan dan kelemahan dari mesin yang akan dibuat.

### 4. Perancangan Detail

- a. Melengkapi detail layout komponen-komponen yang telah ditentukan.
- b. Meneliti kembali layout yang telah ditentukan untuk selanjutnya dibuat gambar kerja.

- c. Mengumpulkan serta menyimpan seluruh layout akhir sebagai pedoman dalam proses produksi.

## **B. Pernyataan Kebutuhan**

Berdasarkan kekurangan dan kelemahan dari mesin pilin besi teralis spiral yang memiliki cembungan yang sudah ada diperoleh beberapa pernyataan kebutuhan terhadap mesin pilin, diantaranya :

1. Diperlukan bentuk fisik yang aman dari mesin pilin ketika mesin pilin tersebut dioperasikan, sehingga dapat meningkatkan *safety* operator.
2. Diperlukan tenaga penggerak pengganti tenaga manusia, sehingga dapat meningkatkan kuantitas produksi dari besi teralis spiral tanpa mengurangi kualitasnya.
3. Diperlukan konstruksi rangka yang kuat dan kokoh menahan berat beban, serta harganya yang sesuai.

## **C. Analisis Kebutuhan**

1. Spesifikasi mesin pilin

Mesin pilin besi spiral memiliki ukuran 500x600x700 mm. Menggunakan tenaga penggerak berupa motor listrik 3 pisa berdaya 1½ HP dengan kebutuhan listrik sebesar 1100 W. Putaran awal dari motor listrik sebesar 1400 rpm direduksi menjadi 31,5 rpm setelah melewati transmisi berupa *pully*, *belt*, *reducer*, rantai dan *sprocket*.

Besi kotak/tempa yang merupakan benda kerja memiliki penampang dengan ukuran 7x7 mm sedangkan untuk panjangnya dapat disesuaikan hingga mencapai  $\pm 300$  mm. Penyesuaian ukuran panjang

benda kerja tersebut dikarenakan kepala penahan tetap dapat digeser. Sekali produksi mesin pilin memerlukan waktu selama  $\pm 3$  menit termasuk waktu pemasangan benda kerja.

## 2. Standar penampilan

Dimensi mesin pilin 500x600x700 mm diharapkan operator dapat lebih leluasa dan mudah dalam memasang benda kerja dan mengoperasikan mesin. Rangka mesin yang dibuat dari profil L dengan ukuran 40x40x3 mm dapat menopang beban. Tombol *power* dan tuas pemindah arah yang diletakan pada meja mesin akan memudahkan operator mengoperasikan mesin.

Ukuran mesin yang tidak terlalu besar dan menggunakan meja mesin yang terbuat dari kayu dengan tebal 20 mm diharapkan mudah untuk dipindahkan. Susunan transmisi yang tidak begitu rumit bertujuan untuk memudahkan operator dalam proses perawatan.

## 3. Target keunggulan produk

Target yang ingin dicapai sebagai keunggulan pada perencanaan mesin pilin besi spiral adalah :

- a. Bentuk fisik mesin yang aman khususnya pada bagian transmisi.
- b. *Safety* operator meningkat sehingga mengurangi angka kecelakaan kerja.
- c. Mampu meningkatkan kuantitas produksi tanpa mengurangi kualitas produk.

- d. Dimensi mesin yang tidak terlalu besar sehingga memudahkan untuk dipindahkan.
- e. Mudah dalam pengoperasiannya serta ramah lingkungan.
- f. Harga pemasaran yang terjangkau oleh UKM.
- g. Mampu menghasilkan besi teralis spiral yang lebih variatif.
- h. Mudah dalam perawatan dan pemeliharaan.

#### **D. Pertimbangan Perancangan**

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

- a. Daya motor listrik mampu untuk memilin besi tempa hingga terbentuk cembungan.
- b. Transmisi yang digunakan dapat menghasilkan putaran akhir sesuai yang diharapkan dan dapat meminimalkan gaya yang hilang.
- c. Konstruksi rangka yang digunakan mampu menahan beban.

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

- a. Suku cadang yang berkualitas dengan harga terjangkau dan mudah didapat serta perawatan yang mudah.
- b. Jaminan umur produk yang lama sebagai pendukung *profit* usaha calon pemakai.
- c. Kinerja mesin pilin mampu memberikan hasil yang memuaskan bagi pemakai.

##### **3. Pertimbangan Ergonomis**

Segi ergonomi sangat erat hubungannya dengan cara mendesain mesin, operasi dan lingkungan kerja sehingga sesuai dengan kemampuan



dan keterbatasan manusia. Konsep ergonomi yang akan diterapkan pada mesin pilin besi teralis spiral yang memiliki cembungan antara lain :

- a. Mesin pilin besi teralis spiral ini diusahakan memiliki bentuk dan ukuran sesuai dengan postur rata-rata masyarakat Indonesia pada umumnya sehingga mesin ini dapat dioperasikan dengan mudah dan tanpa ada gangguan yang berarti.
- b. Kendali mesin yang mudah dijangkau ketika terjadi gangguan.

#### 4. Pertimbangan Lingkungan

Pertimbangan lingkungan merupakan pertimbangan pendukung agar produk dapat diterima masyarakat. Untuk memenuhi pertimbangan tersebut maka mesin pilin besi teralis spiral ini menggunakan tenaga penggerak berupa motor listrik yang sama sekali tidak mengakibatkan polusi udara dan tidak terlalu bising sehingga memberi kenyamanan pada pemakainya.

#### 5. Pertimbangan Keselamatan Kerja

Pertimbangan keselamatan kerja merupakan syarat utama untuk dapat dikatakan bahwa produk merupakan produk layak pakai. Syarat tersebut dapat dipenuhi misalnya dengan komponen mesin yang berfungsi sebagai pelindung atau pengaman bagi operator dari bagian komponen mesin yang berpotensi mengakibatkan kecelakaan kerja.

## **E. Tuntutan Perancangan**

### **1. Tuntutan Mekanisme Kerja**

#### **a. Rangka**

Rangka yang digunakan mengacu pada rangka batang yang tahan terhadap lengkungan dan dibuat sesederhana mungkin baik bentuknya maupun penyambungannya, selain itu juga mampu menahan komponen-komponen yang melekat pada rangka. Bahan yang digunakan untuk rangka adalah besi profil L dengan sambungan las dalam penyambungannya.

#### **b. Penahan**

Penahan merupakan tempat untuk meletakkan benda kerja saat proses kerja mesin. Lubang dari penahan disesuaikan dengan ukuran dari besi tempa yang akan dipilin atau dipuntir. Penahan ini terdiri dari dua yaitu penahan tetap dan penahan berputar.

#### **c. Poros penahan**

Poros penahan ini membantu operator untuk merubah panjang ukuran dari besi terails spiral yang akan dibuat karena salah satu penahan yaitu penahan tetap terletak pada poros penahan. Untuk merubah ukuran panjang besi teralis spiral operator tinggal menggeser letak dari penahan tetap.

#### **d. Penggerak**

Penggerak merupakan sumber tenaga dari proses pemilinan. Untuk meringankan kerja dan meningkatkan hasil dari operator

maka jenis penggerak yang dipilih adalah motor listrik 3 fasa dan berdaya 1½ HP.

e. Transmisi

Transmisi yang digunakan pada mesin pilin besi teralis spiral disusun dengan urutan yaitu gaya dari motor listrik diteruskan ke *reducer* dengan menggunakan *belt* dan *pully*. Setelah itu dari *reducer* diteruskan ke penahan berputar dengan menggunakan rantai dan *sprocket*.

2. Tuntutan fungsi

a. Rangka

Rangka merupakan bagian yang berfungsi untuk menyangga seluruh beban dan menyatukan bagian-bagian mesin pilin besi teralis spiral, oleh karenanya bahan yang digunakan untuk rangka lebih mengutamakan kekuatannya dan mampu dikenai pengerjaan las.

b. Penahan

Bagian penahan berfungsi untuk menahan benda kerja ketika dilakukan proses pemilinan atau pemuntiran. Kedua penahan harus mampu menahan gaya puntir yang diberikan kepada benda kerja.

c. Poros penahan

Poros penahan merupakan bagian yang ikut menahan gaya puntir yang diberikan kepada benda kerja, karena salah satu penahan yaitu penahan tetap terletak pada poros penahan ini.

d. Penggerak

Penggerak berfungsi untuk memberikan tenaga untuk menghasilkan gaya puntir yang dibutuhkan untuk proses pemilinan. Untuk menghemat pemakaian listrik maka pemilihan daya motor listrik harus benar-benar tepat agar tidak terlalu banyak tenaga listrik yang terbuang.

e. Transmisi

Transmisi berfungsi untuk memindahkan gaya dari motor listrik sampai pada penahan berputar. Selain itu transmisi ini juga berfungsi untuk mereduksi putaran awal menjadi putaran yang diharapkan.

3. Tuntutan fabrikasi

Proses pembuatan mesin pilin besi teralis spiral memiliki metode manual karena mesin pilin besi teralis spiral hanya diproduksi tunggal. Pemilihan bahan yang digunakan pada pembuatan mesin pilin ini juga telah disesuaikan tingkat kekerasannya dengan kemampuan mesin dan teknisi yang ada. Proses pengerjaan seluruh komponen mesin pilin besi teralis spiral dikerjakan di bengkel permesinan dan bengkel fabrikasi.

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **A. Pemilihan Bahan**

##### **1. Desain Konstruksi Mesin Pilin Besi Teralis Spiral yang Memiliki Cembungan**

Desain konstruksi mesin pilin besi teralis spiral yang memiliki cembungan ditentukan dengan beberapa pertimbangan, diantaranya :

- a. Mengutamakan kenyamanan bagi operatornya dan mudah disesuaikan dengan ruang kerja mesin sesuai dengan pertimbangan ergonomis yang diperkirakan berdimensi panjang 500 x lebar 600 x tinggi 700 mm.
- b. Panjang minimal besi tempa yaitu 150 mm disesuaikan dengan perhitungan daya yang dibutuhkan untuk memilin besi tempa maksimal 1½ HP.
- c. Profil L (40x40x3 mm) BJ 37 digunakan pada kaki rangka sebagai keseimbangan rangka utama agar dapat berdiri dengan kokoh.
- d. Transmisi yang digunakan untuk mereduksi putaran yaitu *reducer* dengan  $i = 1 : 50$  yang kemudian direduksi lagi oleh *sprocket* dengan  $i = 15 : 40$  sehingga dari putaran awal 1400 Rpm menjadi 31,5 Rpm.

##### **2. Gambar Kerja Konstruksi Mesin Pilin Besi Teralis Spiral yang Memiliki Cembungan**

Gambar kerja mesin pilin terletak pada lampiran 1 dari halaman 81.

## B. Analisis Konstruksi Mesin Pilin

Salah satu langkah yang dibutuhkan dalam perencanaan mesin pilin adalah langkah evaluasi. Langkah ini bertujuan untuk menentukan kelayakan perancangan atau identifikasi kelemahan dari hasil perancangan yang selanjutnya sebagai kajian pengembangan produk untuk menyempurnakan mesin. Pendekatan evaluasi tersebut dilakukan berdasarkan pendekatan teori dan aktual desain produk, antara lain: analisis konstruksi mesin dan analisis ekonomi

### 1. Daya yang dibutuhkan

Benda kerja dari mesin pilin besi teralis adalah besi kotak/besi tempa dengan dimensi 7x7x150 mm. Tegangan dari ketiga spesimen pengujian tarik seperti terlihat pada tabel 4. 1.

Tabel 4. 1. Hasil uji tarik besi kotak

Spesimen	$\sigma$ maks Kg/mm <sup>2</sup>	$\sigma$ maks rata-rata	Regangan ( $\epsilon$ )	$\epsilon$ rata-rata
R	51.6129	<b>51.9197 Kg/mm<sup>2</sup></b> $\approx 0.509125 \times 10^9 \text{ N/m}^2$ $\approx 0.51 \text{ GN/m}^2$	0.0868	<b>0.08823</b>
S	51.6129		0.0907	
T	52.5333		0.0872	

Hasil pengujian tarik diperoleh data bahwa bahan besi kotak tersebut memiliki kekuatan tarik maksimum  $\sigma$  maks=51,9197 Kg/mm<sup>2</sup>=0,51 GN/m<sup>2</sup> (GPa).

- a. Kebutuhan torsi benda yang dikerjakan yaitu *cast iron* dengan *poisson's ratio*  $\nu = 0,33$  dan *Yield Strength* : 703 MPa. Dimensi ukuran bahan yang akan dikerjakan yaitu 7 x 7 x 15mm sebanyak 4 buah dalam sekali kerja:

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} \text{ GPa}$$

$$E = \frac{0.51}{0.08823} \text{ GPa}$$

$$E = 5.78 \text{ GPa}$$

$$\mu = \frac{E}{2(1+\nu)} \text{ GPa}$$

$$\mu = \frac{5,78 \times 10^9}{2(1+0.33)} \text{ Pa}$$

$$\mu \approx 2172932331 \text{ Pa} \approx 2,17 \text{ GPa}$$

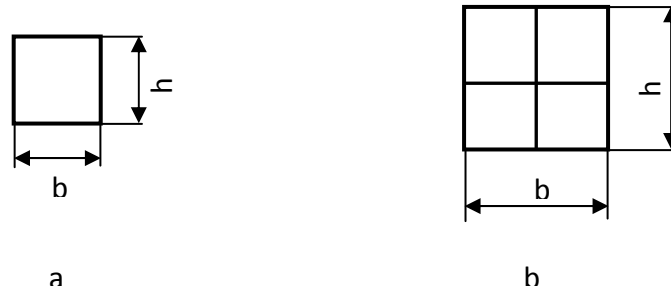
Kebutuhan daya puntir untuk material besi kotak 7x7x150 mm adalah sebagai berikut:

$$\theta = \frac{T \cdot L}{G \cdot J} \text{ rad} \rightarrow T = \frac{G \cdot J \cdot \theta}{L} \text{ N} \cdot \text{m} \rightarrow G = \mu. \text{ Penampang adalah kotak}$$

pejal (gambar 4.1.a) dengan  $b=h=7$  mm dan  $L=150$  mm atau 0,15 m yang berjumlah 4 buah yang digabung menjadi satu (gambar 4.1.b) dengan  $b=h=14$ mm, maka momen inersia polar  $J$  adalah:

$$J = \frac{b \cdot h(b^2 + h^2)}{12} \text{ m}^4 \dots\dots\dots(15)$$

(Ugural, 2003)



Gambar 4. 1. Penampang besi kotak

Jika asumsi beban torsi besi kotak dipuntir 1 kali putaran penuh ( $360^\circ$ ) maka, asumsi sudut puntir  $\theta=2\pi\text{rad}$ . Sehingga, kebutuhan torsi besi kotak adalah:

$$T = \frac{G \cdot J \cdot \theta}{L} \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$T = \frac{\mu \cdot \left\{ \frac{b \cdot h(b^2 + h^2)}{12} \times 10^{-12} \right\} \cdot 2\pi \text{rad}}{L} \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$T = \frac{2,17 \times 10^9 \text{ N/m}^2 \cdot \left\{ \frac{7 \cdot 7(7^2 + 7^2) \cdot 4}{12} \times 10^{-12} \text{ m}^4 \right\} \cdot 2\pi \text{rad}}{0,15 \text{ m}} \text{ N} \cdot \text{m} \rightarrow \pi = 3.14$$

$$T = 145421,93 \times 10^{-3} \text{ N} \cdot \text{m} \approx 145,42 \text{ N} \cdot \text{m}$$

- b. Kebutuhan torsi penggerak untuk transmisi mesin yang terdiri dari tiga elemen yaitu : 1. *pulley*, 2. *speed reducer*, 3. (*sprocket*) dengan motor berdaya 1,5 HP adalah :

$$T = \frac{N}{\omega} \text{ N} \cdot \text{m} \rightarrow 1 \text{ HP} = 0,746 \text{ kW} \text{ dan } \omega = \frac{2\pi n}{60} \text{ rad/s}$$

$$T = \frac{N \cdot 60}{2\pi n} \text{ N} \cdot \text{m}$$



Perhitungan ini dengan asumsi  $n$  akhir 31,5 rpm efisiensi  $\eta = 90\%$ , faktor koreksi transmisi *belt* dan rantai pada reduksi *pulley* dan *sproket*  $f_c = 1,4$  (Sularso dan Suga: 1997:165) serta efisiensi mekanis *speed reducer*  $\eta = 57\%$  (Sularso dan Suga: 1997: 280).

Tabel 4. 2. Perbandingan rasio putaran sistem transmisi mesin pilin

No.	Transmisi	Ø (mm)	Z	i	i Kerja	n kerja (rpm)
1.	<i>Pulley motor</i>	38,1	-	38,1/31,75	1,2	1680
	<i>Pulley rotor</i>	31,75	-			
2.	<i>Speed reducer</i>	-	-	1/50	0,05	84
3.	<i>Sprocket pinyon</i>	-	15	15/40	0,375	31,5
	<i>Sprocket Pinion</i>	-	40			
i Total (i1xi2xi3x)					0,0225	n akhir=31,5

Untuk mengerjakan satu buah benda kerja dibutuhkan  $\pm 3$  putaran sehingga waktu kerja produktif untuk menyelesaikan satu buah

besi teralis spiral yang memiliki cembungan adalah  $\frac{3 \text{ putaran}}{31,5 \text{ rpm}} = 0,095$

menit.

$$T = \frac{N \cdot 60 (\eta_{\text{motor}} \times f_{\text{cbelt}} \times \eta_{\text{reducer}} \times f_{\text{crantai}})}{2\pi n} \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$T = \frac{(746 \cdot 1,5) \cdot 60 (0,9 \times 0,57 \times 1,4 \times 1,4)}{2 \cdot 3,14 \cdot 31,5} \text{ N} \cdot \text{m} \rightarrow \eta_{\text{motor}} = 90\%$$

$$T = 341,25 \text{ Nm}$$

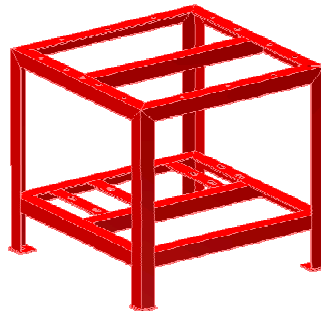
Perbandingan torsi penggerak dan torsi yang digerakan adalah 341,25 Nm : 145,42 Nm, sehingga pemakaian daya motor sebesar 1,5 HP memenuhi syarat.

## 2. Konstruksi rangka

Spesifikasi rangka yang dibuat mempunyai dimensi 500x500x500 mm. Bahan yang digunakan adalah baja profil L 40x40x3 mm dengan klasifikasi baja karbon rendah (*mild steel*) BJ 37 dengan spesifikasi sebagai berikut.

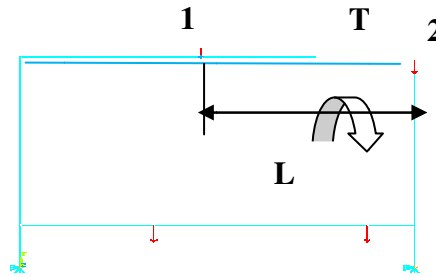
Tabel 4. 3. Spesifikasi baja profil siku

	Baja Profil Siku	Sumber
Bahan	BJ 37	Lampiran 5
<i>Poison's Ratio</i> ( $\nu$ )	0,3	Lampiran 5
Momen Inersia (I)	35300 mm <sup>4</sup>	Lampiran 3
Luas Penampang (A)	233.6 mm <sup>2</sup>	Lampiran 3



Gambar 4. 2. Konstruksi rangka mesin pilin besi teralis spiral

Penghitungan kekuatan konstruksi rangka dibantu dengan menggunakan *software Ansys 5.4*.



Gambar 4. 3. Analisis torsi pada rangka batang.

Ket :

L : Panjang batang Torsi (m)

T : Torsi (Nm)

Table 4. 4. Titik Koordinat model diagram analisis batang torsi (meter)

Titik	Koordinat	
	x	y
1	0	0
2	0,15	0

Setelah dilakukan perhitungan dengan menggunakan *Ansys* didapatkan hasil yaitu :

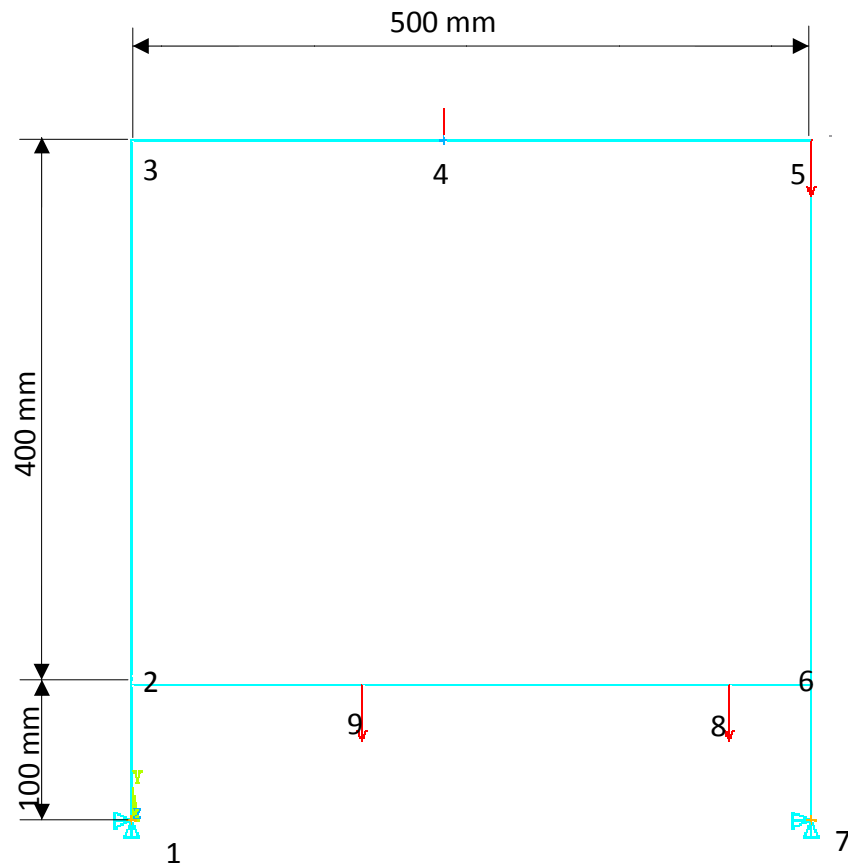
Table 4. 5. Gaya-gaya reaksi proses pemilinan (satuan gaya)

Titik	FX	FY	MZ
1	0	3370	168,5
2	0	-3370	0

Karena jumlah benda yang dipilin sebanyak 4 buah, maka harga fy dan mz dikalikan 4. Sehingga,

- 1) Reaksi gaya vertikal positif yang terjadi pada titik satu yaitu 13480 Pa.
- 2) Reaksi gaya vertikal negatif yang terjadi pada titik dua yaitu 13480 pa.
- 3) Reaksi torsi yang terjadi pada titik satu yaitu 674 Nm.

Rangka mesin pilin besi teralis spiral yang memiliki cembungan mempunyai bentuk yang simetris, sehingga untuk mempermudah analisis maka pendekatan yang dilakukan adalah dengan membagi dua bagian komponen dan gaya yang bekerja.



Gambar 4. 4. Model diagram analisis konstruksi rangka mesin

Angka keamanan (S) yang diambil adalah 3. Sehingga tegangan ijinnya :

$$\sigma \quad \underline{\hspace{2cm}}$$

$$\underline{\hspace{2cm}}$$

Table 4. 6. Titik-titik koordinat diagram analisis rangka (meter)

Titik	Koordinat		Titik	Koordinat	
	X	Y		X	Y
1	0	0	6	0,5	0,1
2	0	0,1	7	0,5	0
3	0	0,5	8	0,43	0,1
4	0,24	0,5	9	0,17	0,1
5	0,5	0,5			

Setelah dilakukan perhitungan dengan menggunakan *Ansys 5. 4.*

didapatkan beberapa data, yaitu :

Table 4. 7. Table pergeseran titik

Titik	UX	UY	ROTZ
1	0	0	0
2	43937E-05	0, 13513E-05	-0,17523E-03
3	0,32718E-04	0, 73236E-05	0,96503E-03
4	0,33932E-04	0, 28909E-03	0, 61402E-03
5	0,35357E-04	-0, 76293E-05	-0, 12507E-02
6	-0,22055E-05	-0,16571E-05	0, 13146E-03
7	0	0	0
8	-0,14136E-05	-0, 98831E-05	0, 13622E-03
9	0,21500E-05	-0, 24196E-04	-0, 80155E-04

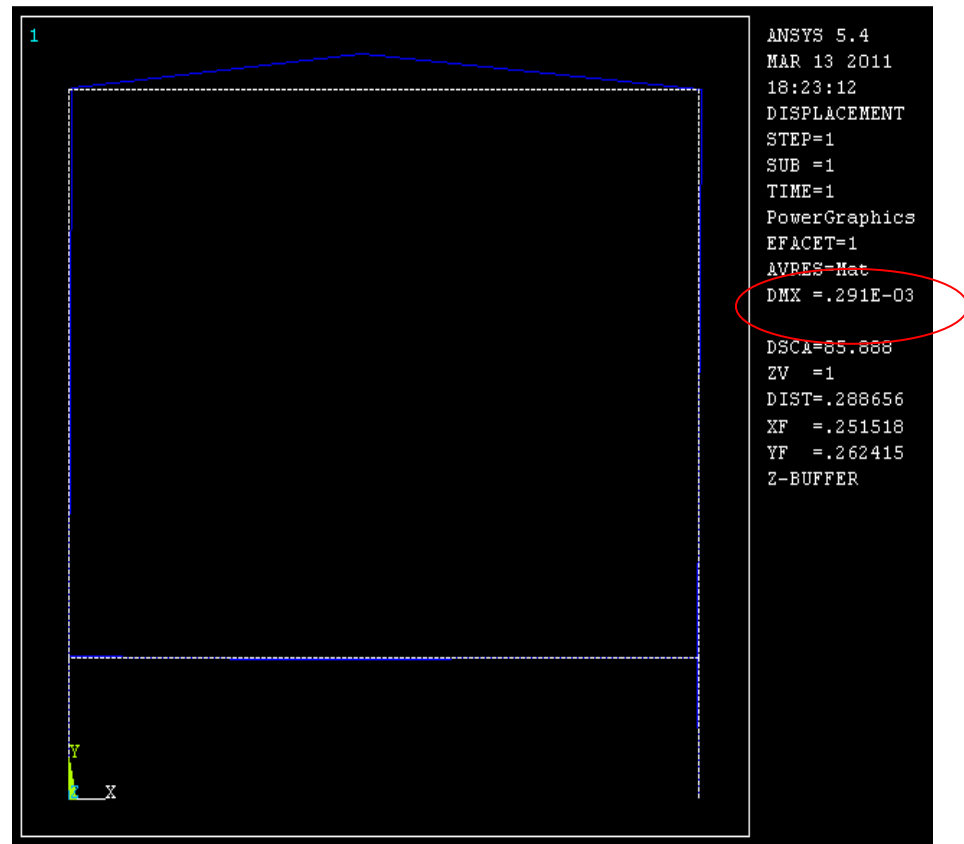
Pergeseran maksimum terjadi pada titik lima terhadap sumbu x ke kanan (positif) sebesar  $UX = 0,35357 \times 10^{-4} = 0,03 \text{ mm}$ . Sedangkan pergeseran terhadap sumbu Y yang terjadi pada titik empat keatas (positif) sebesar  $UY = 0, 28909 \times 10^{-3} = 0,2 \text{ mm}$  dan pergeseran terhadap

sumbu Z akibat momen sebesar  $ROTZ = 0,12507 \times 10^{-2} \text{ rad} = 1,2 \text{ rad}$  yang terdapat pada titik lima. Untuk aliran gayanya akan ditunjukkan pada table 4. 8.

Table 4. 8. Aliran gaya dan tekanan kerja pada konstruksi rangka

Elemen	AX FORCE (N)	AX STRESS(N/m <sup>2</sup> )
1	662,91	0,28378E+07
2	732,43	0,31354E+07
3	258,92	0,11084E+07
4	258,2	0,11084E+07
5	-732,43	-0,31354E+07
6	-812,91	-0,34799E+07
7	-647,46	-0,27717E+07
8	-647,46	-0,27717E+07
9	-647,46	-0,27717E+07

Dari table 4. 8. diketahui bahwa tegangan tekan terjadi pada elemen 6 sebesar -0.34799E+07 Pa atau - 3,4799 MPa, sedangkan tegangan tarik terjadi pada elemen 2 sebesar 0.31354E+07 Pa atau 3,1354 MPa.



Gambar 4. 5. Deformasi model diagram konstruksi rangka

Deformasi maksimum yang terjadi pada konstruksi rangka adalah  $DMX = 0,291E-03 \text{ m} = 0,2 \text{ mm}$  (gambar 4. 4.) Berdasarkan dari perhitungan diatas dengan asumsi bahan konstruksi rangka adalah profil L 40x40x3 baja karbon rendah BJ 37, dapat disimpulkan aman karena gaya yang bekerja dan tegangan yang terjadi tidak lebih dari tegangan ijin bahan sebesar  $234,3 \text{ MPa}$ .



### C. Analisis Ekonomi

Berikut ini adalah taksiran harga pokok mesin pilin besi teralis spiral yang memiliki cembungan.

Tabel 4. 9. Biaya desain mesin pilin besi teralis spiral

Macam Biaya	Macam Pekerjaan	Bahan (Rp)	Alat (Rp)	Tenaga (Rp)	Jumlah
A. Biaya Desain	Survey		100.000	150.000	250.000
	Analisis	10.000	50.000	100.000	160.000
	Gambar	35.000	100.000	100.000	235.000
				Jumlah	655.000

Tabel 4. 10. Biaya pembelian dan perakitan komponen mesin pilin besi teralis spiral

Macam Biaya	Macam Komponen	Biaya Pembelian (BP)	Biaya Perakitan (10% x BP)	Jumlah
B. Biaya Pembelian Komponen	<i>Bearing</i>	40.000	4.000	44.000
	Mur dan Baut	30.000	3.000	33.000
	Papan kayu	75.000	7.500	82.500
	Panel control	35.000	3.500	38.500
	Kabel	10.000	1.000	11.000
	Motor listrik	760.000	76.000	836.000
	<i>Belt</i>	9.000	900	9.900
	<i>Pully</i>	20.000	2.000	22.000
	<i>Reducer</i>	400.000	40.000	440.000
	Rantai + <i>sprocket</i>	120.000	12.000	132.000
			Jumlah	1.648.900

Tabel 4. 11. Biaya pembuatan mesin pilin besi teralis spiral

Macam Biaya	Macam Bagian	Bahan Baku	Bahan Penolong	Tenaga Kerja Langsung (TKL)	Biaya Overhead Pabrik (125% x TKL)	Jumlah
C. Biaya Pembuatan	Rangka	85.000	40.000	30.000	37.500	192.500
	Penahan tetap	15.000	15.000	10.000	12.500	52.500
	Penahan putar	55.000	40.000	30.000	37.500	162.500
	Dudukan penahan tetap	120.000	70.000	60.000	75.000	325.000
	Rumah <i>bearing</i>	105.000	105.000	45.000	56.250	311.250
	Poros penahan	90.000	90.000	30.000	37.500	247.500
	Casing	70.000	70.000	25.000	31.250	196.250
	Cat	50.000	25.000	30.000	37.500	142.500
					Jumlah	1.630.000

Tabel 4. 12. Biaya non produksi

D. Biaya Non Produksi	Biaya Gudang (5% x C)	81.500
	Pajak Perusahaan (5% x C)	81.500
	Jumlah	163.000

Tabel 4. 13. Perencanaan laba produksi

E. Laba yang dikehendaki	10% x (A+B+C+D)	409.690
--------------------------	-----------------	---------

Tabel 4. 14. Taksiran harga produk

F. Taksiran Harga Produk	(A+B+C+D+E)	4.506.590
--------------------------	-------------	-----------

Dari tabel diatas maka diperoleh harga produk sebesar Rp. 4.506.590,- = **Rp.**

**4.507.000.**

Analisis ekonomi penjualan besi teralis spiral yang memiliki cembungan adalah sebagai berikut :

## 1. Modal

### a. Modal tetap

1) Alat keselamatan kerja (sarung tangan, dll)	: Rp. 200.000,-
2) Roll listrik	: Rp. 30.000,- +
Jumlah	: Rp. 230.000.-

### b. Modal kerja

Mesin pilin besi spiral	: Rp. 4.507.000.-
Besi tempa (@Rp. 17.000)	: Rp. 2.720.000,- +
Jumlah	: Rp. 7.227.000,-

### c. Modal total

$$\begin{aligned}
 \text{Modal total} &= \text{modal tetap} + \text{modal kerja} \\
 &= \text{Rp. 230.000,-} + \text{Rp. 7.227.000,-} \\
 &= \text{Rp. 7.457.000,-}
 \end{aligned}$$

## 2. Biaya Operasional

a. Besi tempa (@Rp. 17.000 x )	: Rp 2.720.000,-
b. Perawatan mesin	: Rp. 50.000,-
c. Penyusutan alat (Rp. 4.507.000,-/(5x12))	: Rp. 75.117,-
d. Listrik	: Rp. 400.000,- +
Jumlah	: Rp.3.246.000,-

## 3. Perhitungan *Break Even Ponit* (BEP)

$$BEP = \frac{\text{Biaya Operasional/bulan}}{20 \text{ hari/bulan}}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{3.246.000/\text{bulan}}{20\text{hari}/\text{bulan}} \\
 &= \text{Rp. } 162.300/\text{hari} = \text{Rp. } 163.000,-
 \end{aligned}$$

Target yang dikehendaki adalah setiap harinya mampu menghabiskan 8 batang besi tempa dengan 1 batang besi tempa mampu menghasilkan 10 produk. Maka biaya setiap pengerjaan atau harga produk :

$$\begin{aligned}
 BEP &= \frac{\text{biaya operasional}}{80 \text{ proses}/\text{hari}} \\
 &= \frac{\text{Rp. } 163.000/\text{hari}}{80 \text{ proses}/\text{hari}} \\
 &= \text{Rp. } 2.037,5/\text{proses} \approx \text{Rp. } 2.500 -/\text{produk}
 \end{aligned}$$

Agar tidak rugi maka setiap produk harus terjual dengan harga minimal Rp. 2.500,- dan laba yang diinginkan dari setiap produk sebesar Rp. 2.000,-.

$$\begin{aligned}
 BEP &= \frac{\text{biaya operasional}}{\text{harga jual}} \\
 &= \frac{\text{Rp. } 3.246.000/\text{bulan}}{\text{Rp. } 4.500 / \text{proses}} \\
 &= 721.33 \text{ proses}/\text{bulan} \approx 723 \text{ proses}/\text{bulan}
 \end{aligned}$$

Jika dihitung dalam hari:

$$\begin{aligned}
 BEP &= \frac{723 \text{ proses}/\text{bulan}}{20 \text{ hari}/\text{bulan}} \\
 &= 36.15 \text{ proses}/\text{hari} \approx 37 \text{ proses}/\text{hari}
 \end{aligned}$$

#### 4. Perhitungan *Pay Back Period* (PBP)

Rentang waktu kembali modal dihitung sebagai berikut:

$$PBP = \frac{\text{Total Investasi}}{(\text{target penjualan} - BEP) \times \text{keuntungan per proses} \times \text{jumlah hari kerja}}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{Rp. 7.457.000}{(80 - 37) \times Rp. 2.000 \times 20} \\
 &= \frac{Rp. 7.457.000}{Rp. 1.720.000} \\
 &= 4,33 \text{ bulan} \approx 5 \text{ bulan}
 \end{aligned}$$

Jadi dengan target 80 *Pcs* perhari modal dapat kembali setelah 5 bulan.

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

Setelah menyelesaikan proses prancangan dan proses pengerjaan alat, dilakukan uji kinerja. Proses ini dilakukan untuk mengetahui kinerja mesin sesuai atau tidak dengan konsep yang telah dibuat. Beberapa catatan setelah melakukan uji kinerja mesin, yaitu :

1. Dudukan pada penahan tetap yang dibuat bercengkraman yang dapat dilepas ternyata mengurangi kemampuan gaya puntir yang dapat ditahan oleh dudukan penahan.
2. Pembuatan lubang penahan yang cukup rumit dan tidak mampu dikerjakan dengan mesin yang ada di Lab. Pemesinan mengakibatkan lubang penahan kurang presisi.

Dari hasil uji kinerja diatas dilakukan perbaikan terhadap komponen-komponen yang belum dapat bekerja dengan maksimal. Perbaikan komponen tersebut meliputi beberapa bagian, yaitu :

1. Dudukan pada penahan disatukan dengan las dan tidak dapat dipisahkan lagi sehingga kemampuan menahan gaya puntir lebih tinggi.

2. Lubang penahan diperbaiki dengan dikerjakan di luar, untuk mendapatkan hasil dari lubang penahan lebih presisi sehingga proses peletakan dan pelepasan benda kerja lebih mudah.

Setelah dilakukan perbaikan terhadap komponen-komponen mesin yang bekerja kurang maksimal dilakukan uji kinerja mesin kembali. Keseluruhan komponen mesin dapat bekerja sesuai dengan yang diharapkan. Waktu produksi besi teralis spiral lebih cepat dibandingkan sebelum perbaikan.

Tabel 4. 15 perbandingan sebelum dan sesudah perbaikan.

Uji Kinerja	Waktu produksi
Sebelum	$\pm 4,5$ menit
Sesudah	$\pm 3$ menit

## E. Hasil dan Pembahasan

### 1. Rangka

Sesuai dengan analisis rangka dengan menggunakan *Ansys 5.4* ternyata defleksi dan tegangan yang ada lebih kecil dari tegangan dan defleksi maksimum yang diijinkan. Sehingga kontruksi rangka yang dibuat menggunakan profil L BJ 37 aman digunakan. Beban yang terjadi pada rangka merupakan beban statis.

### 2. Penggerak

Perhitungan daya untuk penggerak dilakukan dengan melakukan perhitungan berulang dengan mengganti besarnya daya motor. Hasil akhir

untuk daya yang dapat memenuhi kebutuhan torsi benda yang digerakan adalah sebesar  $1\frac{1}{2}$  HP. Hal tersebut dirasa kebutuhan torsi penggerak telah mencukupi sesuai dengan perbandingan antara torsi penggerak dengan torsi yang digerakkan. Sehingga pemakaian motor listrik 3 pisa dengan daya  $1\frac{1}{2}$  HP dirasa telah memenuhi syarat untuk memuntir benda kerja berupa besi tempa.

### 3. Penentuan Harga

Penentuan harga jual dari mesin pilin besi teralis spiral ini berdasarkan hasil dari perhitungan analisis ekonomi. Harga jual mesin yang dikehendaki sebesar Rp. 4.507.000.- dengan laba yang dikehendaki 10% yang telah dimasukkan dalam perhitungan tersebut.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **A. Kesimpulan**

Hasil perancangan adalah sebagai berikut:

1. Tingkat kekuatan desain konstruksi mesin pilin besi teralis spiral yang memiliki cembungan dapat dikategorikan cukup baik karena memenuhi beberapa syarat, antara lain:
  - a. Konstruksi mesin pilin yang kuat dan kokoh.
  - b. Menggunakan penutup pada bagian transmisi yang rawan menimbulkan kecelakaan kerja.
  - c. Tenaga penggerak yang digunakan bebas polusi.
  - d. Memenuhi syarat keselamatan kerja bagi operator.
2. Gambar kerja disesuaikan dengan perhitungan teoritis, kondisi di lapangan dan mampu bahan terhadap proses pengerjaan. Hasil desain dan gambar kerja mesin pilin besi teralis spiral yang memiliki cembungan yang ergonomis adalah sebagai berikut:
  - a. Spesifikasi mesin : panjang 500×lebar 600×tinggi 700 mm.
  - b. Bahan baku produk : 4 buah besi tempa @ (150x70x70 mm)
  - c. Kapasitas produksi :  $\pm 20$  buah besi teralis/jam
  - d. Waktu produksi :  $\pm 3$  menit/buah
  - e. Tenaga penggerak : motor listrik 3 pisa berdaya  $1\frac{1}{2}$  HP dengan kebutuhan listrik 1100 W.
  - f. Transmisi : *pully, belt, reducer*, rantai dan *sprocket*



3. Taksiran harga jual produk mesin pilin besi teralis spiral yang memiliki cembungan adalah Rp 4.507.000,-

## **B. Saran**

Mesin pilin besi teralis spiral ini masih perlu disempurnakan lagi untuk mendapatkan hasil yang lebih baik. Penyempurnaan rancangan mesin tersebut meliputi :

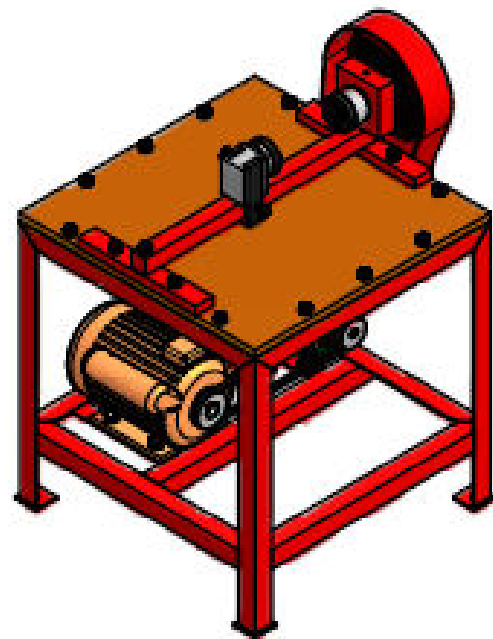
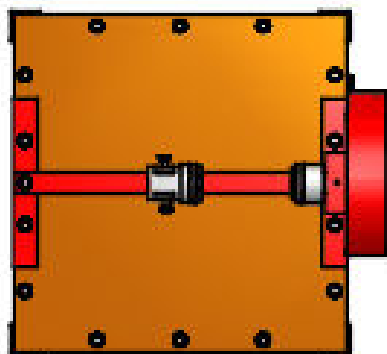
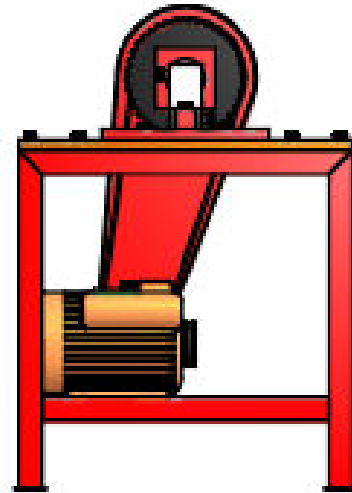
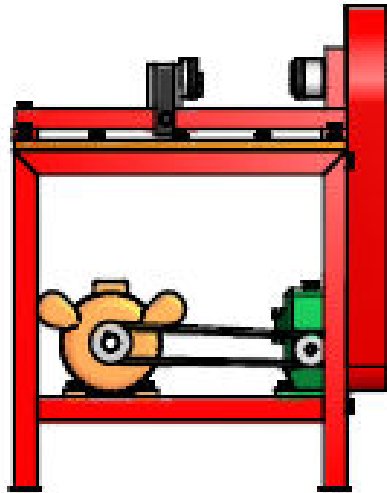
1. Adanya sebuah bagian yang berfungsi untuk mendorong benda kerja ketika dilakukan pemilinan, sehingga cembungan yang dihasilkan lebih mengembang.
2. Penggunaan *double pully* pada bagian transmisi agar gaya yang hilang pada saat ditransmisikan dapat diminimalkan.
3. Penampang benda kerja yang berupa besi tempa lebih kecil agar produk yang dihasilkan lebih bagus tampilannya.
4. Konstruksi penahan yang lebih baik agar mudah dalam proses pengerjaannya dan mampu meningkatkan hasil produksi dari besi teralis spiral tersebut.
5. Pemilihan bahan dan komponen yang akan dibuat harus dipikirkan dengan baik-baik agar dapat menekan harga jual produk.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ansel C. Ugural. 2003. *Mechanical Design: An Integrated Approach*. New York: McGraw-Hill Inc
- Boediono. 1993. *Ekonomi Mikro*. Yogyakarta:BPFE. UGM
- Darmawan, H. 2000. *Pengantar Perancangan Teknik (Perancangan Produk)*. Jakarta: Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional
- Harahap, G. 2000. *Perencanaan Teknik Mesin Edisi Keempat Jilid 1* (Shigley, J.E., dan Mitchell, L.D. Terjemahan). Jakarta: Erlangga
- Khurmi, R. S., Gupta, J. K. 1982. *Machine Design*. New Dehli: Eurasia Publising House
- Machfudz, M. 1989. *Akutansi Manajemen*. Yogyakarta:BPFE. UGM
- Saito, S., Surdia, T. 1999. *Pengetahuan Bahan Teknik*. Jakarta: Pradnya Paramita
- Saputro, A. 2000. *Anggaran Perusahaan*. Yogyakarta: Fakultas Ekonomi Universitas Gadjah Mada. Jilid kedua, cetakan ke-10
- Sato, T., Sugiarto, N. 1996. *Menggambar Mesin*. Jakarta: Pradnya Paramita. Cetakan ke-6
- Setiawan, A. 2008. *Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD*. Jakarta : Erlangga.

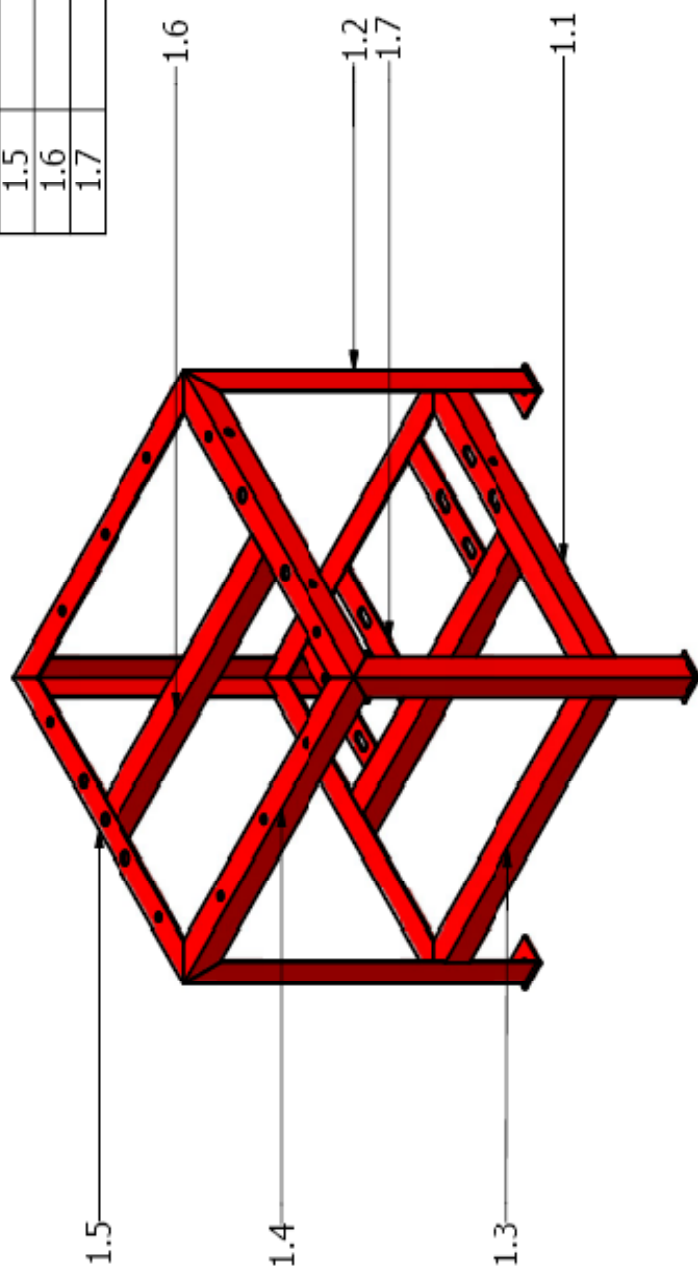
# LAMPIRAN

*Lampiran 1***Gambar Kerja Mesin Pilin**



Designed by Agus Saryono	Checked by Asnawi, M.Pd.	Approved by Asnawi, M.Pd	Date 12/15/2010	Date 12/15/2010
PT MESIN FT UNY		MESIN PILIN BESI TERALIS SPIRAL		
		GAMBAR KESELURUHAN	Edition	Sheet 1 / 1

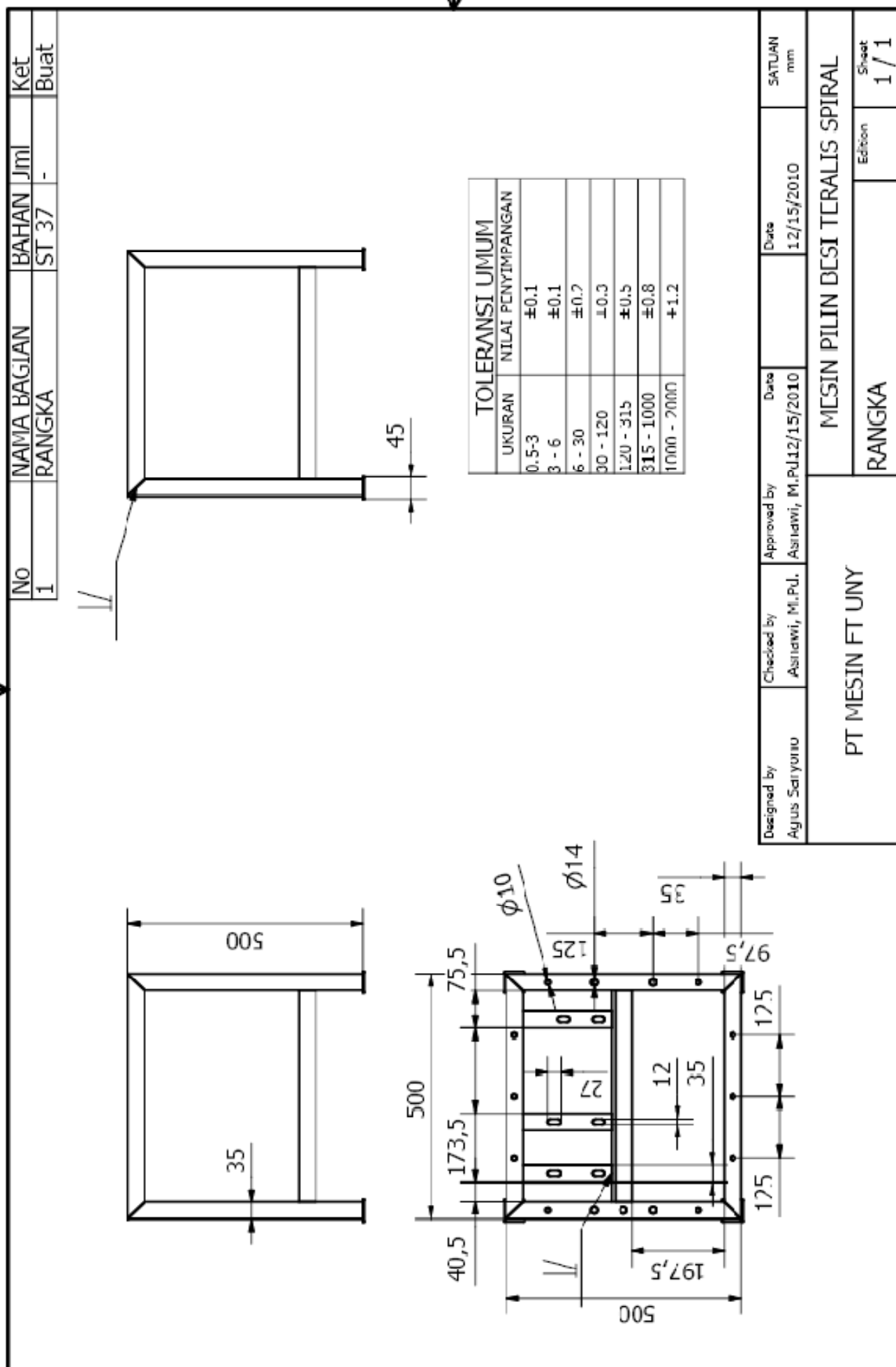




No	NAMA BAGIAN	BAHAN	Jml	Ket
1.1	RANGKA 1	ST 37	1	Buat
1.2	RANGKA 2	ST 37	4	Buat
1.3	RANGKA 3	ST 37	3	Buat
1.4	RANGKA 4	ST 37	2	Buat
1.5	RANGKA 5	ST 37	2	Buat
1.6	RANGKA 6	ST 37	2	Buat
1.7	RANGKA 7	ST 37	3	Buat

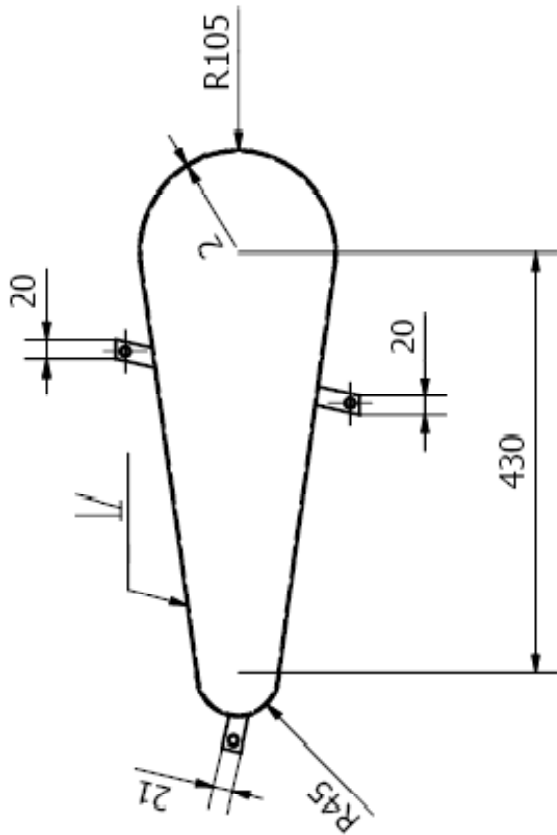
Designed by Agus Saryono	Checked by Asnawi, M.Pd.	Approved by Asnawi, M.Pd.	Date	Date 4/5/2011
PT MESIN FT UNY		MESIN PILIN BESI TERALIS SPIRAL		
		RANGKA	Edition	Sheet 1 / 1







No	NAMA BAGIAN	Bahan	Jml.	Ket
4	CASING PENGAMAN	ST 37	1	Buat

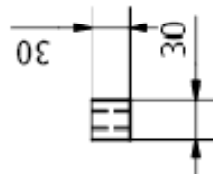
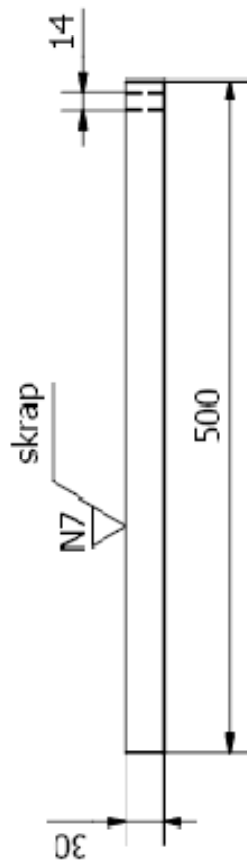


TOI FRANSI UJIJUM	
UKURAN	NILAI PENYIMPANGAN
0.5-3	±0.1
3 - 6	±0.1
6 - 30	±0.2
30 - 120	±0.3
120 - 315	±0.5
315 - 1000	±0.8
1000 - 2000	±1.2

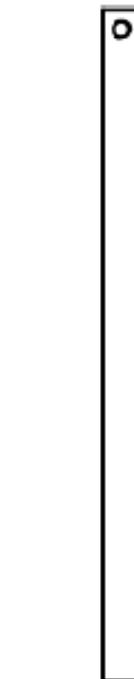
Designed by Agus Saryono	Checked by Asnawi, M.Pd.	Approved by Asnawi, M.Pd	Date 12/15/2010	Date 12/15/2010	SATUAN mm
PT MESIN FT UNY			MESIN PILIN BESI TERALIS SPIRAL		
CASING PENGAMAN			Edition 1 / 1		



No	NAMA BAGIAN	BAHAN	Jml	Ket
6.1	POROS PENAHAN	ST 42	1	Buat



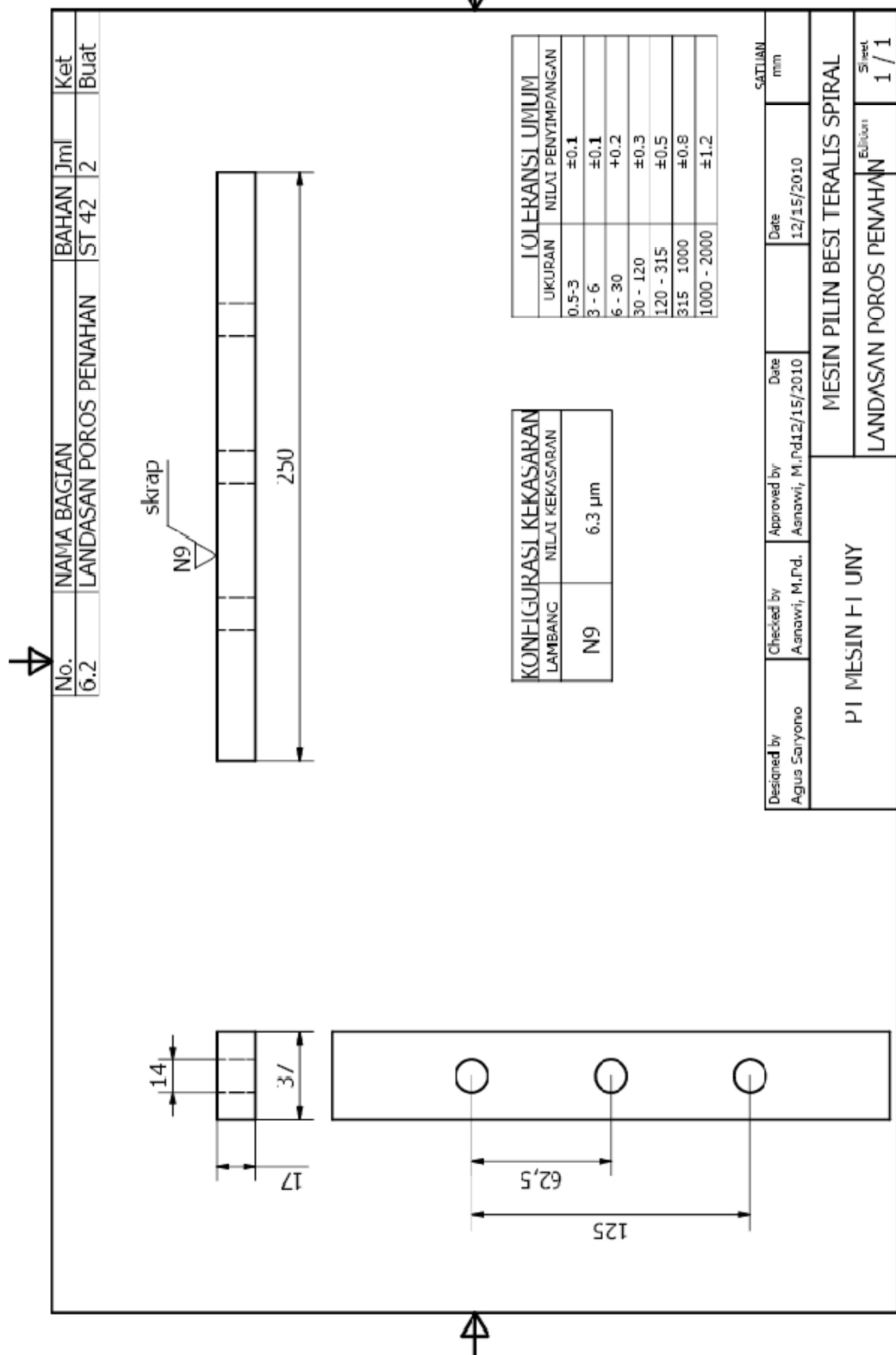
KONFIGURASI KEKASARAN	
LAMDANG	NILAI KEKASARAN
N/	1,6 $\mu\text{m}$



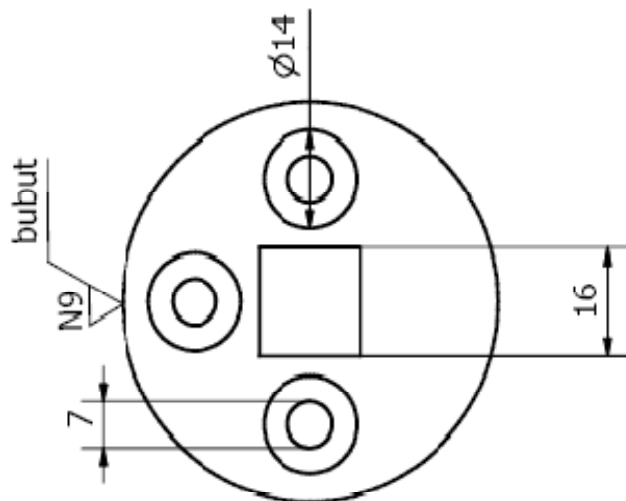
TOLERANSI UJIJUM	
UKURAN	NILAI PENYIMPANGAN
0,5 - 3	$\pm 0,1$
3 - 6	$\pm 0,1$
6 - 30	$\pm 0,2$
30 - 120	$\pm 0,3$
120 - 315	$\pm 0,5$
315 - 1000	$\pm 0,8$
1000 - 2000	$\pm 1,2$

Designed by Aqus Sarvono	Checked by Asnawi, M.Pd.	Approved by Asnawi, M.Pd	Date 12/15/2010	SATUAN mm
PT MESIN FT UNY		MESIN PILIN BESI TERALIS SPIRAL		
		POROS PENAHAN		
		Edition Sheet 1 / 1		





No	NAMA BAGIAN	BAHAN	Jml	Ket
14	PENAHAN TETAP	ST 42	1	Buat



KONFIGURASI KEKASARAN	LAMBANG	NILAI KEKASARAN
N9		6.3 $\mu$ m

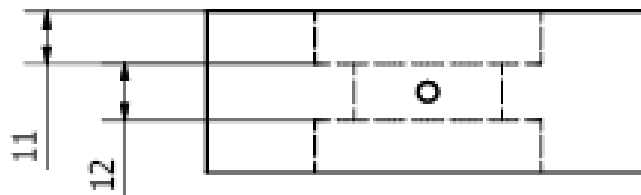
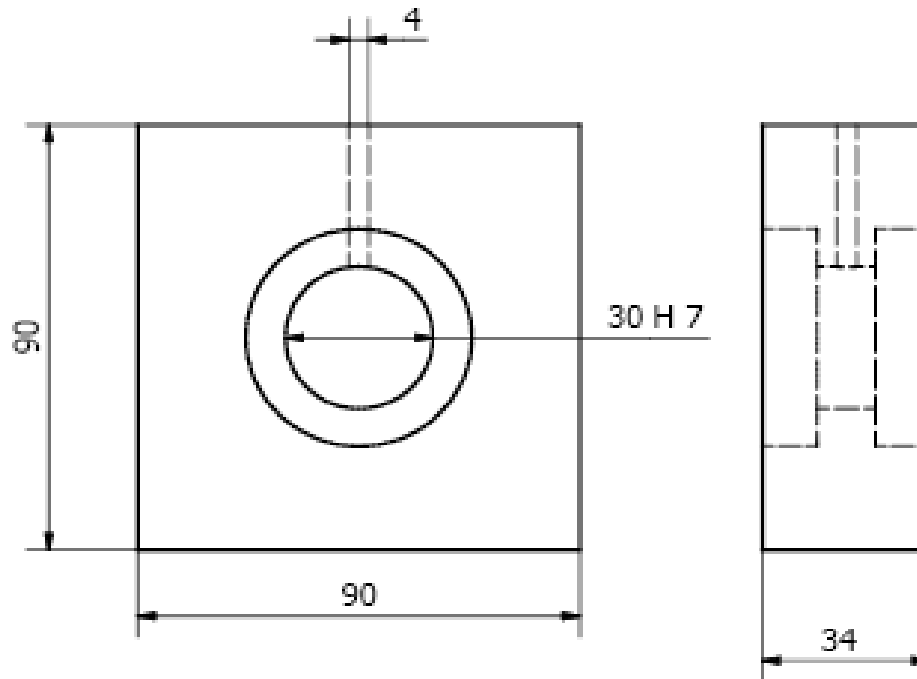
TOLERANSI UMUM	UKURAN	NILAI PENYIMPANGAN
	0.5 - 3	$\pm 0.1$
	3 - 6	$\pm 0.1$
	6 - 30	$\pm 0.2$
	30 - 120	$\pm 0.3$
	120 - 315	$\pm 0.5$
	315 - 1000	$\pm 0.8$
	1000 - 2000	$\pm 1.2$

Designed by Agus Satrio	Checked by Astiawati, M.Pd.	Approved by Astiawati, M.Pd	Date 12/15/2010	Date 12/15/2010	SATUAN mm
PI MESIN FI UNY			MESIN PILIN BESI TERALIS SPIRAL		
PENAHAN TETAP			Edition	Sheet 1 / 1	





No	NAMA BAGIAN	BAHAN	Jml	Ket
10	RUMAH BEARING	ST 42	1	Buat



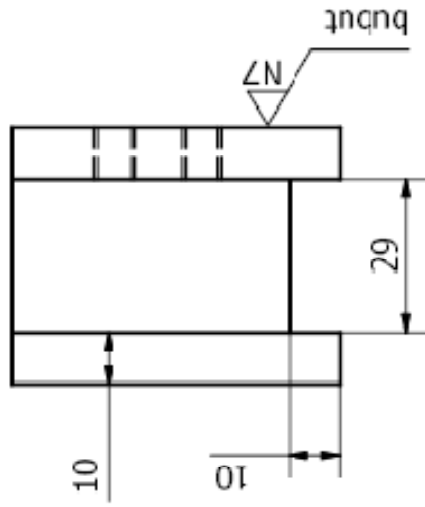
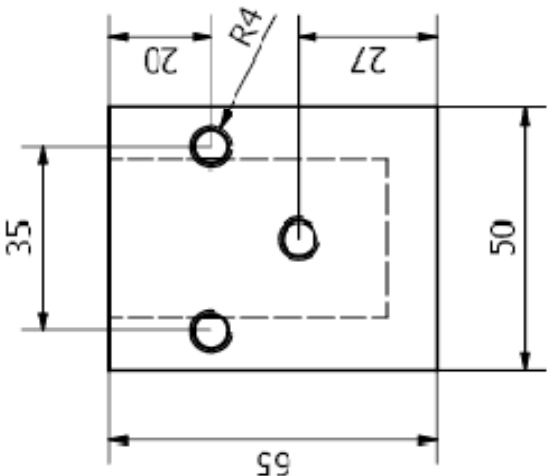
TOLERANSI KHUSUS	
UKURAN	NILAI PENYIMPANGAN
30H7	$30^{+0.005}_0$

TOLERANSI UMUM	
UKURAN	NILAI PENYIMPANGAN
0.5-3	$\pm 0.1$
3 - 6	$\pm 0.1$
6 - 30	$\pm 0.2$
30 - 120	$\pm 0.3$
120 - 315	$\pm 0.5$
315 - 1000	$\pm 0.8$
1000 - 2000	$\pm 1.2$

Designed by Agus Saryono	Checked by Asnawi, M.Pd.	Approved by Asnawi, M.Pd	Date 12/15/2010	Date 12/15/2010	SATUAN mm
PT MESIN FT UNY			MESIN PILIN BESI TERALIS SPIRAL		
			RUMAH BEARING		Edition Sheet 1 / 1

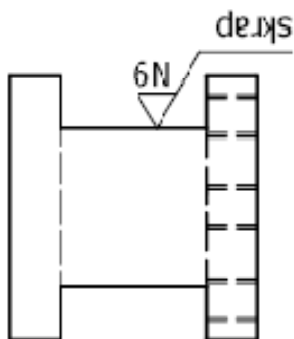


No	NAMA BAGIAN	BAHAN	Jml.	Ket
11	DUDUKAN PENAHAN TETAP	ST 12	1	Buat



KONFIGURASI KEKASARAN	
LAMDANG	NILAI KEKASARAN
N9	6,3 $\mu$ m
N/	1,6 $\mu$ m

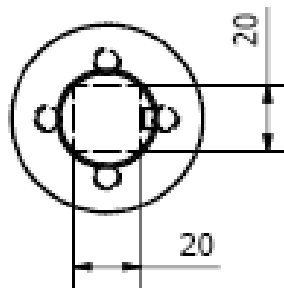
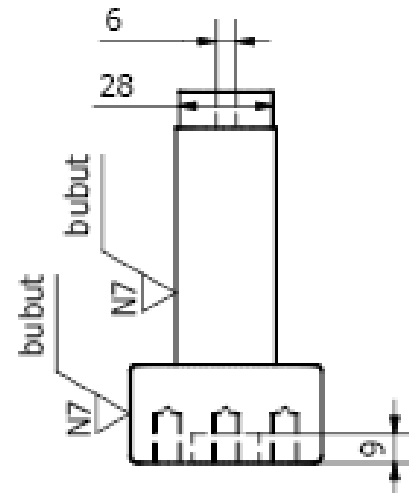
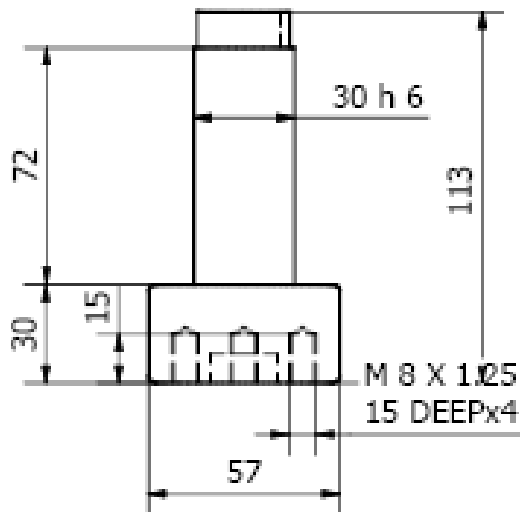
TOLERANSI UMUM	
UKURAN	NILAI PENYIMPANGAN
0,5 - 3	$\pm 0,1$
3 - 6	$\pm 0,1$
6 - 30	$\pm 0,2$
30 - 120	$\pm 0,3$
120 - 315	$\pm 0,5$
315 - 1000	$\pm 0,8$
1000 - 2000	$\pm 1,2$



Designed by Agus Saryono	Checked by Asnawi, M.Pd.	Approved by Asnawi, M.Pd	Date 12/15/2010	Date 12/15/2010	SATUAN mm
PT MESIN FT UNY			MESIN PILIN BESI TERALIS SPIRAL		
			DUDUKAN PENAHAN TETAP		
			Edisi	Sheet 1 / 1	



No	NAMA BAGIAN	BAHAN	Jml.	Ket.
12	DUDUKAN PENAHAN PUTAR	ST 42	1	Buat



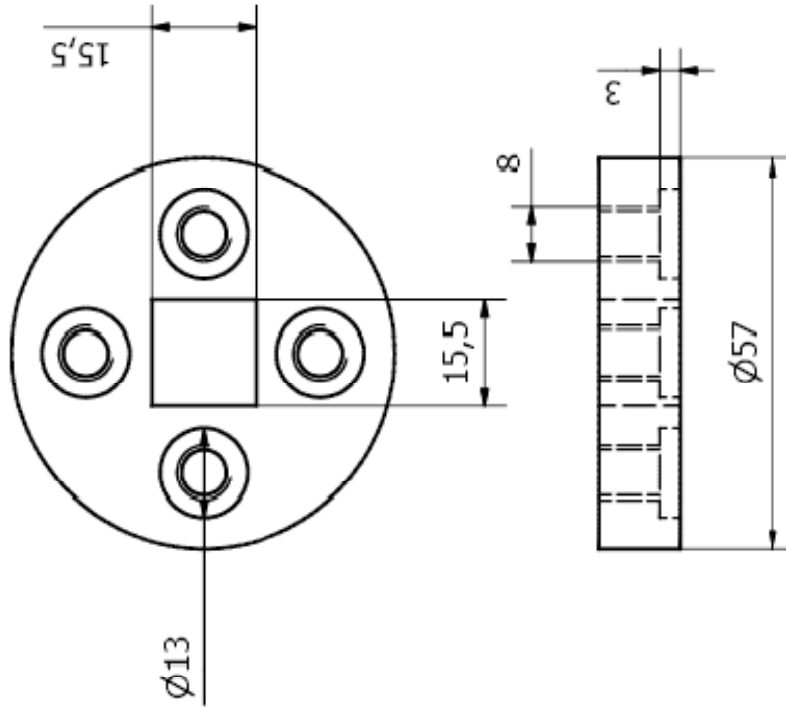
TOLERANSI KHUSUS	
UKURAN	NILAI PENYIMPANGAN
30h6	$30^{+0.018}_0$
KONFIGURASI KEKASARAN	
LAMBANG	NILAI KEKASARAN
N7	1,6 $\mu$ m

TOLERANSI UMUM	
UKURAN	NILAI PENYIMPANGAN
0.5-3	$\pm 0.1$
3 - 6	$\pm 0.1$
6 - 30	$\pm 0.2$
30 - 120	$\pm 0.3$
120 - 315	$\pm 0.5$
315 - 1000	$\pm 0.8$
1000 - 2000	$\pm 1.2$

Designed by Agus Saryono	Checked by Asnawi, M.Pd.	Approved by Asnawi, M.Pd	Date 12/15/2010	Date 12/15/2010	SATUAN mm
PT MEESIN FT UNY			MESIN PILIN BESI TERALIS SPIRAL		
DUDUKAN PENAHAN PUTAR			Edition	Sheet 1 / 1	





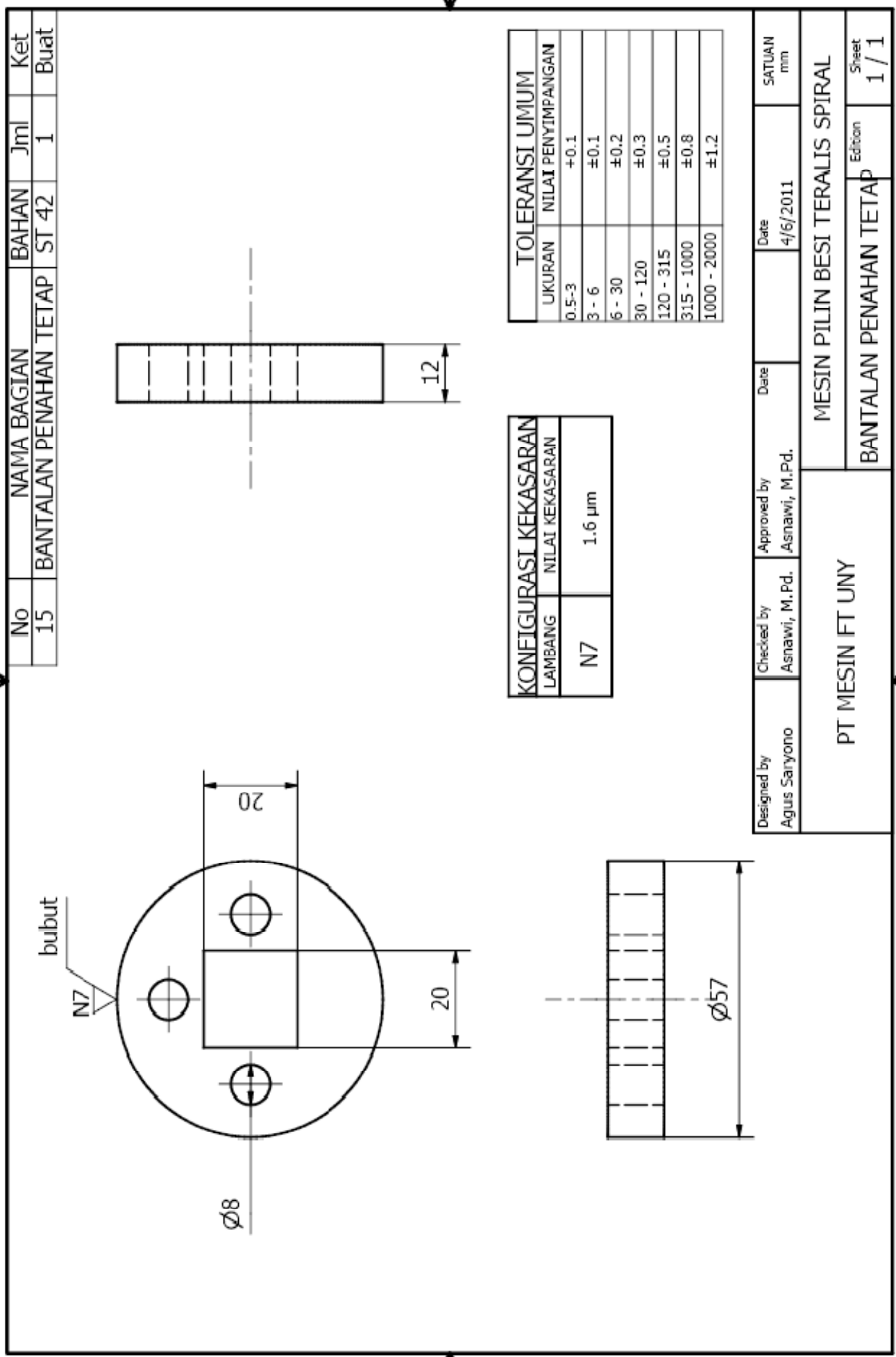


KONFIGURASI KEKASARAN	
LAMBANG	NILAI KEKASARAN
N7	1,6 $\mu\text{m}$

TOLERANSI UMUM	
UKURAN	NILAI PENYIMPANGAN
0,5 - 3	$\pm 0,1$
3 - 6	$\pm 0,1$
6 - 30	$\pm 0,2$
30 - 120	$\pm 0,3$
120 - 315	$\pm 0,5$
315 - 1000	$\pm 0,8$
1000 - 2000	$\pm 1,2$

No.	Nama Bagian	Bahan	Jml	Ket
13	PENAHAN PUTAR	ST 42	1	Buat

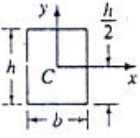
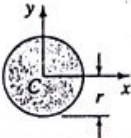
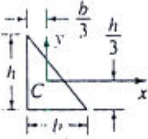
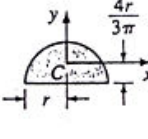
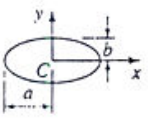
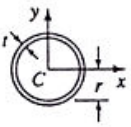
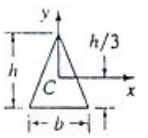
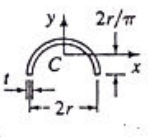
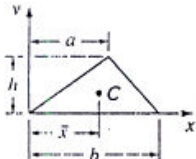
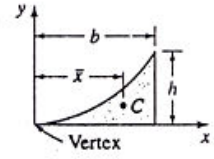
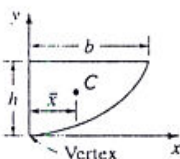
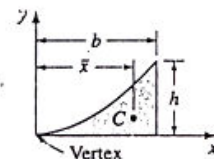
Designed by Agus Saryono	Checked by Asnawi, M.Pd.	Approved by Asnawi, M.Pd	Date 12/15/2010	Date 12/15/2010	SATUAN mm
PT MESIN FT UNY			MESIN PILIN BESI TERALIS SPIRAL		
PENAHAN PUTAR			Edition	Sheet 1 / 1	





## Lampiran 2

## Properties of areas

<p>1. Rectangle</p>  $A = bh$ $I_x = \frac{bh^3}{12}$ $J_c = \frac{bh(b^2 + h^2)}{12}$	<p>2. Circle</p>  $A = \pi r^2$ $I_x = \frac{\pi r^4}{4}$ $J_c = \frac{\pi r^4}{2}$
<p>3. Right triangle</p>  $A = \frac{bh}{2}$ $I_x = \frac{bh^3}{36}$ $I_{xy} = -\frac{b^2h^2}{72}$ $J_c = \frac{bh(b^2 + h^2)}{36}$	<p>4. Semicircle</p>  $A = \frac{\pi r^2}{2}$ $I_x = 0.110r^2$ $I_y = \frac{\pi r^4}{8}$
<p>5. Ellipse</p>  $A = \pi ab$ $I_x = \frac{\pi ab^3}{4}$ $J_c = \frac{\pi ab(a^2 + b^2)}{4}$	<p>6. Thin tube</p>  $A = 2\pi rt$ $I_x = \pi r^3 t$ $J_c = 2\pi r^3 t$
<p>7. Isosceles triangle</p>  $A = \frac{bh}{2}$ $I_x = \frac{bh^3}{36}$ $I_y = \frac{hb^3}{48}$ $J_c = \frac{bh}{144}(4h^2 + 3b^2)$	<p>8. Half of thin tube</p>  $A = \pi r t$ $I_x \approx 0.095\pi r^3 t$ $I_y = 0.5\pi r^3 t$
<p>9. Triangle</p>  $A = \frac{bh}{2}$ $\bar{x} = \frac{(a + b)}{3}$	<p>10. Parabolic spandrel (<math>y = kx^2</math>)</p>  $A = \frac{bh}{3}$ $\bar{x} = \frac{3b}{4}$
<p>11. Parabola (<math>y = kx^2</math>)</p>  $A = \frac{2bh}{3}$ $\bar{x} = \frac{3b}{8}$	<p>12. General spandrel (<math>y = kx^n</math>)</p>  $A = \frac{bh}{n+1}$ $\bar{x} = \frac{n+1}{n+2}b$

Notes:  $A$  = area,  $I$  = moment of inertia,  $J$  = polar moment of inertia.

Standar Ukuran Penampang Bj P Siku Sama Kaki

Penamaan	Standar ukuran penampang (mm)		Sebagai Informasi													
	A x A	T	r <sub>1</sub>	r <sub>2</sub>	Luas penampang (cm)	Berat kg / m	Posisi titik berat (cm)			Momen inersia (cm <sup>4</sup> )			Radius girasi (cm)			Modulus penampang (cm <sup>3</sup> )
							Cx = Cy	Ix = Iy	Maks Iy	Min Iy	Ix = Iy	Max Iy	Min Iy			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Zv = Zy	
L 25	25 x 25	3	4	2	1,427	1,12	0,719	0,797	1,26	0,332	0,747	0,940	0,483	0,448		
L 30	30 x 30	3	4	2	1,727	1,36	0,844	1,12	2,26	0,590	0,908	1,140	0,585	0,861		
L 40	40 x 40	3	4,5	2	2,336	1,82	1,090	3,33	5,60	1,460	1,230	1,560	0,790	1,210		
L 40	40 x 40	4	4,5	3	3,054	2,39	1,12	4,48	7,09	1,86	1,21	1,52	0,78	1,15		
L 40	40 x 40	5	4,5	3	3,755	2,95	1,17	5,42	8,59	2,250	1,200	1,510	0,774	1,310		
L 45	45 x 45	4	6,5	3	3,492	2,74	1,24	6,30	10,3	2,700	1,360	1,720	0,880	2,000		
L 45	45 x 45	5	6,5	3	4,302	3,38	1,28	7,31	12,5	3,290	1,360	1,720	0,874	2,160		
L 50	50 x 50	4	6,5	3	3,892	3,06	1,37	9,06	14,4	3,760	1,53	1,92	0,983	2,490		
L 50	50 x 50	5	6,5	3	4,802	3,77	1,41	11,1	17,5	4,580	1,52	1,91	0,976	3,080		
L 50	50 x 50	6	6,5	3	5,644	4,43	1,44	12,6	20,0	5,23	1,50	1,88	0,963	3,550		
L 60	60 x 60	5	6,5	3	5,802	4,55	1,66	16,6	31,2	8,09	1,84	2,32	1,180	4,320		
L 60	60 x 60	6	6,5	3	6,892	5,41	1,69	22,80	36,10	9,43	1,82	2,29	1,17	5,29		
L 65	65 x 65	6	8,5	4	7,527	5,91	1,81	26,4	46,6	12,2	1,98	2,49	1,270	6,26		
L 70	70 x 70	6	8,5	4	8,127	6,38	1,93	37,1	53,9	15,3	2,14	2,69	1,37	7,33		
L 70	70 x 70	7	8,5	4	9,397	7,38	1,97	42,40	67,10	17,60	2,12	2,67	1,87	8,43		

Penamaan	Standar ukuran penampang (mm)		Sebagai informasi													
	A x A	T	r <sub>1</sub>	r <sub>2</sub>	Luas penampang (cm)	Berat kg / m	Posisi titik berat (cm)		Momen inersia (cm <sup>4</sup> )				Radius girasi (cm)			Modulus penampang (cm <sup>3</sup> )
							Cx = Cy	Ix = Iy	Maks IU	Min IU	Ix = Iy	Max IU	Min IV			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
L 75	75 x 75	6	8,5	4	8,727	6,85	2,06	46,1	73,2	19,0	2,30	2,90	1,48	8,47		
L 75	75 x 75	7	8,5	4	10,115	7,94	2,09	52,40	83,60	21,10	2,28	2,88	1,45	9,69		
L 75	75 x 75	8	8,5	4	11,485	9,00	2,13	58,90	93,30	24,40	2,27	2,85	1,46	10,97		
L 80	80 x 80	7	9	4,5	10,797	8,48	2,18	56,40	89,60	23,20	2,29	3,10	1,58	9,60		
L 80	80 x 80	8	9	4,5	12,247	9,61	2,26	72,30	115,0	29,60	2,43	3,06	1,55	12,60		
L 90	90 x 90	7	10	5	12,22	9,59	2,46	93,0	148	38,3	2,76	3,48	1,77	14,2		
L 90	90 x 90	9	10	5	15,498	12,17	2,54	116,0	184,0	47,80	2,74	3,45	1,76	17,96		
100	100 x 100	8	10	7	15,364	12,06	2,71	129,0	205,0	53,20	2,90	3,86	1,88	17,70		
100	100 x 100	10	10	7	19,00	14,9	2,82	175	278	72,0	3,04	3,83	1,95	24,4		
120	120 x 120	11	13	6,5	25,40	19,90	3,36	341	541	140	3,66	4,62	2,35	39,50		
120	120 x 120	12	13	6,5	27,50	21,60	3,40	368	581	152	3,65	4,60	2,35	42,70		
130	130 x 130	12	12	8,5	29,76	23,4	3,64	467	743	192	3,96	5,00	2,54	49,9		
150	150 x 150	12	14	7	34,77	27,3	4,14	740	1180	304	4,61	5,82	2,96	68,1		
150	150 x 150	15	14	10	42,74	33,6	4,24	888	1410	365	4,56	5,75	2,92	82,6		
175	175 x 175	15	15	11	50,21	39,4	4,85	144,0	229,0	589	5,35	6,75	3,42	114		
200	200 x 200	15	17	12	57,75	45,3	5,46	2180	3470	891	6,14	7,75	3,93	150		
200	200 x 200	20	17	12	76,00	59,7	5,67	2820	4490	1160	6,09	7,68	3,90	197		

Sumber: SNI 07-2054-2006

*Lampiran 4***Tabel Variasi Penyimpangan Umum**

<b>Ukuran Nominal (mm)</b>	<b>Jenis Pekerjaan</b>		
	<b>Teliti</b>	<b>Sedang</b>	<b>Kasar</b>
0,5 sampai dengan 3	$\pm 0,05$	$\pm 0,1$	-
3,5 sampai dengan 6	$\pm 0,05$	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$
6 sampai dengan 30	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,5$
30 sampai dengan 120	$\pm 0,15$	$\pm 0,3$	$\pm 0,8$
120 sampai dengan 315	$\pm 0,2$	$\pm 0,5$	$\pm 1,2$
315 sampai dengan 1000	$\pm 0,3$	$\pm 0,8$	$\pm 2$
1000 sampai dengan 2000	$\pm 0,5$	$\pm 1,2$	$\pm 3$

Sumber: G. Takeshi Sato dan N. Sugiarto Hartanto (2000: 139)

### Lampiran 5

Dalam perencanaan struktur baja, SNI 03-1729-2002 mengambil beberapa sifat-sifat mekanik dari material baja yang sama yaitu :

Modulus Elastisitas, $E$	= 200.000 MPa
Modulus Geser, $G$	= 80.000 MPa
Angka Poisson	= 0,30
Koefisien muai panjang, $\alpha$	= $12.10^{-6}/^{\circ}\text{C}$

Sedangkan berdasarkan tegangan leleh dan tegangan putusnya, SNI 03-1729-2002 mengklasifikasikan mutu dari material baja menjadi 5 kelas mutu sebagai berikut :

**TABEL 2.1 SIFAT-SIFAT MEKANIS BAJA STRUKTURAL**

Jenis Baja	Tegangan Putus minimum, $f_u$ (MPa)	Tegangan Leleh minimum $f_y$ (MPa)	Regangan minimum (%)
BJ 34	340	210	22
BJ 37	370	240	20
BJ 41	410	250	18
BJ 50	500	290	16
BJ 55	550	410	13

Sumber : Agus Setiawan (2008 : 20)



## Lampiran 6













Tabel 14.1 Lambang untuk sifat yang diberi toleransi.

Elemen dan toleransi		Sifat yang diberi toleransi	Lambang
Elemen tunggal  Elemen tunggal atau yang berhubungan	Toleransi bentuk	Kelurusan	—
		Kedataran	
		Kebulatan	
		Kesilindrisan	
		Profil garis	
		Profil permukaan	
Elemen-elemen yang berhubungan	Toleransi orientasi	Kesejajaran	//
		Ketegak lurus	
		Ketirusan	
	Toleransi lokasi	Posisi	
		Konsentrisitas dan koaksialitas	
		Kesimetrisan	
	Toleransi putar	Putar tunggal	
		Putar total	

Sumber: G. Takeshi Sato dan N. Sugiarto Hartanto (2000: 150)

## Lampiran 7













Tabel 15.7 Lambang arah bekas pengerjaan.

Lambang	Pengertian	
=	Sejajar dengan bidang proyeksi, dari pandangan di mana lambangnya dipergunakan	  <p>Arah bekas pengerjaan</p>
⊥	Tegak lurus pada bidang proyeksi dari pandangan di mana lambangnya dipergunakan	  <p>Arah bekas pengerjaan</p>
X	Saling berpotongan dalam dua arah miring relatif terhadap bidang proyeksi dari pandangan di mana lambangnya dipergunakan	  <p>Arah bekas pengerjaan</p>
M	Dalam segala arah	 
C	Kurang lebih bulat relatif terhadap titik pusat permukaan, terhadap mana lambangnya dipergunakan	 
R	Kurang lebih radial relatif terhadap titik pusat permukaan, terhadap mana lambangnya dipergunakan	 

Sumber: G. Takeshi Sato dan N. Sugiarto Hartanto (2000: 188)

## Lampiran 7

Tabel 15.7 Lambang arah bekas pengerjaan.

Lambang	Pengertian	
=	Sejajar dengan bidang proyeksi, dari pandangan di mana lambangnya dipergunakan	  <p>Arah bekas pengerjaan</p>
⊥	Tegak lurus pada bidang proyeksi dari pandangan di mana lambangnya dipergunakan	  <p>Arah bekas pengerjaan</p>
X	Saling berpotongan dalam dua arah miring relatif terhadap bidang proyeksi dari pandangan di mana lambangnya dipergunakan	  <p>Arah bekas pengerjaan</p>
M	Dalam segala arah	 
C	Kurang lebih bulat relatif terhadap titik pusat permukaan, terhadap mana lambangnya dipergunakan	 
R	Kurang lebih radial relatif terhadap titik pusat permukaan, terhadap mana lambangnya dipergunakan	 

Sumber: G. Takeshi Sato dan N. Sugiarto Hartanto (2000: 188)

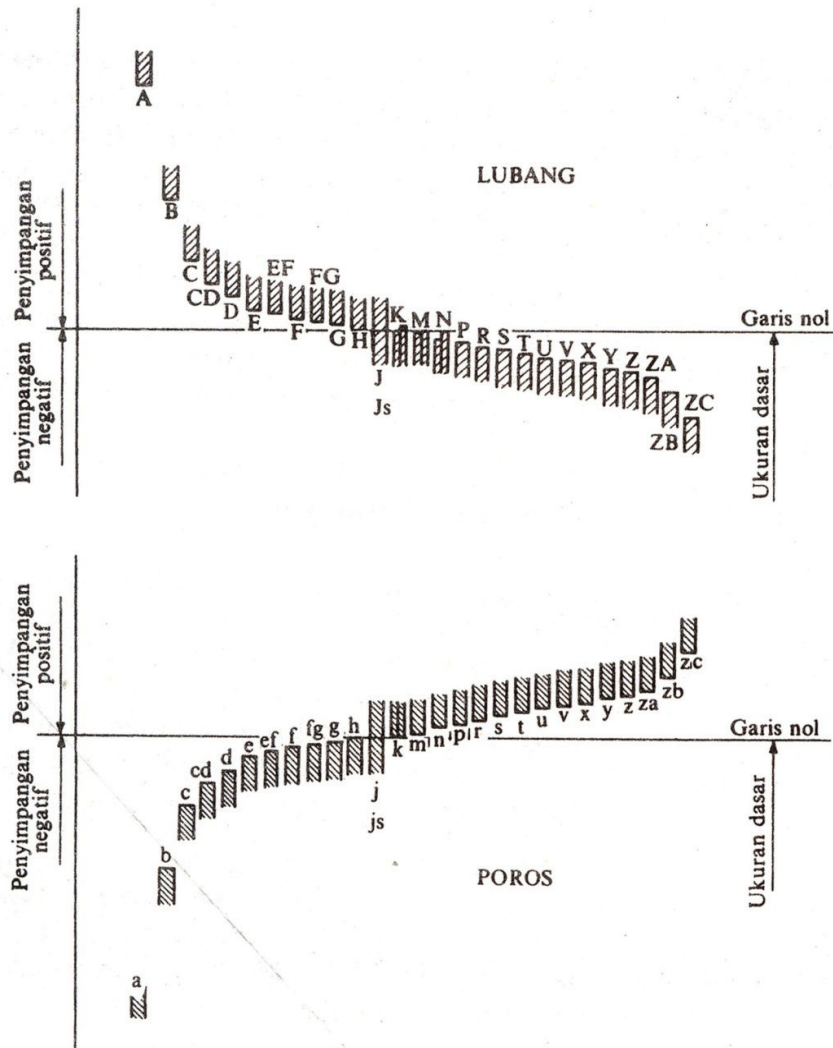
## Lampiran 8

Tabel 14.2 Hubungan antara sifat yang diberi toleransi dan daerah toleransi.

Daerah toleransi		Daerah dalam lingkaran	Daerah antara dua lingkaran konsentris	Daerah antara dua garis berjarak sama atau dua garis lurus sejajar	Ruang dalam bola	Ruang dalam silinder	Ruang dalam dua silinder koaksial	Ruang antara dua garis berjarak sama atau dua garis lurus sejajar	Ruang dalam paralel epipedum
Sifat-sifat yang diberi toleransi	Lambang								
Kelurusan	—			○		○		○	○
Kedataran	▱							○	
Kebulatan	○		○						
Kesilindrisan	⊘						○		
Profil garis	⌒			○					
Profil permukaan	⌒							○	
Kesejajaran	//			○		○		○	○
Ketegak lurus	⊥			○		○		○	○
Ketirusan	∠			○				○	○
Posisi	⊕	○		○	○	○		○	○
Konsentrisitas dan koaksialitas	⊙	○				○			
Kesimetrisan	≡			○				○	○
Putar tunggal	↻		○	○					
Putar total	↻						○	○	

Sumber: G. Takeshi Sato dan N. Sugiarto Hartanto (2000: 151)

## Lampiran 9



Gb. 13.5 Masing-masing kedudukan dari macam-macam daerah toleransi untuk suatu diameter poros/lubang tertentu.

## Lampiran 10

## 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	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	6	
				7	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 11***Tabel Harga Kekasaran dan Angka Kelas Kekasaran**

<b>Harga Kekasaran <math>R_a</math> (<math>\mu m</math>)</b>	<b>Angka Kelas Kekasaran</b>
50	N12
25	N11
12,5	N10
6,3	N9
1,6	N8
0,8	N7
0,4	N6
0,2	N5
0,1	N4
0,05	N3
0,05	N2
0,025	N1

Sumber: G. Takeshi Sato dan N. Sugiarto Hartanto (2000: 186)

*Lampiran 12*Perhitungan dengan *Ansys 5.4***PERGESERAN TITIK**

PRINT DOF NODAL SOLUTION PER NODE

\*\*\*\*\* POST1 NODAL DEGREE OF FREEDOM LISTING \*\*\*\*\*

LOAD STEP= 1 SUBSTEP= 1

TIME= 1.0000 LOAD CASE= 0

THE FOLLOWING DEGREE OF FREEDOM RESULTS ARE IN GLOBAL COORDINATES

NODE	UX	UY	ROTZ
1	.00000	.00000	.00000
2	.43937E-05	.13513E-05	-.17523E-03
3	.32718E-04	.73236E-05	.96503E-03
4	.33932E-04	.28909E-03	.61402E-03
5	.35357E-04	-.76293E-05	-.12507E-02
6	-.22055E-05	-.16571E-05	.13146E-03
7	.00000	.00000	.00000
8	-.14136E-05	-.98831E-05	.13622E-03
9	.21500E-05	-.24196E-04	-.80155E-04

MAXIMUM ABSOLUTE VALUES

NODE	5	4	5
VALUE	.35357E-04	.28909E-03	-.12507E-02

**GAYA-GAYA REAKSI**

\*\*\*\*\* POST1 SUMMED TOTAL NODAL LOADS LISTING \*\*\*\*\*

LOAD STEP= 1 SUBSTEP= 1

TIME= 1.0000 LOAD CASE= 0

THE FOLLOWING X,Y,Z SOLUTIONS ARE IN GLOBAL COORDINATES

NODE	FX	FY	MZ
1	-388.54	662.91	6.4370



4	-1685.0	-84.250
5	1685.0	
7	388.54	-812.91 -9.6814
8	50.000	
9	100.00	

#### TOTAL VALUES

VALUE .30127E-11 -.45475E-12 -87.494

#### GAYA DAN TEGANGAN PADA SETIAP BATANG

##### PRINT ELEMENT TABLE ITEMS PER ELEMENT

\*\*\*\*\* POST1 ELEMENT TABLE LISTING \*\*\*\*\*

STAT CURRENT CURRENT

ELEM AXFORCE AXSTRESS

1	662.91	.28378E+07
2	732.43	.31354E+07
3	258.92	.11084E+07
4	258.92	.11084E+07
5	-732.43	-.31354E+07
6	-812.91	-.34799E+07
7	-647.46	-.27717E+07
8	-647.46	-.27717E+07
9	-647.46	-.27717E+07

#### MINIMUM VALUES

ELEM 6 6

VALUE -812.91 -.34799E+07

#### MAXIMUM VALUES

ELEM 2 2

VALUE 732.43 .31354E+07

#### HASIL DAN KESIMPULAN

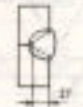
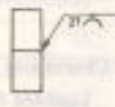

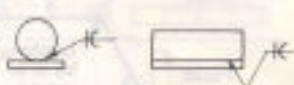

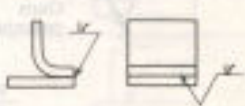

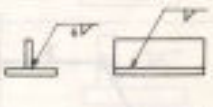
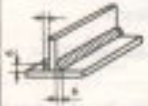
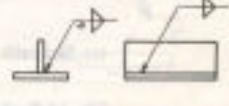
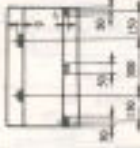
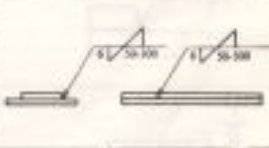
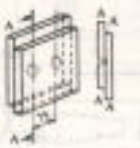

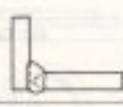
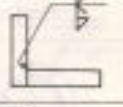
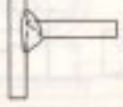

1. Pergeseran titik maksimum pada arah ux terjadi pada node 5 sebesar .35357E-04 m.

2. Pergeseran titik maksimum pada arah  $u_y$  terjadi pada node 4 sebesar  $-0.28909 \text{E-}03 \text{ m}$ .
3. Gaya reaksi pada tumpuan arah  $f_x = 0.30127 \text{E-}11 \text{ N}$  dan arah  $f_y = -0.45475 \text{E-}12 \text{ N}$ .
4. Tegangan tekan terjadi pada elemen 6 sebesar  $-0.34799 \text{E+}07 \text{ Pa}$  atau  $-3.4799 \text{ MPa}$ .
5. Tegangan tarik terjadi pada elemen 2 sebesar  $0.31354 \text{E+}07 \text{ Pa}$  atau  $3.1354 \text{ MPa}$ .
6. Deformasinya  $0.00291 \text{ m}$ .

Dapat disimpulkan bahwa konstruksi rangka yang dibuat aman karena pergeseran titik dan deformasi yang kecil serta gaya dan tegangan yang terjadi tidak melebihi tegangan ijin bahan sebesar  $234,3 \text{ MPa}$ .




## Lampiran 13

## Lambang-Lambang Pengelasan




Pengelasan		Benda	Penunjukan
Las alur U	Dalam alur 27 mm		
Las alur tirus ganda	Kedua sisi		
Las alur tirus	Sisi sebelah atau sisi jauh		
Las kontinyu	Sudut satu sisi tebal las 6 mm		
Las sudut kontinyu	Kedua sisi tebal las 6 mm		
Las sudut tidak kontinyu	Las sudut tidak kontinyu (Zig-zag) Tebal las 6 mm Panjang las 50 mm Jarak antara 300 mm		
Las titik	Pada sisi panah atau sisi dekat, dipergunakan kawat las pipih		
Gabungan lambang-lambang dasar	Sambungan las tirus ganda dengan las sudut		
	Sambungan las tirus dan las sudut		

## Lampiran 13




Tabel Ringkasan Gambar

Simbol dasar/pokok yang tidak mempunyai arti untuk pengerjaan.	
Harus dikerjakan dengan suatu mesin, simbol pokok ditambah garis mendatar.	
Tidak boleh dikerjakan sedikitpun, simbol pokok ditambah lingkaran.	

Simbol-simbol dengan harga kekasaran yang dikehendaki :

Harga kekasaran yang harus dicapai dikerjakan dengan mesin, misal N6	
Harga kekasaran yang harus dicapai dikerjakan dengan cara-cara apapun boleh, kecuali dengan mesin.	
Harga kekasaran yang harus dicapai tanpa dikerjakan sedikitpun.	

Simbol-simbol dengan tambahan perintah pengerjaan :

Perintah harus dikerjakan dengan mesin yang dikehendaki mesin gerinda.	
Harus diberi ukuran kelebihan, untuk pengerjaan berikutnya.	
Arah alur/serat permukaan, bekas pengerjaan dengan mesin : $\perp$ ; $\infty$ ; X ; H ; C ; R	

## PRESENSI Pengerjaan Tugas Akhir

[illegible]

## Lampiran 15

## KARTU BIMBINGAN



UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA  
FAKULTAS TEKNIK

FRMMES/25-00  
02 Agustus 2007

## Lampiran.....: Kartu Bimbingan Proyek Akhir

Judul Proyek Akhir : Perancangan Mesin Pilin untuk Produksi Besi Teralis Model  
Spiral yang Memiliki Cembungan  
Nama mahasiswa : Agus Saryono  
No Mahasiswa : 06508131008  
Dosen Pembimbing : Asnawi, M.Pd

Bimb. Ke	Hari/Tanggal Bimbingan	Materi Bimbingan	Catatan Dosen Pembimbing	Tanda Tangan Dosen Pembimbing
1	Rabu 27 Okt 2010	Bimbingan BAB I	Latar Belakang & Identifikasi Masalah	
2	Kamis 3 Feb 2011	Bimbingan BAB II	Pemecahan Masalah yang benar yang tepat	
3	Kamis 17 Mar 2011	Abstrak	Perbaikan konsep Abstrak	
4	Jumat 18 Mar 2011	Abstrak	Hindari pengulangan kalimat	
5	Jumat 25 Mar 2011	<del>Abstrak</del> Bimbingan BAB IV & V	Analisa Ekonomi & Pembahasan perhitungan rangka diperbaiki	
6	Senin 28 Mar 2011	Bimbingan BAB IV	Analisa Ekonomi & Pembahasan Perhitungan kekuatan rangka	
7	Glasi 29 Mar 2011	Bimbingan BAB V	hasil & kesimpulan harus sesuai dengan rumusan masalah	
8				

## Keterangan:

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

Mengetahui  
Koordinator Proyek Akhir,

NIP. ....