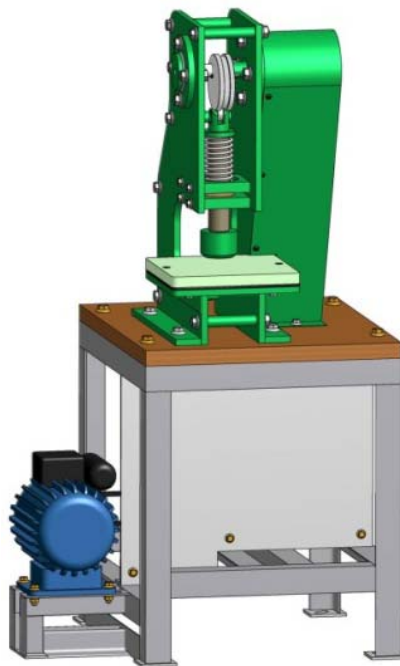




**PERANCANGAN MESIN PENCETAK KULIT BOLA
UNTUK PRODUKSI KULIT BOLA KAKI
BERPOLA SEGI LIMA DAN SEGI ENAM**

PROYEK AKHIR

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



**Oleh :
Surono
06503241020**

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

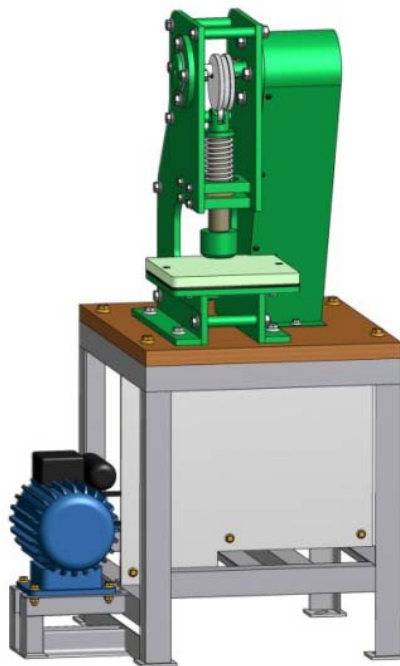
2010



**PERANCANGAN MESIN PENCETAK KULIT BOLA
UNTUK PRODUKSI KULIT BOLA KAKI
BERPOLA SEGI LIMA DAN SEGI ENAM**

PROYEK AKHIR

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



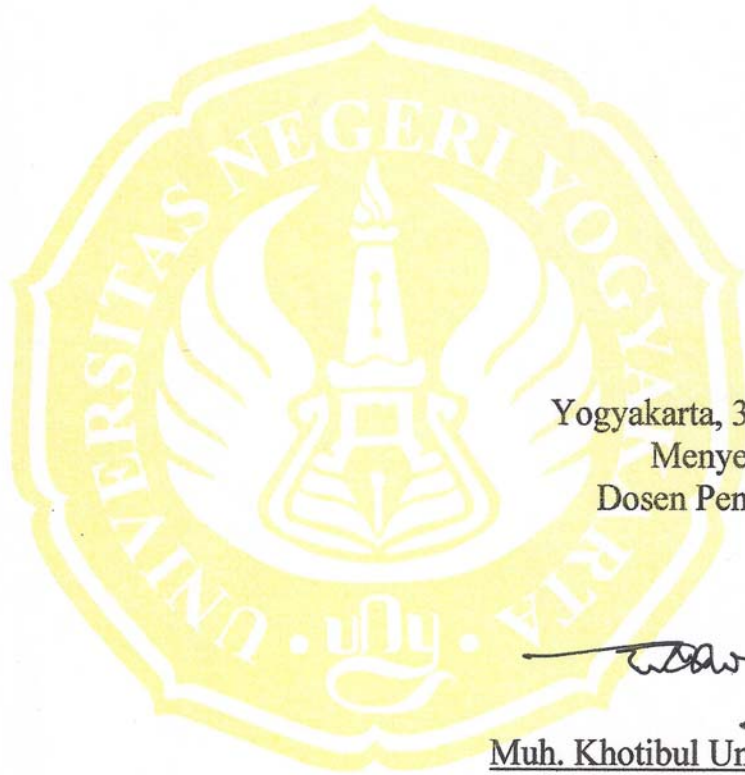
**Oleh :
Surono
06503241020**

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

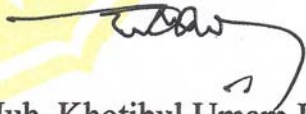
2010

HALAMAN PERSETUJUAN

Proyek akhir yang berjudul “**PERANCANGAN MESIN PENCETAK KULIT BOLA UNTUK PRODUKSI KULIT BOLA KAKI BERPOLA SEGI LIMA DAN SEGI ENAM**” ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diujikan.






Yogyakarta, 3 Maret 2010
Menyetujui,
Dosen Pembimbing


Muh. Khotibul Umam Hasan, MT.
NIP : 19650618 199403 1 002

HALAMAN PENGESAHAN

Proyek akhir yang berjudul “PERANCANGAN MESIN PENCETAK KULIT BOLA UNTUK PRODUKSI KULIT BOLA KAKI BERPOLA SEGI LIMA DAN SEGI ENAM” ini telah dipertahankan di depan Dewan Penguji pada tanggal 12 April 2010 dan dinyatakan lulus.

DEWAN PENGUJI

Nama	Jabatan	Tanda Tangan	Tanggal
Muh. Khotibul Umam Hasan, MT.	Ketua penguji		27/4-2010
Bambang Sctiyo Hari Purwoko, M.Pd.	Sekretaris Penguji		27/4-2010
Wahidin Abbas, M. Si.	Penguji Utama		27/4-2010

Yogyakarta, April 2010

Dekan Fakultas Teknik

Universitas Negeri Yogyakarta



Wardan Suyanto, Ed. D.

NIP. 19540810 197803 1 001

SURAT PERNYATAAN

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

Yogyakarta, Maret 2010

Yang menyatakan,

Surono
NIM. 06503241020

ABSTRAK

PERANCANGAN MESIN PENCETAK KULIT BOLA UNTUK PRODUKSI KULIT BOLA KAKI BERPOLA SEGI LIMA DAN SEGI ENAM

Oleh:

Surono
06503241020

Mesin pencetak kulit bola yang telah ada, dalam hal ini yang berpola segi lima dan segi enam kurang sesuai untuk diterapkan pada usaha kecil menengah (UKM). Kekurangan mesin produksi tersebut terdapat pada kapasitas, efektifitas, dan efisiensi kerja untuk mesin manual yang relatif rendah, sedangkan untuk mesin otomatis diperlukan biaya yang relatif tinggi untuk pembelian, perawatan, dan perbaikannya. Untuk mengatasi hal tersebut diperlukan modifikasi dengan perancangan mesin yang lebih baik, sehingga mesin akan sesuai jika digunakan oleh UKM. Tujuannya adalah untuk menghasilkan desain konstruksi yang kuat dan ergonomis dengan gambar kerja yang mudah dipahami dan dikerjakan, serta harga produk mesin pencetak kulit bola memiliki nilai jual yang baik.

Proses perancangan mesin dilakukan dengan tahapan yaitu perencanaan dan penjelasan tugas/fungsi, perencanaan konsep produk, pemberian bentuk pada produk, hingga menghasilkan detail desain berupa dokumen pembuatan produk (gambar kerja). Tenaga penggerak mesin direncanakan menggunakan motor listrik yang disesuaikan dengan kemampuan daya listrik untuk UKM yang diperkirakan rata-rata berkisar antara 900 sampai 1300 watt.

Hasil perancangan adalah desain dan gambar kerja produk mesin pencetak kulit bola untuk produksi kulit bola kaki berpola segi lima dan segi enam. Kapasitas produksi kulit bola kaki dengan dimensi panjang sisi ± 44 mm berpola segi lima dan segi enam dengan tebal masing-masing ± 3 mm adalah ± 26 pcs/menit. Sumber penggerak mesin adalah motor listrik AC 1 HP (± 750 watt). Mesin pencetak kulit bola yang dihasilkan memiliki konstruksi yang kuat dan ergonomis berdimensi panjang x lebar x tinggi yaitu $715 \times 620 \times 1220$ mm dengan rangka baja profil \perp 50x50x4 mm. Sistem transmisi menggunakan komponen reduktor berupa *speed reducer*, *V-belt*, dan puli dengan diameter poros engkol 25 mm. Komponen pada sistem pemotong menggunakan poros berbahan S45C dengan bantalan berbahan perunggu dan ST 37, landasan pemotong dari baja konstruksi ST 34 dengan lapisan *fiberglass*, dan *roller follower* sebagai alternatif untuk mengurangi gesekan pada engkol. Taksiran harga jual mesin yang ditawarkan adalah senilai Rp 7.300.000,00.

Kata kunci: Perancangan mesin pencetak kulit bola, kulit bola kaki berpola segi lima dan segi enam

MOTTO

- ❖ *“Inna Sholaatii Wanusukii Wamahyaaya Wamamaatii Lillaahi Robbil ‘Aalamiin”, Sesungguhnya sholatku, ibadahku, hidup dan matiku hanya untuk Allah Rabb Alam semesta”*
- ❖ *“Rasa takut terhadap manusia jangan sampai menghalangi kamu untuk menyatakan apa yang sebenarnya jika memang benar kamu melihatnya, menyaksikan atau mendengarnya.” (HR Ahmad)*
- ❖ **IBU UTAMA**
Nabi S.A.W bersabda yang bermaksud : Ada 4 hal yang dipandang sebagai ibu yaitu :
 1. *Ibu dari segala OBAT adalah SEDIKIT MAKAN*
 2. *Ibu dari segala ADAB adalah SEDIKIT BERCAKAP*
 3. *Ibu dari segala IBADAT adalah TAKUT BERBUAT DOSA*
 4. *Ibu dari segala CITA-CITA adalah SABAR*
- ❖ *Boleh jadi kamu membenci sesuatu, padahal ia amat baik bagimu, dan boleh jadi (pula) kamu menyukai sesuatu, padahal ia amat buruk bagimu; Allah mengetahui, sedang kamu tidak mengetahui. (QS. Al Baqarah 2:216)*

HALAMAN PERSEMBAHAN

Seiring rasa syukur kepada Allah SWT, karya ini saya persembahkan untuk :

- ❖ Seluruh keluarga besar atas doa dan dorongannya*
- ❖ Sahabat – sahabat*
- ❖ Seluruh Mahasiswa Jurusan Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta*
- ❖ Himpunan Mahasiswa Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta*
- ❖ Almamater Universitas Negeri Yogyakarta*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran ALLAH SWT yang senantiasa melimpahkan nikmat serta kasih sayang-Nya, sehingga penyusunan laporan Proyek Akhir yang berjudul **“PERANCANGAN MESIN PENCETAK KULIT BOLA UNTUK PRODUKSI KULIT BOLA KAKI BERPOLA SEGI LIMA DAN SEGI ENAM”** dapat terselesaikan. Penyusunan laporan proyek akhir ini bertujuan untuk memenuhi sebagian persyaratan guna memperoleh gelar Ahli Madya Teknik di Jurusan Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.

Pada kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

1. Wardan Suyanto, Ed. D, selaku Dekan FT UNY.
2. Drs. Bambang Setyo H. P., M. Pd., selaku Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Mesin FT UNY.
3. Drs. Jarwo Puspito, M. P, selaku Kaprodi D3 Teknik Mesin UNY.
4. Muh. Khotibul Umam Hasan, MT. selaku Pembimbing Proyek Akhir yang senantiasa membantu dan meluangkan waktu untuk membimbing dan mengarahkan kapan dan dimana saja.
5. Seluruh Dosen Jurusan Pendidikan Teknik Mesin UNY yang telah ikhlas menularkan ilmunya dari semester awal hingga akhir studi.
6. Seluruh Teknisi bengkel, lab, dan karyawan/staf bagian pengajaran yang telah ikhlas memberikan sumbangan pemikiran dan bantuannya.
7. Orang tua dan seluruh anggota keluarga yang telah memberikan do'a, semangat dan kasih sayang yang tak terhingga demi tercapainya tujuan

dan cita-cita.

8. Rekan-rekan satu kelompok Proyek Akhir : Anang Arif Hidayat, Arie Nuzan KHP., M. Didik Suryadi, M. Qomarudin, dan Taufik.
9. Rekan-rekan dalam Himpunan Mahasiswa Mesin FT UNY.
10. Semua pihak yang telah banyak membantu dalam penyusunan Proyek Akhir ini.

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

Yogyakarta, Maret 2010

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	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah	5
C. Batasan Masalah	6
D. Rumusan Masalah.....	6
E. Tujuan.....	7
F. Manfaat.....	7
G. Keaslian	8

BAB II PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH

A. Kajian tentang Mesin Pencetak Kulit Bola untuk Produksi Kulit Bola Kaki Berpola Segi Lima dan Segi Enam	9
1. Bahan Kulit Bola	9
2. Tuntutan Mesin Pencetak Kulit Bola untuk Produksi Kulit Bola Kaki Berpola Segi Lima dan Segi Enam dari Calon Pengguna	9
3. Analisis Kebutuhan.....	12
4. Analisis Morfologi Mesin Pencetak Kulit Bola untuk Produksi Kulit Bola Kaki Berpola Segi Lima dan Segi Enam.....	14
5. Gambaran Mesin Pencetak Kulit Bola untuk Produksi Kulit Bola Kaki Berpola Segi Lima dan Segi Enam	18
B. Kajian Singkat tentang Karakteristik Bahan	19
1. Besi dan Baja	19
2. Sifat Mekanis Logam.....	23
3. Faktor Keamanan (<i>Factor of Safety</i>)	27
C. Perhitungan Poros	28
D. Perancangan Sabuk-V sebagai Transmisi Daya	29
E. Penentuan Harga Pokok Produk	32

BAB III KONSEP PERANCANGAN

A. Diagram Alir Proses Perancangan	34
1. Perencanaan dan penjelasan tugas (<i>clarification of the task</i>)	34
2. Perencanaan konsep produk (<i>conceptual design</i>).....	34
3. Perencanaan produk (<i>embodiment design</i>).....	36
4. Perencanaan detail (<i>detail design</i>).....	41
B. Pertimbangan Perencanaan	41
1. Pertimbangan Teknis	41
2. Pertimbangan Ekonomis.....	41
3. Pertimbangan Ergonomis	42
4. Pertimbangan Lingkungan.....	43
5. Pertimbangan Keselamatan Kerja	43
C. Tuntutan Perancangan	43
1. Tuntutan Konstruksi	43
2. Tuntutan Ekonomi	43
3. Tuntutan Fungsi.....	44
4. Tuntutan Pengoperasian	44
5. Tuntutan Keamanan.....	44
6. Tuntutan Ergonomis	44

BAB IV PROSES, HASIL, DAN PEMBAHASAN

A. Desain dan Gambar Kerja Konstruksi Mesin Pencetak Kulit Bola	45
--	----

	Halaman
1. Desain Konstruksi Mesin Pencetak Kulit Bola	45
2. Gambar Kerja Konstruksi Mesin Pencetak Kulit Bola.....	45
B. Analisis Konstruksi Mesin	46
1. Perancangan Sistem Transmisi Mesin.....	46
2. Analisis Torsi yang Bekerja pada Poros Engkol	47
3. Analisis Kebutuhan Daya Motor Penggerak	48
4. Analisis Torsi Penggerak.....	49
5. Perhitungan pada Poros Engkol.....	50
6. Perancangan dan Pemilihan Sabuk V (<i>V-Belt</i>).....	57
7. Analisis pada Konstruksi Poros Pemotong.....	61
8. Analisis pada Konstruksi Pengarah Potong.....	62
9. Analisis Konstruksi Landasan Potong.....	64
10. Analisis Konstruksi Rangka	67
C. Perhitungan Harga Pokok Produk	78
D. Kelemahan-kelemahan	80
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan	83
B. Saran	84
 DAFTAR PUSTAKA	86
LAMPIRAN.....	88

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Potongan kulit bola kaki dengan pola segi lima dan segi enam.....	2
Gambar 2. Mesin pencetak kulit bola a) manual b) otomatis	4
Gambar 3. Gambaran mesin pencetak kulit bola untuk produksi kulit bola kaki berpola segi lima dan segi enam	18
Gambar 4. Gaya Aksial yang Bekerja pada Plat	25
Gambar 5. Analisa Tegangan Torsi	25
Gambar 6. Diagram alir proses perancangan Pahl dan Beitz.....	35
Gambar 7. Elemen dasar dalam perencanaan simultan.....	36
Gambar 8. Langkah- langkah perancangan produk	40
Gambar 9. Sistem transmisi mesin pencetak kulit bola	46
Gambar 10. Diagram alir perhitungan poros engkol.....	50
Gambar 11. Model diagram analisis poros engkol.....	53
Gambar 12. Model diagram untuk perhitungan poros engkol	54
Gambar 13. Defleksi yang terjadi pada model konstruksi poros engkol	56
Gambar 14. Diagram alir untuk memilih sabuk-V.....	57
Gambar 15. Konstruksi Poros Pemotong	62
Gambar 16. Konstruksi Pengarah Potong	63
Gambar 17. Plat Landasan Potong	64
Gambar 18. Deformasi pada analisis model konstruksi landasan potong.....	66
Gambar 19. Konstruksi rangka mesin pencetak kulit bola	68
Gambar 20. Konstruksi rangka mesin dan beban yang bekerja.....	68

	Halaman
Gambar 21. Batang-batang pada rangka yang menerima beban kritis.....	69
Gambar 22. Deformasi yang terjadi pada batang 8c2	72
Gambar 23. Deformasi yang terjadi pada batang 8c5	74
Gambar 24. Deformasi yang terjadi pada batang 9e	75
Gambar 25. Deformasi yang terjadi pada batang 9f	77
Gambar 26. Konstruksi engkol, poros pemotong, pegas pengembali, pengarah potong, dan pisau potong	82

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Identifikasi desain produk sebelumnya dan tuntutan pengguna mesin pencetak kulit bola.....	11
Tabel 2. Spesifikasi mesin pencetak kulit bola untuk produksi kulit bola kaki berpola segi lima dan segi enam	15
Tabel 3. Matriks Morfologi Mesin Pencetak Kulit Bola untuk Produksi Kulit Bola Kaki Berpola Segi Lima dan Segi Enam.....	16
Tabel 4. Senyawa besi berupa biji besi dan kandungannya.....	19
Tabel 5. Jenis-jenis baja karbon.....	22
Tabel 6. Faktor keamanan berdasarkan tegangan luluh.....	27
Tabel 7. Perbandingan rasio putaran sistem transmisi mesin pencetak kulit Bola	47
Tabel 8. Gaya-gaya yang bekerja pada model diagram analisis poros engkol ..	54
Tabel 9. Reaksi yang terjadi pada tumpuan poros engkol	54
Tabel 10. Hasil perhitungan pada model diagram analisis poros engkol.....	55
Tabel 11. Gaya yang bekerja pada model analisis konstruksi landasan potong	65
Tabel 12. Reaksi yang terjadi pada tumpuan model analisis konstruksi landasan potong.....	65
Tabel 13. Hasil perhitungan pada analisis konstruksi landasan potong.....	66
Tabel 14. Gaya-gaya yang bekerja pada batang $8c^2$	71
Tabel 15. Reaksi yang terjadi pada tumpuan batang $8c^2$	71
Tabel 16. Kalkulasi hasil analisis batang $8c^2$	71

Halaman

Tabel 17. Gaya-gaya yang bekerja pada batang 8c5.....	73
Tabel 18. Reaksi yang terjadi pada tumpuan batang 8c5.....	73
Tabel 19. Kalkulasi hasil analisis batang 8c5	73
Tabel 20. Gaya-gaya yang bekerja pada batang 9e.....	74
Tabel 21. Reaksi yang terjadi pada tumpuan batang 9e.....	74
Tabel 22. Kalkulasi hasil analisis batang 9e	75
Tabel 23. Gaya-gaya yang bekerja pada batang 9f	76
Tabel 24. Reaksi yang terjadi pada tumpuan batang 9f	76
Tabel 25. Kalkulasi hasil analisis batang 9f.....	76
Tabel 26. Biaya desain mesin pencetak kulit bola	78
Tabel 27. Biaya pembelian komponen mesin pencetak kulit bola.....	78
Tabel 28. Biaya Pembuatan mesin pencetak kulit bola.....	79
Tabel 29. Biaya non produksi	79
Tabel 30. Perencanaan laba produksi.....	80
Tabel 31. Taksiran harga produk	80

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Presensi Proyek Akhir	88
Lampiran 2. Kartu Bimbingan Proyek Akhir.....	89
Lampiran 3. Gambar Kerja Mesin Pencetak Kulit Bola.....	90
Lampiran 4. Perhitungan Luas Penampang Segi Lima.....	144
Lampiran 5. Perhitungan Luas Penampang Segi Enam.....	145
Lampiran 6. Hasil Pengujian Kekuatan Sobek dan Mulur Bahan Kulit Bola....	146
Lampiran 7. Faktor Koreksi.....	149
Lampiran 8. Baja Karbon untuk Konstruksi Mesin dan Baja Batang yang Difinis Dingin untuk Poros	150
Lampiran 9. Hardness Conversion Table	151
Lampiran 10. Diameter Poros (satuan mm)	152
Lampiran 11. Modulus Elastisitas Bahan dan Angka Poisson	153
Lampiran 12. Tabel Batas Defleksi, Diameter Minimum Puli yang Diizinkan dan Dianjurkan (mm)	154
Lampiran 13. Nomor Nominal Sabuk-V Standar	155
Lampiran 14. Panjang Sabuk-V Standar.....	156
Lampiran 15. Faktor Koreksi, K_{θ} Daerah Penyetelan Jarak Sumbu Poros	157
Lampiran 16. Tabel Baja Konstruksi Umum Menurut DIN 17100.....	158
Lampiran 17. Sifat-sifat Bahan Bantalan Luncur	159
Lampiran 18. Standar Ukuran Penampang Bj P Siku Sama Kaki	160

Lampiran 19. Simbol dengan Tambahan Perintah Pengerjaan, Nilai Kekasaran dan Tingkat Kekasaran Menurut ISO.....	161
Lampiran 20. Nilai Kekasaran yang Dicapai Oleh Beberapa Cara Pengerjaan, Toleransi Umum untuk Ukuran Linear	162
Lampiran 21. Nilai-nilai Toleransi untuk Poros	163
Lampiran 22. Nilai-nilai Toleransi untuk Lubang	164
Lampiran 23. Jenis Toleransi yang Dianjurkan	165
Lampiran 24. Jenis-jenis Suaian yang Dapat Dipilih.....	166
Lampiran 25. Penunjukan Simbol Dasar Pengelasan	167
Lampiran 26. Contoh-contoh Penggunaan Simbol Pengelasan.....	168
Lampiran 27. Ukuran Pasak dan Alur Pasak	169
Lampiran 28. Pemilihan <i>Bearing</i>	170
Lampiran 29. Foto Uji Kinerja Mesin Pencetak Kulit Bola	171

BAB I

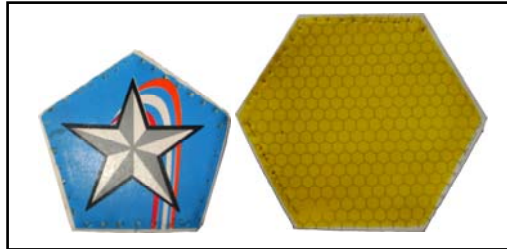
PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Sepak bola dan futsal merupakan cabang olahraga bola kaki yang paling diminati oleh masyarakat dunia termasuk Indonesia. Tingginya frekuensi stasiun televisi dalam menyiarkan setiap pertandingan baik lokal maupun internasional, serta terus meningkatnya pengadaan fasilitas lapangan, dapat menjadi tolok ukur betapa besarnya minat masyarakat terhadap kedua cabang olahraga tersebut. Berdasarkan data **Izin Mendirikan Bangunan (IMB)** Dinas Perizinan Kota Yogyakarta, pada tahun 2009 di kota Yogyakarta saja sudah ada enam gedung yang digunakan sebagai gedung futsal, belum lagi sejumlah gedung futsal lainnya yang belum memiliki IMB yang diyakini jauh lebih banyak jumlahnya karena sistem sewa yang dipakai para pengelola, begitu pula dengan lapangan sepak bola. Selain menjadi olahraga yang diminati banyak masyarakat, kedua jenis olahraga tersebut juga melibatkan banyak pemain. Hal ini tentu menuntut tingginya pemenuhan kebutuhan baik berupa sarana, prasarana, dan fasilitas penunjang.

Berdasarkan uraian di atas, jika dilihat dari sudut pandang ekonomi dapat disimpulkan bahwa bisnis dalam bidang penyediaan kebutuhan yang menyangkut kedua cabang olahraga di atas memiliki nilai eksistensi yang cukup besar. Salah satu kebutuhan dalam kedua cabang olahraga tersebut adalah bola kaki, dimana bola kaki merupakan kebutuhan utama. Oleh karena itulah, laporan ini difokuskan pada perancangan alat untuk menghasilkan

kulit bola kaki dengan pola segi lima dan segi enam (gambar 1).



Gambar 1. Potongan kulit bola kaki dengan pola segi lima dan segi enam

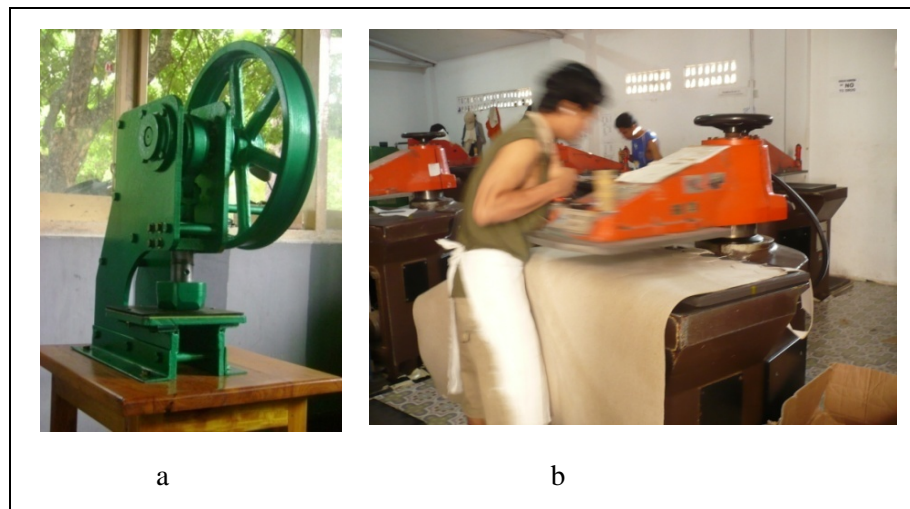
Menurut keterangan dari pengelola lapangan futsal "*The Goal Corner*" Klebengan dan "Gaol Futsal" Nologaten Yogyakarta, rata-rata setiap bulannya kedua lapangan futsal ini membutuhkan suplai bola kaki antara 5-10 buah tergantung ada dan tidaknya turnamen. Besarnya kebutuhan bola kaki tersebut tentunya membutuhkan penyediaan bola kaki dari produsen yang mencukupi, sementara itu data baik dari **Dinas Perizinan**, maupun **Dinas Perindustrian, Perdagangan, dan Koperasi**, serta **Balai Besar Kulit**, di Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) sampai saat ini belum ada industri khusus pembuat bola kaki yang tercatat pada ketiga instansi tersebut. Dari keterangan ini tentunya pembukaan industri baru pembuatan bola kaki merupakan industri strategis yang berpeluang cukup baik untuk dikembangkan di Yogyakarta dan sekitarnya.

Besarnya kebutuhan bola kaki menuntut industri pembuat bola kaki memiliki kapasitas produksi yang besar pula. Dalam hal ini diperlukan teknologi yang dapat menunjang terpenuhinya kebutuhan tersebut. Salah satu teknologi yang diperlukan adalah adanya alat atau mesin pemotong untuk memotong bahan baku kulit bola menjadi bahan siap rakit. Dalam industri

pembuatan bola kaki ada dua jenis alat/mesin pemotong berdasarkan sumber energi yang sering digunakan, yaitu secara manual atau digerakan oleh tenaga manusia sebagai penggerak pisau potong dan secara otomatis yang antara lain menggunakan sistem pneumatik hidrolik sebagai penggerak pisau potongnya (gambar 2).

Alat/mesin pemotong dengan penggerak manual memiliki harga yang relatif lebih murah dibandingkan dengan alat/mesin yang digerakkan secara otomatis. Namun, kelemahan dari alat/mesin ini adalah kapasitas produksinya yang relatif rendah karena keterbatasan tenaga manusia. Kelemahan lainnya terletak pada konstruksi pemotong dimana gesekan pada engkol relatif besar, poros bergerak kurang stabil karena pin yang digunakan untuk menyatukan bagian poros pemotong dengan engkol, serta pengarah potong yang masih memungkinkan terjadi penguncian sehingga poros kadang tidak dapat bergerak. Berbeda dengan alat/mesin yang digerakan secara otomatis mempunyai kapasitas produksi yang tinggi, tetapi disertai dengan mahalnya harga alat/mesin serta biaya perawatan dan perbaikannya. Hal ini dikarenakan komponen-komponen penggerak (sistem pneumatik hidrolik yang digunakan) yang mahal harganya. Terlebih komponen pneumatik dan hidrolik merupakan komponen yang kurang dikenal dikalangan masyarakat, sehingga diperlukan keahlian khusus untuk melakukan perawatan atau perbaikan komponen. Dengan pneumatik hidrolik, ternyata tenaga besar yang dihasilkan tidak dioptimalkan karena proses pemotongan bahan tetap dilakukan satu per satu. Mesin otomatis ini hanya sesuai jika digunakan pada

industri skala besar saja.



Gambar 2. Mesin pencetak kulit bola a) manual b) otomatis

Keterangan di atas menunjukkan bahwa mesin pencetak kulit bola yang telah ada selama ini kurang sesuai untuk dikembangkan ditingkat Usaha Kecil Menengah (UKM). Oleh karena itu, dibutuhkan proses perancangan dan pembuatan mesin yang proporsional untuk UKM sehingga diharapkan dari proses tersebut akan menghasilkan mesin yang memenuhi kriteria sebagai berikut :

- a. Harga mesin yang relatif terjangkau bagi UKM.
- b. Desain dibuat sederhana dan mudah digunakan, namun memiliki kapasitas produksi yang tinggi.
- c. Konstruksi mesin kokoh dan memiliki nilai *safety* bagi operator mesin.
- d. Mudah dalam perawatan dan perbaikan apabila terjadi kerusakan dikemudian hari, karena komponen-komponen yang digunakan murah dan mudah dibuat atau dicari di pasaran.
- e. Mampu meningkatkan kualitas hasil produksi dan *profit* untuk UKM.

Dengan adanya kesesuaian terhadap kebutuhan *market*, mesin ini diharapkan mampu membantu proses produksi UKM dengan hasil yang baik untuk memotong bahan menjadi pola-pola kulit bola kaki yang berbentuk segi lima dan segi enam.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian sebelumnya dapat diperoleh beberapa identifikasi masalah, diantaranya:

1. Bagaimanakah desain dan gambar kerja Mesin Pencetak Kulit Bola untuk Produksi Kulit Bola Kaki Berpola Segi Lima dan Segi Enam yang sesuai dengan industri kecil menengah pembuat bola kaki?
2. Apakah penggerak dan sistem transmisi yang digunakan agar efektif dan efisien untuk memotong kulit bola tersebut?
3. Bagaimanakah pemilihan bahan dan perancangan konstruksi rangka utama mesin pencetak kulit bola tersebut?
4. Bagaimanakah pemilihan bahan dan perancangan konstruksi rangka meja pada produk mesin pencetak kulit bola agar tetap kokoh dan memenuhi syarat *safety* bagi operator?
5. Bagaimanakah pemilihan bahan dan perancangan poros engkol dan poros pemotong pada mesin pencetak kulit bola tersebut?
6. Berapakah diameter poros engkol dan poros pemotong yang sesuai untuk digunakan pada mesin pencetak kulit bola tersebut?
7. Bagaimanakah pemilihan bahan dan perancangan pengarah potong pada mesin pencetak kulit bola tersebut?

8. Bagaimanakah pemilihan bahan dan perancangan konstruksi landasan potong pada mesin pencetak kulit bola tersebut?
9. Bagaimanakah pemilihan bahan dan perancangan konstruksi engkol pada mesin pencetak kulit bola tersebut?
10. Berapakah kapasitas kerja mesin pencetak kulit bola tersebut?
11. Bagaimanakah efektifitas kinerja mesin pencetak kulit bola tersebut?
12. Berapakah biaya yang dibutuhkan untuk pembuatan dan harga jual produk mesin pencetak kulit bola tersebut?

C. Batasan Masalah

Permasalahan untuk menghasilkan produk mesin pencetak kulit bola untuk memotong bahan baku kulit bola menjadi bahan siap rakit pada industri kecil menengah pembuat bola kaki sangatlah luas. Oleh karena itu, penyusunan laporan ini difokuskan pada masalah desain dan gambar kerja konstruksi mesin, analisis untuk mengetahui tingkat keamanan komponen, dan penentuan harga produk mesin. Mesin pencetak kulit bola ini digunakan untuk produksi kulit bola kaki dengan panjang sisi ± 44 mm berpola segi lima dan segi enam dengan tebal masing-masing ± 3 mm.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan tuntutan desain dan pembatasan di atas, beberapa masalah yang dapat dirumuskan pada perancangan mesin pencetak kulit bola untuk produksi kulit bola kaki berpola segi lima dan segi enam adalah sebagai berikut:

1. Bagaimanakah desain dan gambar kerja konstruksi mesin pencetak kulit bola tersebut?
2. Bagaimanakah tingkat keamanan pada bahan-bahan komponen mesin pencetak kulit bola tersebut?
3. Berapakah harga pokok produk mesin pencetak kulit bola tersebut?

E. Tujuan

Tujuan perancangan mesin pencetak kulit bola untuk produksi kulit bola kaki berpola segi lima dan segi enam pada industri kecil menengah pembuat bola kaki adalah sebagai berikut:

1. Untuk mendapatkan desain dan gambar kerja konstruksi mesin pencetak kulit bola.
2. Untuk memperoleh data tingkat keamanan bahan yang digunakan pada komponen-komponen mesin pencetak kulit bola.
3. Untuk mendapatkan hasil perhitungan harga pokok produk mesin pencetak kulit bola.

F. Manfaat

Manfaat dari perancangan dan pembuatan mesin pencetak kulit bola untuk produksi kulit bola kaki berpola segi lima dan segi enam pada industri kecil menengah pembuat bola kaki adalah sebagai berikut:

1. Bagi Mahasiswa
 - a. Sebagai model belajar aktif tentang inovasi teknologi bidang teknik mesin.

- b. Sebagai proses pembentukan karakter mahasiswa dalam menghadapi persaingan dunia kerja.
- c. Menambah pengetahuan dan pengalaman mahasiswa khususnya tentang proses pembuatan mesin pencetak kulit bola.

2. Bagi Perguruan Tinggi

- a. Secara teoritis dapat memberikan informasi terbaru khususnya oleh Teknik Mesin UNY tentang berbagai inovasi teknologi tepat guna kepada institusi pendidikan lain.
- b. Sebagai wujud salah satu Tri Dharma Perguruan Tinggi tentang pengabdian kepada masyarakat.

3. Bagi Masyarakat

Adanya mesin pencetak kulit bola ini dapat dijadikan referensi bagi masyarakat dalam membuka wirausaha baru maupun pengembangan wirausaha industri bola kaki.

G. Keaslian

Perancangan mesin pencetak kulit bola untuk produksi kulit bola kaki berpola segi lima dan segi enam merupakan bentuk modifikasi mesin pencetak kulit bola yang sudah ada. Kesesuaian konsep kerja mesin merupakan dasar utama perancangan mesin pencetak kulit bola untuk produksi bola kaki yang tidak dirubah. Perubahan mesin difokuskan pada perbaikan konstruksi dan sistem kontrol mesin. Modifikasi mesin ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas, kuantitas, dan keamanan pada proses produksi kulit bola.

BAB II

PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH

A. Kajian tentang Mesin Pencetak Kulit Bola untuk Produksi Kulit Bola Kaki Berpola Segi Lima dan Segi Enam

1. Bahan Kulit Bola

Menurut informasi dari salah satu perusahaan pembuat bola kaki PT Sinjaraga Santika Sport atau yang lebih dikenal dengan sebutan "Triple S" Kabupaten Majalengka, Jawa Barat seperti yang dilansir KOMPAS Sabtu, 12 Juni 2004, bahan baku utama yang sering digunakan oleh industri pembuatan bola adalah kulit sintetis *Polyvinyl Chloride* (PVC) atau *Polyurethane* (PU) yang telah mengalami proses pelapisan (*coating*) dengan kain poliester. Tujuan pelapisan dengan kain adalah untuk memudahkan proses jahit, agar hasilnya tidak mudah lepas atau robek.

2. Tuntutan Mesin Pencetak Kulit Bola untuk Produksi Kulit Bola Kaki Berpola Segi Lima dan Segi Enam dari Calon Pengguna

Mesin Pencetak Kulit Bola untuk Produksi Kulit Bola Kaki Berpola Segi Lima dan Segi Enam adalah salah satu jenis alat tepat guna. Sesuai dengan namanya, mesin tersebut berfungsi sebagai alat produksi kulit bola sepak (kaki) dengan pola segi lima dan segi enam. Ornamen segi lima dan segi enam merupakan hasil deformasi plastis pada material kulit sintetis akibat proses pemotongan (pencetakan).

Konsep dan cara kerja mesin tersebut memiliki persamaan dengan alat *punch* atau alat *press* yang telah ada sebelumnya, karena mesin

tersebut memiliki bagian poros penekan dan pemotong. Namun, untuk menghasilkan mesin pencetak kulit bola pada produksi kulit bola kaki berpola segi lima dan segi enam yang *reasonable* di kalangan UKM diperlukan beberapa minimalisasi dan perbaikan desain pada konstruksi mesin. Beberapa bentuk minimalisasi dan perbaikan desain tersebut bertujuan untuk meningkatkan kapasitas produksi kulit bola dan mengurangi biaya produksi mesin. Harapannya adalah untuk menyesuaikan terhadap kebutuhan pasar atau pengguna yaitu UKM.

Pengembangan teknis suatu desain merupakan salah satu syarat utama keberhasilan sebuah produk dalam memenuhi kebutuhan konsumen. Upaya tersebut memerlukan beberapa langkah konstruktif (G. Niemann, 1999:1) yaitu:

1. Produksi perdana. Memenuhi target yang telah ditentukan.
2. Pengembangan lanjut. Eliminasi hambatan, kesempurnaan, kesederhanaan, dan penurunan harga dari hasil desain.
3. Penyesuaian hasil desain untuk penerapan di bidang khusus dan pengembangan produksi khusus.
4. Spesifikasi khusus. Menentukan ukuran tertentu, bentuk dan daya tahan khusus, jika hal ini belum dilakukan dalam langkah terdahulu.
5. Memproduksi dengan cara lain atau bahan lain.
6. Hasil desain yang lebih bermutu.

Berdasarkan uraian di atas, langkah awal proses perencanaan yang perlu dilakukan adalah mempelajari syarat-syarat dan spesifikasi tugas

secara detail. Sebagian besar masalah atau kegagalan desain disebabkan karena kurang jelasnya kriteria tuntutan pemakai dan kaburnya definisi tugas yang harus dipenuhi. Sedangkan alasan utama penolakan desain dari konsumen adalah faktor investasi atau ekonomi yang tidak sepadan. Oleh karena itu, diperlukan formula khusus sebagai langkah awal pengembangan desain dengan mempelajari tuntutan produk dari pemakai. Formula tersebut tidak menutup kemungkinan pada perencanaan mesin pencetak kulit bola.

Tabel 1. Identifikasi desain produk sebelumnya dan tuntutan pengguna mesin pencetak kulit bola

Identifikasi Desain Produk Sebelumnya	Tuntutan Pengguna (UKM)
<ol style="list-style-type: none"> 1. Sumber tenaga ada dua macam yaitu dengan cara manual/menggunakan tenaga manusia dan dengan pneumatik hidrolik (otomatis). 2. Pada mesin manual, gesekan pada engkol sangat besar, poros pemotong terkadang mengunci (tidak bergerak), daya yang dihasilkan tidak stabil sehingga kapasitas produksinya rendah, serta hasil potongan tidak homogen. 3. Dengan pneumatik hidrolik, diperlukan biaya yang mahal untuk pembelian, perawatan, pemeliharaan, dan perbaikan, sedangkan dayanya yang besar tidak dimanfaatkan secara maksimal, karena proses pemotongan tetap satu persatu. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Diperlukan modifikasi sumber tenaga penggerak dengan klasifikasi: <ol style="list-style-type: none"> a. Memiliki alternatif sumber tenaga penggerak yaitu motor listrik dan atau tenaga manusia. b. Sumber tenaga motor listrik harus sebanding dengan kinerja mesin dan tidak boros biaya listrik. 2. Diperlukan desain yang sederhana namun nyaman, mempunyai kapasitas produksi yang tinggi, dan proporsional untuk UKM. 3. Diperlukan konstruksi mesin yang kuat, kokoh, ringan, mudah dipindah-pindah, dan harganya terjangkau.

3. Analisis Kebutuhan

Berdasarkan tuntutan calon pengguna di atas, maka diperlukan beberapa langkah analisis kebutuhan guna memperjelas tugas perencanaan mesin pencetak kulit bola untuk produksi kulit bola kaki berpola segi lima dan segi enam yang terdiri dari :

1. Spesifikasi mesin

Spesifikasi mesin pencetak kulit bola untuk produksi kulit bola kaki berpola segi lima dan segi enam diharapkan mempunyai ukuran dan bentuk yang sesuai dengan ruang usaha yang kecil dan dapat dipindah tempatkan. Spesifikasi tersebut dipengaruhi oleh beberapa ketentuan pernyataan kebutuhan konsumen, yaitu: harga penjualan, kapasitas kerja, kenyamanan (ergonomis), 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 penghasil cetakan (potongan) kulit bola berbentuk segi lima dan segi enam dari bahan kulit sintetis diharapkan mampu dikerjakan dengan daya motor penggerak berkapasitas

relatif kecil. Kapasitas kerja perlu didukung dengan batasan produksi. Untuk produksi bahan kulit bola disesuaikan dengan kebutuhan standar umum bola kaki, kapasitas kerja maksimal adalah bahan kulit sintetis dengan tebal ± 3 mm.

2. Standar Penampilan

Berdasarkan batasan kapasitas kerja tersebut, maka untuk standar penampilan dapat ditentukan berdasarkan postur rata-rata orang dewasa sebagai operator. Tujuannya adalah dengan spesifikasi mesin di atas mampu memberikan kenyamanan operator, memudahkan proses produksi, dan mampu menghasilkan hasil produk kulit bola sesuai standar kebutuhan umum.

3. Target Keunggulan Produk

Target yang ingin dicapai sebagai keunggulan pada perencanaan mesin dan proses pencetakan (pemotongan) bahan kulit sintetis menjadi pola segi lima dan segi enam adalah:

- a. Proses pembuatan mesin dapat dikerjakan dengan mudah dan cepat.
- b. Biaya keseluruhan pembuatan mesin yang terjangkau.
- c. Mudah dalam pengoperasiannya dan cukup 1 orang sebagai operator.
- d. Mesin tidak bising.
- e. Memenuhi syarat *safety* bagi operator sehingga mampu mendukung efektifitas proses produksi.
- f. Mampu meningkatkan kualitas dan kuantitas hasil produksi.
- g. Mempunyai ukuran dan bentuk yang sesuai dengan ruang usaha yang

kecil dan dapat dipindah tempatkan.

- h. Tidak menimbulkan polusi udara karena tidak menggunakan bahan bakar.
- i. Perawatan dan pemeliharaan mesin tidak memerlukan biaya khusus.

4. Analisis Morfologi Mesin Pencetak Kulit Bola untuk Produksi Kulit Bola Kaki Berpola Segi Lima dan Segi Enam

Analisis morfologi adalah suatu pendekatan yang sistematis dan terstruktur untuk mencari alternatif penyelesaian dengan menggunakan matriks sederhana. Sebagai salah satu langkah 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, sesuai perhitungan teknis dan menciptakan bentuk luar yang menarik. Oleh karena itu, diperlukan beberapa pengalaman individu untuk mencapai penyelesaian tugas desain tersebut. Pengalaman individu desainer khususnya pada konsep kerja Mesin Pencetak Kulit Bola untuk Produksi Kulit Bola Kaki Berpola Segi Lima dan Segi Enam dapat menyesuaikan cara kerja alat *press* atau *punch*. Benda kerja atau kulit sintetis diletakkan pada landasan potong untuk menghasilkan profil segi lima dan segi enam.

Berdasarkan keterangan dan penjelasan terkait dengan produk Mesin Pencetak Kulit Bola untuk Produksi Kulit Bola Kaki Berpola Segi Lima dan Segi Enam, dapat memberikan gambaran mengenai kebutuhan spesifikasi (tabel 2). Spesifikasi mesin dapat dikategorikan menjadi dua, yaitu :

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


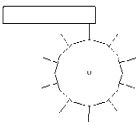


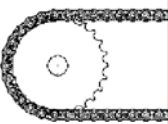
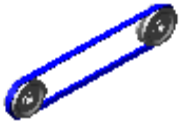



Tabel 2. Spesifikasi mesin pencetak kulit bola untuk produksi kulit bola kaki berpola segi lima dan segi enam

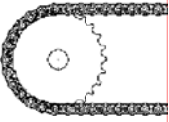
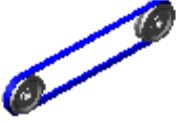
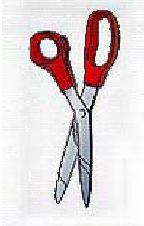





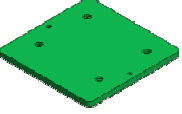
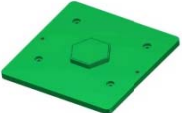




No	Tuntutan Perancangan	Persyaratan	Tingkat Kebutuhan
1.	GAYA	1. Mempunyai gaya sobek (potong) untuk memotong bahan kulit sintetis	D
		2. Mempunyai gaya sobek (potong) yang tetap (cepat dan arahnya)	D
2.	KINEMATIKA	1. Mekanismenya mudah beroperasi	D
		2. Menggunakan reduktor untuk mengurangi putaran motor	D
		3. Menggunakan sistem engkol untuk mendapat gerakan bolak-balik vertikal	D
3.	GEOMETRI	1. Panjang berkisar 71,5 cm	D
		2. Lebar berkisar 62 cm	D
		3. Tinggi berkisar 12,20 cm	D
4.	ENERGI	1. Menggunakan tenaga motor	D
		2. Dapat diganti dengan tenaga penggerak lain atau gabungan	D
5.	MATERIAL	1. Mudah didapat	D
		2. Murah harganya	D
		3. Baik mutunya	W
		4. Tahan terhadap gaya tekan dan gaya geser/potong	D
		5. Sesuai dengan standar umum	D
		6. Memiliki umur pakai yang panjang	D
		7. Mempunyai sifat mekanik yang baik	D
6.	ERGONOMI	1. Sesuai dengan kebutuhan	D
		2. Mudah dipindahkan	D
		3. Tidak bising	D
		4. Mudah dioperasikan	D
7.	SINYAL	1. Petunjuk pengoperasian mudah dimengerti	D
		2. Petunjuk pengoperasian dalam bahasa Indonesia	D
8.	KESELAMATAN	1. Konstruksi harus kokoh	D

		2. Bagian yang berbahaya harus ditutup	D
		3. Tidak menimbulkan polusi	D
9.	PRODUKSI	1. Dapat diproduksi oleh bengkel kecil	D
		2. Suku cadang mudah didapat	D
		3. Suku cadang murah	D
		4. Biaya produksi relatif rendah	D
		5. Dapat dikembangkan kembali	W
10.	PERAWATAN	1. Biaya perawatan murah	D
		2. Perawatan mudah dilakukan	D
		3. Perawatan secara berkala	W
11.	TRANSPORTASI	1. Mudah dipindahkan	D
		2. Tidak diperlukan alat khusus untuk mengangkat	D

Berdasarkan cara kerja, identifikasi kebutuhan, dan keterangan spesifikasi kebutuhan mesin untuk mendapatkan klasifikasi kebutuhan komponen yang memiliki nilai ergonomis dan ekonomis, maka dapat digunakan alternatif penyelesaian tugas desain dengan matriks morfologi (tabel 3).

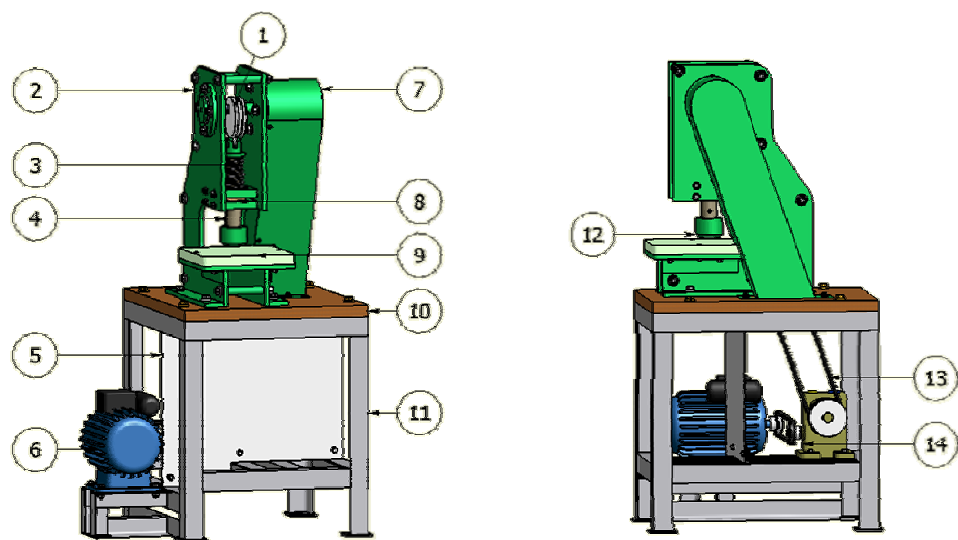
Tabel 3. Matriks Morfologi Mesin Pencetak Kulit Bola untuk Produksi Kulit Bola Kaki Berpola Segi Lima dan Segi Enam

No.	Variabel	Varian			
		A	B	C	D
1.	Sumber tenaga penggerak	 Motor listrik	 Bantuan alam	 Manual/tenaga manusia	Gabungan /bersifat saling menggantikan
2.	Sistem transmisi bawah dan tengah	 Roda gigi payung	 Sprocket dan rantai	 Belt dan Pulley	Gabungan
	Sistem transmisi tengah	 Roda gigi payung	 Ulir dan roda gigi cacing	 Speed reducer	Gabungan

	Sistem transmisi tengah dan atas	 <i>Sprocket dan rantai</i>	 <i>Belt dan Pulley</i>	Gabungan	
3.	Alat potong	 <i>Gunting tangan</i>	 <i>Alat pemotong</i>	 <i>Pisau pemotong berpola khusus</i>	Gabungan
4.	Poros pemotong	 <i>Poros tetap</i>	 <i>Poros yang bisa diatur panjangnya</i>	 <i>Poros dengan roller follower & pegas pengembali</i>	Gabungan
5.	Landasan potong	 <i>Flat</i>	 <i>Landasan dengan pola khusus</i>	 <i>Landasan dengan pengatur ketinggian</i>	Gabungan
6.	Bahan rangka	 <i>Kanal UNP</i>	 <i>Siku</i>	 <i>Kanal UNP dan Siku</i>	Gabungan
7.	Bahan casing	<i>Plat eyser</i>	<i>Plastik</i>	<i>Tripleks</i>	Gabungan
8.	Pengatur gerakan poros pemotong	<i>Engkol dengan pengunci berupa pin</i>	<i>Engkol dengan alur untuk roller follower</i>		

5. Gambaran Mesin Pencetak Kulit Bola untuk Produksi Kulit Bola Kaki Berpola Segi Lima dan Segi Enam

Berdasarkan beberapa pilihan dan solusi dari hasil analisis morfologi di atas, serta dari tuntutan dan hasil identifikasi produk sebelumnya dapat memberikan gambaran bentuk dari mesin pencetak kulit bola untuk produksi kulit bola kaki berpola segi lima dan segi enam sebagai berikut :



Gambar 3. Gambaran mesin pencetak kulit bola untuk produksi kulit bola kaki berpola segi lima dan segi enam

Keterangan :

- | | |
|------------------------------|----------------------------|
| 1. Engkol | 8. Pengarah Poros Pemotong |
| 2. Rangka Utama Mesin | 9. Landasan Potong |
| 3. Pegas | 10. Papan |
| 4. Poros Pemotong | 11. Rangka Meja |
| 5. Pelindung Transmisi bawah | 12. Pisau Pemotong |
| 6. Motor Listrik | 13. <i>V-Belt</i> |
| 7. <i>Belt Cover</i> | 14. <i>Speed Reducer</i> |

B. Kajian Singkat tentang Karakteristik Bahan

1. Besi dan Baja

Besi dan baja merupakan logam *ferro* yang sering digunakan dalam konstruksi mesin.

a. Besi

Besi (*iron*) merupakan salah satu unsur pembentuk bermacam-macam logam dan baja paduan. Dalam ilmu bahan teknik, besi memiliki peranan penting dalam sejarah teknologi. Kandungan biji besi berdasarkan prosentasenya, terbagi menjadi empat macam dengan ciri yang berbeda pula (tabel 4).

Tabel 4. Senyawa besi berupa biji besi dan kandungannya

<i>Iron Core</i>	<i>Colour</i>	<i>Iron Content %</i>
Magnetite (Fe_2O_3)	<i>Black</i>	72
Haematite (Fe_2O_4)	<i>Red</i>	70
Limonite (Fe_2CO_3)	<i>Brown</i>	60-65
Siderite [$\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{H O}_3)$]	<i>Brown</i>	48

(Khurmi, dan Gupta, 1982:27)

Besi untuk perkakas dingin merupakan hasil dari beberapa paduan unsur seperti karbon, silikon, mangan, kromium, dan lain-lain. Beberapa unsur paduan itulah yang mampu membentuk sifat-sifat tertentu pada besi untuk dapat digunakan sebagai perkakas dingin. Berdasarkan unsur paduannya, besi terbagi menjadi dua jenis yang akan dijelaskan sebagai berikut :

1) *Wrought Iron*

Wrought iron adalah besi yang mempunyai kemurnian besi

mendekati 100%. Komposisi kimia bahan tersebut yaitu 99,5%-99,9% besi; 0,02% karbon; 0,120% *silicon*; 0,018 sulfur; 0,02% fosfor; dan 0,07% kerak besi. Bahan tersebut bersifat lunak, liat, dan tidak mampu menahan beban kejut secara tiba-tiba serta berlebihan. Kekuatan tarik *wrought iron* berkisar 2500-5000 Kg/cm² dan kekuatan tekannya 3000 Kg/cm². Bahan tersebut biasa digunakan pada pembuatan rantai (*chains*), *crane hooks*, *railway coupling*, pipa uap, dan pipa air (Khurmi, dan Gupta,1982:30).

2) *Cast Iron*

Cast iron merupakan paduan besi dan karbon. Kandungan karbon pada material ini bervariasi dari 1,7% sampai 4,5%. *Cast iron* juga mengandung sejumlah unsur lain, seperti silikon, mangan, fosfor, dan sulfur. Bentuk karbon yang terdapat dalam *cast iron* terdapat dua macam, yaitu karbon bebas yang dinamakan *graphite* dan gabungan karbon yang dinamakan *cementite*.

Cast iron adalah material yang rapuh, tidak dapat digunakan untuk elemen mesin yang mengalami pembebanan kejut (*shock loaded*). Sifat-sifat yang membuatnya berharga adalah karena harganya murah, karakteristik coran yang baik, kekuatan kompresinya lebih tinggi daripada tegangan tariknya. Variasi *cast iron* meliputi: *grey cast iron*, *mottled cast iron*, *White cast iron*, *malleable cast iron*, dan *alloy cast* (Khurmi, dan Gupta,1982:27).

b. Baja (*Steel*)

Baja (*steel*) didefinisikan sebagai logam *ferro* berkrystal halus yang dihasilkan dari proses pembuangan unsur pengotor, yakni sulfur dan fosfor dari *pig iron* dan proses penambahan sejumlah unsur meliputi mangan, silikon, dan lain-lain. Secara garis besar baja dibagi menjadi dua macam, yaitu baja karbon (*carbon steel*) dan baja paduan (*alloy steel*).

1) Baja Karbon

Baja karbon merupakan paduan besi dan karbon serta mengandung mangan, silikon, fosfor, dan sulfur dalam jumlah tertentu yang dapat diketahui. Apabila keempat unsur tersebut terdapat dalam jumlah normal, maka hasilnya adalah *plain carbon steel* atau baja karbon biasa.

Kekuatan dan sifat baja karbon dipengaruhi oleh kandungan karbon. Semakin meningkat kandungan karbon akan meningkatkan kekuatan dan kekerasan bahan tersebut, namun keuletan dan kemampuannya dalam menahan beban kejut berkurang. Unsur lain dalam baja karbon tidak begitu berpengaruh dalam menentukan sifat seperti halnya unsur karbon.

Berdasarkan unsur karbon yang terkandung di dalamnya, baja karbon terdiri atas bermacam-macam jenis (tabel 5).

Tabel 5. Jenis-jenis baja karbon

No.	Nama	C (%)	Keterangan
1.	<i>Dead mild steel</i>	0,15	Bersifat: liat dan tidak mampu dikeraskan dengan perlakuan panas dan mampu las baik. Penggunaan : bodi mobil
2.	<i>Low carbon steel</i> atau <i>mild steel</i>	0,15-0,45	Bersifat: liat, kuat, dan cocok untuk pengerolan. Penggunaan: bahan-bahan pekerjaan permesinan dan pengelasan
3.	<i>Medium carbon steel</i>	0,45-0,8	Bersifat: keras dan cocok untuk pekerjaan panas. Penggunaan: rel kereta api, <i>crankshaft</i> , <i>wheels</i> , dan aplikasi sejenis
4.	<i>High carbon steel</i>	0,8-1.5	Bersifat: sangat keras, kuat, sedikit liat, dan memiliki responsitas yang baik terhadap perlakuan panas. Penggunaan: alat-alat potong pertanian, <i>high tensile strength wire</i> , pahat potong, dan pegas.

(Khurmi, dan Gupta,1982:31)

2) Baja Paduan (*Alloy Steel*)

Baja paduan memiliki perbedaan dengan baja karbon. Perbedaannya terdapat pada unsur-unsur pembentuk baja yang berpengaruh pada sifat ketangguhan baja. Menurut (Saito, dan Surdia, 2005:84), sebagai unsur paduan untuk baja paduan bagi konstruksi mekanik adalah Ni-Cr, Ni-Cr-Mo, Cr, Cr-Mo, Mn, dan Mn-Cr. Baja paduan memiliki beberapa kelebihan, diantaranya adalah:

- a) Mempunyai sifat mampu keras yang baik meskipun berukuran besar dapat dikeraskan sampai ke dalam, jadi dengan

penemperan dapat diperoleh struktur yang lebih seragam. Disamping itu kekuatan yang lebih tinggi dan keuletan yang lebih baik dapat diperoleh.

- b) Karena memiliki sifat mampu keras yang lebih baik, tidak diperlukan pendinginan yang cepat pada pengerasannya, hal ini menyebabkan rendahnya tegangan sisa.

Komponen mekanis yang umumnya dibuat adalah : poros, roda gigi, baut, mur, batang torak, dan seterusnya. Baja Ni-Cr-Mo sangat baik kekuatan dan keuletannya, tetapi harganya mahal. Usaha yang dilakukan untuk menggantikannya adalah baja Cr-Mo atau baja Cr.

2. Sifat Mekanis Logam

Menurut (Saito, dan Surdia, 2005:7), sifat mekanis logam adalah kemampuan logam untuk menahan beban yang dikenakan padanya, baik pembebanan statis maupun pembebanan dinamis. Pembebanan statis adalah pembebanan yang besar dan arahnya tetap setiap saat. Pembebanan dinamis adalah pembebanan yang besar maupun arahnya berubah setiap saat.

Sifat mekanis logam antara lain sebagai berikut:

- a. Kekuatan bahan (*strength*)

Kekuatan bahan (*strength*) adalah suatu sifat atau perilaku dari suatu bahan atau suatu elemen mesin. Sifat ini mungkin sudah melekat pada bahan tersebut atau mungkin dihasilkan dari perlakuan dan

pengerjaan yang diberikan pada bahan tersebut. Kekuatan dari suatu bagian mesin adalah suatu sifat yang sepenuhnya bebas dari ada dan tidaknya beban atau gaya yang bekerja pada anggota tersebut. Pada kenyataannya, sifat kekuatan ini adalah perilaku dari elemen yang telah ada, bahkan sebelum dipasangkan pada suatu mesin atau sistem (Shigley, dan Mitchell :1986). Kekuatan bahan bervariasi menurut bentuk dan beban yang diberikan, sehingga ada kekuatan atau ketahanan terhadap beban statis seperti tarik, lentur, tekan, puntir (torsi), maupun geser. Sedangkan beban dinamis adalah seperti pemberian beban dengan tiba-tiba (kejut) dan berubah-ubah.

1) Tegangan Tarik dan Tegangan Tekan

Gaya aksial P yang bekerja tegak lurus terhadap penampang A akan menimbulkan tegangan normal (gambar 4). Menurut (Achmad, 1999:15) tegangan tarik disebut tegangan normal positif, dimana gaya yang bekerja mempunyai arah keluar (positif). Sedangkan tegangan tekan disebut tegangan normal negatif, karena gaya yang bekerja mempunyai arah masuk penampang (negatif).

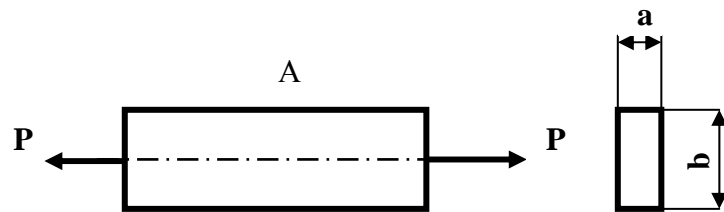
$$\sigma = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(1)$$

(Saito, dan Surdia, 2005:8)

Dimana σ = tegangan, N/m² (Kg/mm²)

P = beban, N (Kg)

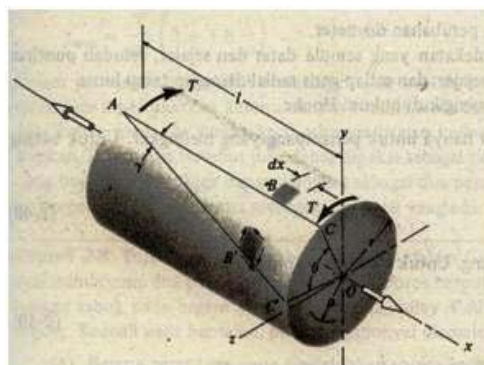
A = luas penampang, m² (mm²)



Gambar 4. Gaya aksial yang bekerja pada plat

2) Torsi

Setiap vektor momen yang berimpit dengan sumbu suatu bagian mesin disebut vektor torsi, karena momen ini menyebabkan bagian mesin tersebut memuntir terhadap sumbunya. Batang yang menerima momen seperti itu disebut batang torsi. (Shigley, dan Mitchell, 1986:68). Ukuran panjang batang torsi dapat mempengaruhi besarnya momen yang terjadi. Gambar 5 menerangkan torsi T yang bekerja pada sebuah batang torsi dengan panjang L dinyatakan dengan menggambarkan anak panah pada permukaan batang untuk menyatakan arahnya, atau menggambarkan vektor torsi sepanjang sumbu putar batang tersebut. Vektor torsi adalah berupa tanda anak panah kosong pada sumbu x .



Gambar 5. Analisis tegangan torsi

Sudut puntir untuk penampang bulat, yaitu:

$$\theta = \frac{TL}{GJ} \dots\dots\dots (2)$$

(Shigley, dan Mitchell, 1986:69)

Dimana θ = Sudut puntir, rad

T = torsi, N.m

L = panjang, m

G = modulus kekakuan, N/m² (Pa)

J = momen inersia sudut dari penampang atau momen inersia polar, m⁴

Momen puntir (torsi) dari daya motor penggerak adalah :

$$T = \frac{N}{\omega} \dots\dots\dots (3)$$

$$\omega = \frac{2\pi n}{60} \dots\dots\dots (4)$$

(Achmad, 1999 : 21)

Keterangan : T = Momen puntir (N.m)

N = Daya (Watt)

n = Putaran motor (rpm)

ω = kecepatan sudut (rad/s)

3) Tegangan Geser

Perhitungan tegangan geser maksimum untuk penampang batang bulat cukup mudah. Tegangan geser di titik pusat adalah nol, dan tegangan geser maksimum (τ_{max}) berada di permukaan. Dengan menyatakan radius permukaan luar sebagai r , maka:

$$\tau_{max} = \frac{Tr}{J} \dots\dots\dots (5)$$

(Shigley, dan Mitchell, 1986:69)

b. Kekerasan

Kekerasan bahan adalah sifat dasar dari logam setelah kekuatan. Kekerasan didefinisikan sebagai ketahanan suatu bahan untuk menahan pembebanan yang berupa goresan atau penekanan. Untuk pengukuran kekerasan dengan penekanan dapat dilakukan dengan pengujian Brinell (HB), Vickers (HV), dan Rockwell skala C (HRC).

3. Faktor Keamanan (*Factor of Safety*)

Istilah faktor keamanan *n* adalah faktor yang digunakan untuk mengevaluasi keamanan dari suatu bagian mesin (Shigley, dan Mitchell, 1986:11). Analisis faktor keamanan banyak digunakan pada proses membandingkan antara tegangan dengan kekuatan untuk menaksir angka keamanannya. Cara menentukan faktor keamanan adalah:

$$n = \frac{F_p}{F} = \frac{\sigma_p}{\sigma} \dots\dots\dots(6)$$

(Shigley, dan Mitchell, 1986:13)

Dimana, F_p = Beban yang diijinkan

F = Beban yang bekerja

σ_p = Tegangan yang diijinkan

σ = Tegangan yang bekerja

Menurut Achmad (1999), Berikut ini adalah rekomendasi nilai faktor keamanan menurut Joseph P. Vidosic (tabel 6).

Tabel 6. Faktor keamanan berdasarkan tegangan luluh

No.	Nilai keamanan, <i>n</i>	Keterangan
1.	1,25-1,5	Untuk bahan yang sesuai dengan penggunaan pada kondisi terkontrol dan beban tegangan yang bekerja dapat ditentukan dengan pasti.

2.	1,5-2,0	Untuk bahan yang sudah diketahui dan pada kondisi lingkungan beban dan tegangan yang tetap dan mudah ditentukan dengan mudah.
3.	2,0-2,5	Untuk bahan yang beroperasi pada lingkungan biasa dan beban serta tegangan dapat ditentukan.
4.	2,5-3,0	Untuk bahan getas di bawah kondisi, lingkungan beban dan tegangan dapat ditentukan.
5.	3,0-3,5	Untuk bahan belum diuji yang digunakan pada kondisi lingkungan, beban dan tegangan rata-rata atau untuk bahan yang sudah diketahui baik yang bekerja pada tegangan yang tidak pasti.

(Achmad:1999)

C. Perhitungan Poros

Menurut Sularso dan Suga (2004:1-22) perhitungan yang digunakan dalam merancang poros antara lain:

a. $Pd = f_c \cdot P \quad (kW) \dots\dots\dots(7)$

dengan:

P_d : Daya rencana (kW)

f_c : Faktor koreksi

P : Daya nominal (kW)

b. $T = 9,74 \times 10^5 \frac{P_d}{n_1} \dots\dots\dots(8)$

dengan:

T : Momen rencana (Kg.mm)

n_1 : Putaran poros (rpm)

c. $\tau = \frac{T}{(\pi \cdot d_s^3 / 16)} = \frac{5,1T}{d_s^3} \dots\dots\dots(9)$

dengan:

τ : Tegangan geser (Kg/mm²)

d_s : Diameter poros (mm)

$$d. \tau_a = \sigma_B / (Sf_1 \times Sf_2) \dots\dots\dots(10)$$

dengan:

τ_a : Tegangan geser yang diizinkan (kg/mm²)

σ_B : Kekuatan tarik (kg/mm²)

Sf_1 : Faktor keamanan (karena pengaruh massa)

Sf_2 : Pengaruh-pengaruh (alur pasak)

$$e. d_s = \left[\frac{5,1}{\tau_a} K_t C_b T \right]^{1/3} \dots\dots\dots(11)$$

dengan:

K_t : Faktor koreksi (momen puntir)

C_b : Faktor karena beban lentur

T : Momen rencana (Kg.mm)

D. Perancangan Sabuk-V sebagai Transmisi Daya

Menurut Sularso dan Suga (2004:163-179) perhitungan yang digunakan dalam perancangan sabuk-V antara lain:

a. Daya rencana (P_d)

$$P_d = fc \times P \dots\dots\dots(12)$$

dengan: P = Daya (kW) dan P_d = Daya rencana (kW)

b. Momen rencana (T_1, T_2)

$$T_1 = 9,74 \times 10^5 \times \left(\frac{Pd}{n_1}\right) \dots\dots\dots(13)$$

$$T_2 = 9,74 \times 10^5 \times \left(\frac{Pd}{n_2}\right) \dots\dots\dots(14)$$

Dimana:

g = gaya grafitasi

Pd = Daya rencana

n_1 = Putaran poros penggerak

n_2 = Putaran poros yang digerakkan

c. Tegangan geser yang dizinkan (τ_a)

$$\tau_a = \frac{\sigma_B}{(Sf_1 \times Sf_2)} \dots\dots\dots(15)$$

dengan :

σ_B = Tegangan tarik (kg/mm²)

Sf_1 = Faktor keamanan

Sf_2 = Faktor pengaruh alur pasak

d. Perhitungan diameter poros (d_{s1}, d_{s2})

$$d_{s1} = \left\{ \left(\frac{Pd}{\sigma_a} \right) \times K_t \times C_b \times T_1 \right\}^{\frac{1}{3}} \dots\dots\dots(16)$$

$$d_{s2} = \left\{ \left(\frac{Pd}{\sigma_a} \right) \times K_t \times C_b \times T_2 \right\}^{\frac{1}{3}} \dots\dots\dots(17)$$

dengan:

K_t untuk beban berangsur = 1, untuk tumbukan ringan

C_b untuk beban lenturan = 2, untuk beban lenturan kecil

- e. Pemilihan tipe sabuk
 f. Diameter minimum puli (d_{min}) yang diizinkan
 g. Diameter lingkaran jarak bagi puli (d_p, D_p)

$$\begin{aligned} d_p &= mm \\ D_p &= d_p \times i \end{aligned} \dots\dots\dots(18)$$

dengan : i = perbandingan putaran

- h. Diameter luar puli (d_k, D_k)

$$d_k = d_p + 2 \times 5,5 \dots\dots\dots(19)$$

$$D_k = D_p + 2 \times 4,5 \dots\dots\dots(20)$$

$$d_B = \frac{5}{3} d_{s1} + 10 \dots\dots\dots(21)$$

$$D_B = \frac{5}{3} d_{s2} + 10 \dots\dots\dots(22)$$

- i. Kecepatan sabuk (v)

$$v = \frac{d_p n_1}{60 \times 1000} \dots\dots\dots(23)$$

- j. Putaran sabuk < putaran poros, baik.

$$C - \frac{d_k + D_k}{2} > 0 \dots\dots\dots(24)$$

dengan C = jarak sumbu poros (mm)

- k. Panjang keliling (L)

$$L = 2C + \frac{\pi}{2}(D_k + d_k) + \frac{1}{4C}(D_p - d_p)^2 \dots\dots\dots(25)$$

- l. Nomor nominal sabuk-V: No.13-168

- m. Jarak sumbu poros (C)

$$b = 2L - 3,14(D_p + d_p) \dots\dots\dots(26)$$

$$C = \frac{b + \sqrt{b^2 - 8(D_p - d_p)^2}}{8} \dots\dots\dots(27)$$

n. Sudut kontak (θ)

$$\theta = 180 - \frac{57(D_p - d_p)}{C} \dots\dots\dots(28)$$

$$\text{faktorkoreksi}(k\theta) = 1^\circ$$

o. Jumlah sabuk (N)

$$N = \frac{Pd}{Po.K\theta} \dots\dots\dots(29)$$

E. Penentuan Harga Pokok Produk

Menurut akuntansi biaya, ada dua cara dalam menentukan harga pokok produk yaitu : (1) metode harga pokok proses, dan (2) metode harga pokok pesanan. Metode harga pokok proses digunakan pada industri yang menghasilkan produk secara massa. Sedangkan metode harga pokok pesanan digunakan pada industri yang menghasilkan produk atas dasar pesanan. (Mardiasmo:1994). Jadi yang dimaksud dengan harga pokok pesanan adalah metode pengumpulan biaya produksi untuk menentukan harga pokok produk yang dibuat atas dasar pesanan. Dalam kasus perancangan mesin pencetak kulit bola ini, yang digunakan untuk menentukan harga pokok produk adalah metode harga pokok pesanan.

Pada metode harga pokok pesanan, terdapat ketentuan-ketentuan sebagai berikut :

1. Bahan yang diolah dalam proses produksi dipisahkan menjadi bahan baku dan bahan penolong. Bahan baku adalah bahan yang secara fisik dapat diidentifikasi dengan produk yang dihasilkan, sedangkan bahan penolong merupakan bahan pelengkap dalam pengolahan produk yang secara fisik tidak dapat diidentifikasi dengan produk yang dihasilkan dan nilainya relatif kecil. Misalnya, kertas dan tinta cetak adalah bahan baku pada barang cetakan, maka pelumas mesin cetak merupakan bahan penolong.
2. Tenaga kerja bagian produksi dibedakan menjadi tenaga kerja langsung (TKL) dan tenaga kerja tidak langsung. Tenaga kerja langsung adalah tenaga kerja yang secara langsung mengolah bahan baku menjadi produk jadi, sedangkan tenaga kerja tidak langsung merupakan tenaga kerja yang tidak secara langsung menangani proses produksi. Misalnya tukang kayu merupakan tenaga kerja langsung pada produksi mebel kayu, maka mandor pengawas produksi adalah tenaga kerja tidak langsung.
3. Biaya *overhead* pabrik dibebankan berdasarkan tarif yang ditentukan di muka. Biaya *overhead* pabrik adalah biaya bahan, tenaga kerja, dan fasilitas produksi lainnya, selain biaya bahan baku dan biaya tenaga kerja langsung. Termasuk dalam biaya *overhead* pabrik antara lain biaya bahan pembantu, biaya tenaga kerja tidak langsung, biaya listrik pabrik, biaya reparasi dan pemeliharaan aktiva tetap, dan lain-lain. Secara kasar biaya *overhead* pabrik diambil sebesar 125% dari biaya tenaga kerja langsung ($125\% \times \text{TKL}$).

BAB III

KONSEP PERANCANGAN

Perencanaan atau perancangan mesin, berarti perencanaan dari sistem dan segala yang berkaitan dengan sifat mesin-mesin, produk, struktur, alat-alat, dan instrumen. Pada umumnya, perencanaan mesin mempergunakan matematika, ilmu bahan, dan ilmu mekanika teknik (Shigley, dan Mitchell, 1986:6).

A. Diagram Alir Proses Perancangan

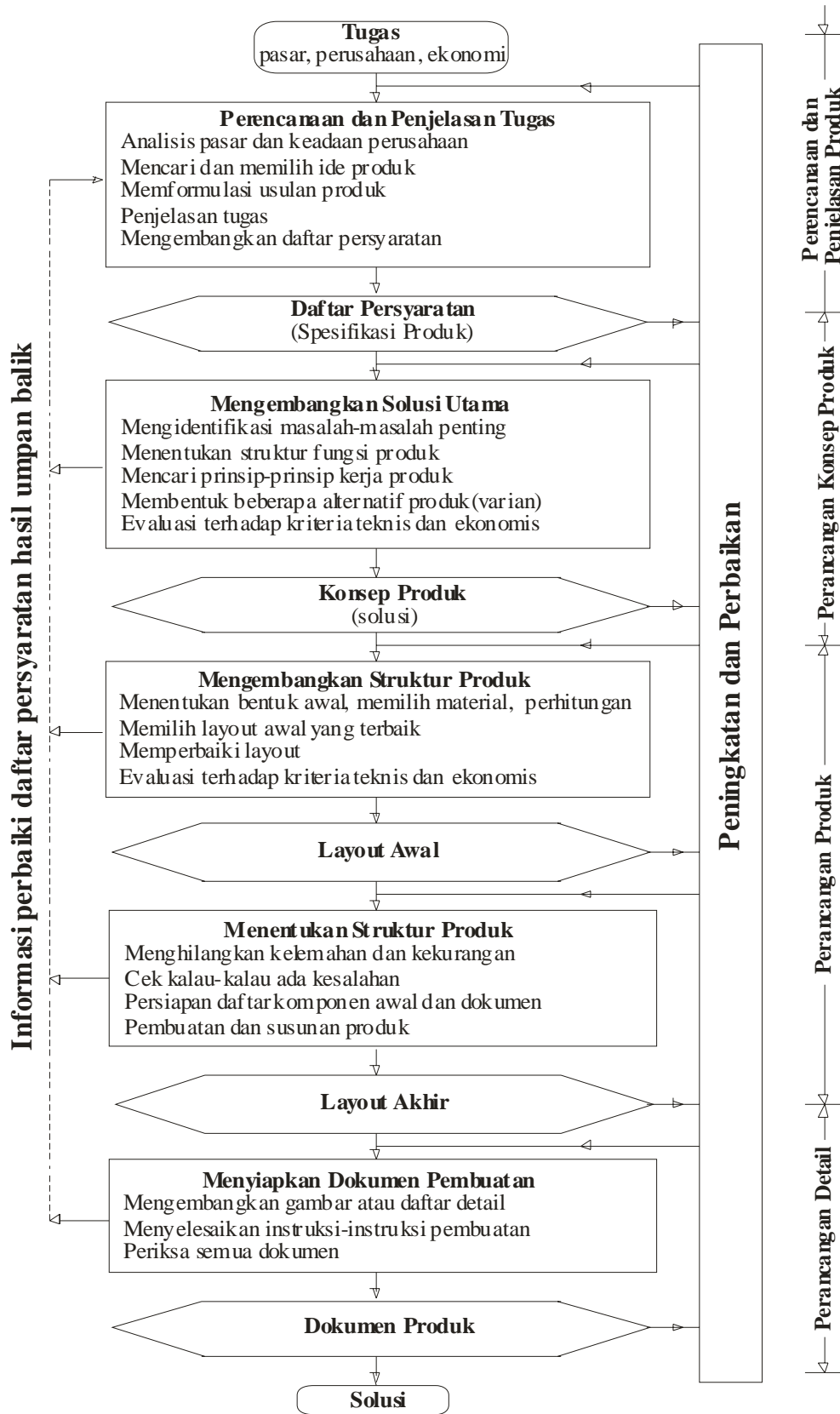
Metode perencanaan merujuk dari metode perencanaan menurut Gerhard Pahl dan Wolfgang Beitz dalam buku "*Engineering Design*" yang terbagi menjadi empat tahap (Harsokoesoemo:2000), yaitu:

1. Perencanaan dan penjelasan tugas (*clarification of the task*)

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

2. Perencanaan konsep produk (*conceptual design*)

Perencanaan konsep produk berguna untuk memberikan beberapa solusi alternatif konsep produk yang 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.

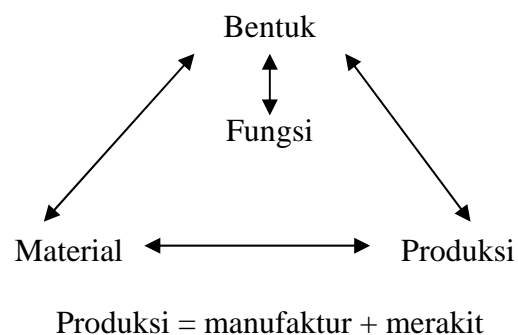


Gambar 6. Diagram alir proses perancangan Pahl dan Beitz

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 pencetak kulit bola untuk produksi kulit bola kaki berpola segi lima dan segi enam, pendekatan konsep yang digunakan adalah perencanaan produk dengan perencanaan simultan atau perencanaan dengan pendekatan proses produksi.

Dalam 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

Langkah untuk merencanakan produk terdiri dari sembilan, yaitu:

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 satu buah, 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 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. Memberi bentuk pada *interface* atau titik kontak antara dua komponen

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

f. Memberi bentuk pada produk dan komponen produk

Proses pemberian bentuk diharapkan menghasilkan produk yang memenuhi tuntutan produk, seperti kuat, stabil, korosi dan aus

yang terjadi dalam batas yang diijinkan, dan lain-lain.

g. Evaluasi

Evaluasi produk yang dilakukan pada proses perencanaan produk bertujuan untuk mendapatkan ketelitian yang lebih baik. Pada langkah evaluasi dikumpulkan 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.

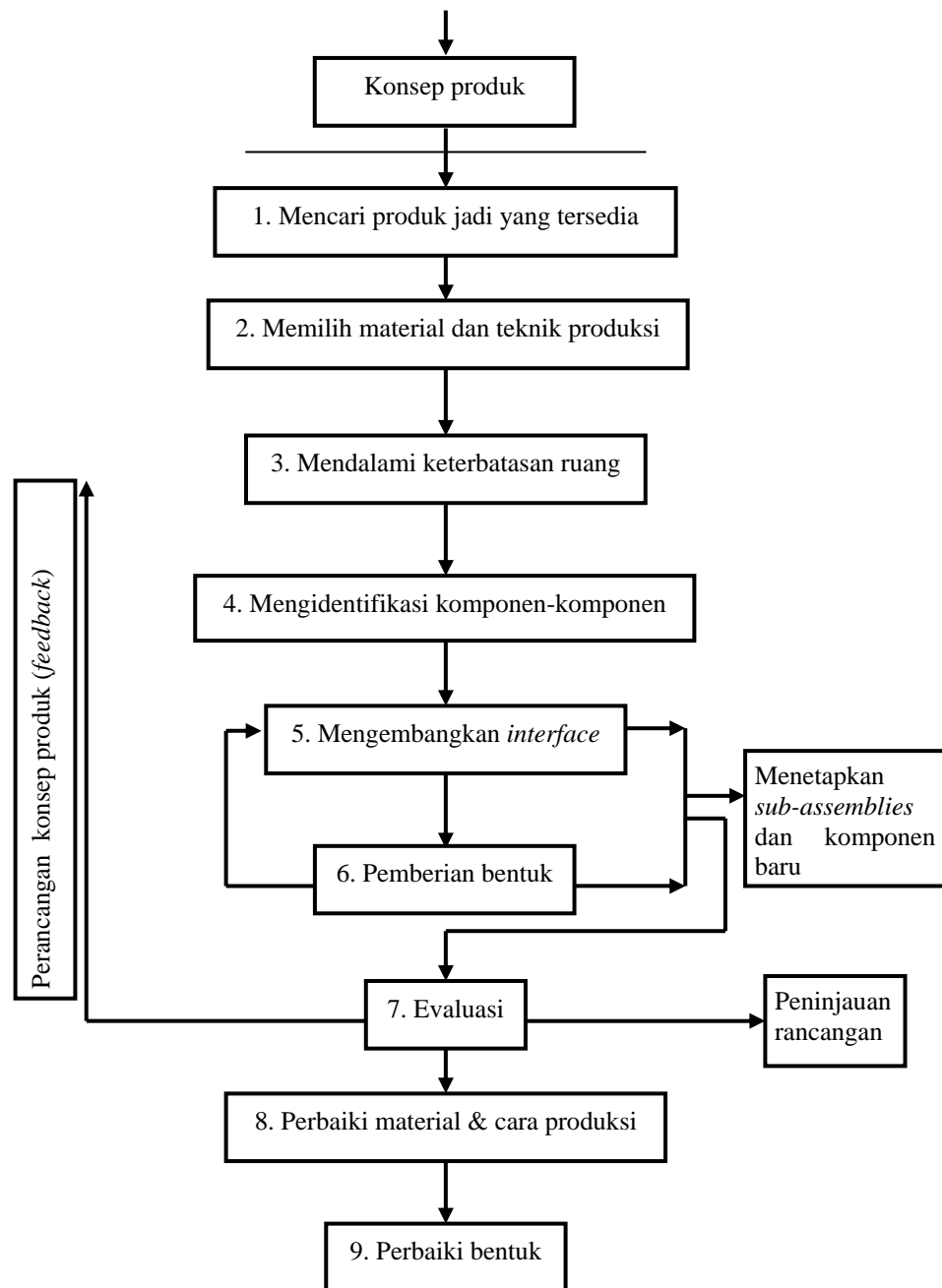
h. Perbaikan material dan cara produksi

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

i. Perbaiki bentuk

Langkah perbaikan bentuk dapat dilakukan dengan cara merubah ukuran hingga mengganti bentuk komponen.

Sembilan langkah perancangan produk di atas, dapat digambarkan dalam diagram alir sebagai berikut.



Gambar 8. Langkah- langkah perancangan produk

4. Perencanaan detail (*detail design*)

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

B. Pertimbangan Perencanaan

Berdasarkan uraian analisis kebutuhan pada pembahasan sebelumnya, pertimbangan perencanaan mesin pencetak kulit bola dibagi menjadi lima jenis, yaitu:

1. Pertimbangan Teknis

Pertimbangan nilai teknis identik dengan kekuatan konstruksi mesin sebagai jaminan terhadap calon pembeli. Pertimbangan teknis mesin pencetak kulit bola untuk produksi kulit bola kaki berpola segi lima dan segi enam adalah sebagai berikut:

- a. Konstruksi yang kuat dan proses *finishing* yang baik untuk menambah umur mesin.
- b. Proses *assemblies* mesin relatif mudah sehingga perawatan dan pemeliharaan (*maintenance*) mesin dapat dilakukan dengan mudah.
- c. Kinerja mesin mampu menghasilkan produk kulit bola kaki berpola segi lima dan segi enam yang baik sehingga memberikan nilai efektifitas kerja mesin sebagai mesin produksi kulit bola kaki.

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 serta harga jual produk yang ditawarkan. Sebagai pertimbangan ekonomis mesin pencetak kulit bola dengan pola segi lima dan segi enam terhadap calon pemakai yaitu kalangan UKM adalah sebagai berikut:

- a. Hasil kinerja mesin mampu memberikan jaminan modal pembeli cepat kembali.
- b. Harga mesin yang terjangkau untuk kalangan UKM.
- c. Jaminan umur produk yang lama sebagai pendukung *profit* usaha calon pemakai.
- d. Suku cadang yang berkualitas dengan harga murah dan mudah didapat.

3. Pertimbangan Ergonomis

Pertimbangan ergonomis mesin pencetak kulit bola dengan pola segi lima dan segi enam berdasarkan analisis kebutuhan pada pembahasan sebelumnya adalah sebagai berikut:

- a. Konstruksi mesin yang sederhana dan proporsional memungkinkan setiap orang dapat mengoperasikannya dengan mudah sehingga memberikan efisiensi tenaga dan waktu serta memberikan nilai *comfortable* atau kenyamanan terhadap kerja operator.
- b. Berdasarkan spesifikasi mesin yang cukup proporsional, dapat mempermudah proses pemindahan tempat mesin serta pengaturan lingkungan atau area kerja mesin.

4. Pertimbangan Lingkungan

Pertimbangan lingkungan sebagai pendukung diterimanya produk oleh masyarakat dan calon pembeli adalah mesin pencetak kulit bola yang bebas polusi dan tidak bising, sebagai pendukung kenyamanan operator.

5. Pertimbangan Keselamatan Kerja

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

C. Tuntutan Perancangan

Berdasarkan uraian pertimbangan perencanaan, dapat diuraikan menjadi tuntutan perencanaan. Tuntutan perencanaan mesin pencetak kulit bola untuk produksi kulit bola kaki berpola segi lima dan segi enam terdiri dari:

1. Tuntutan Konstruksi

- a. Kontruksi rangka dapat menahan beban dan getaran saat mesin sedang dioperasikan.
- b. Perawatan dapat dilakukan pada konstruksi mesin dengan mudah.

2. Tuntutan Ekonomi

- a. Biaya yang dibutuhkan untuk membuat mesin relatif murah dan terjangkau.
- b. Perawatan mesin dapat dilakukan tanpa memerlukan biaya mahal.

3. Tuntutan Fungsi

- a. Kapasitas kerja mesin dapat bekerja untuk proses pencetakan (pemotongan) bahan kulit bola untuk produksi kulit bola kaki berpola segi lima dan segi enam dengan tebal masing-masing ± 3 mm dan panjang sisi ± 44 mm.
- b. Kinerja mesin dapat menghasilkan potongan kulit bola berpola segi lima dan segi enam dengan baik.

4. Tuntutan Pengoperasian

- a. Proses pengoperasian mesin cukup mudah tanpa pengaturan-pengaturan yang sulit dipahami oleh operator.
- b. Mesin ini tidak menuntut pemakainya untuk harus mempunyai latar belakang pendidikan yang tinggi dan juga keahlian khusus untuk mengoperasikannya.

5. Tuntutan Keamanan

Komponen-komponen mesin yang berpotensi terhadap kecelakaan kerja operator dibutuhkan pelindung atau pengamanan dalam bentuk komponen yang sesuai.

6. Tuntutan Ergonomis

- a. Mesin tersebut tidak memerlukan ruangan yang luas atau lebar karena ukurannya tidak terlalu besar.
- b. Mesin tersebut dapat dipindah-pindah tempat sesuai dengan keadaan dan kebutuhan karena bobot mesin masih memungkinkan untuk dipindah tempatkan menggunakan tenaga manusia.

BAB IV

PROSES, HASIL, DAN PEMBAHASAN

A. Desain dan Gambar Kerja Konstruksi Mesin Pencetak Kulit Bola

1. Desain Konstruksi Mesin Pencetak Kulit Bola

Desain konstruksi Mesin Pencetak Kulit Bola untuk Produksi Kulit Bola Kaki Berpola Segi Lima dan Segi Enam ditentukan dari beberapa pertimbangan sesuai pembahasan sebelumnya, diantaranya adalah:

- a. Spesifikasi mesin yang ergonomis sehingga nyaman bagi operator dan mudah disesuaikan dengan ruang kerja atau ruang usaha yang kecil dan dapat dipindah tempatkan. Dimensi mesin diperkirakan panjang x lebar x tinggi yaitu $715 \times 620 \times 1220$ mm.
- b. Kapasitas produksi untuk satu kulit bola dengan pola segi lima atau segi enam adalah segi lima dengan luas penampang $\pm 3330,85$ mm² dan segi enam dengan luas penampang $\pm 5029,88$ mm² dengan tebal masing-masing ± 3 mm dan panjang sisi ± 44 mm .
- c. Proses produksi setiap satu kulit bola berpola segi lima atau segi enam direncanakan 1 kali putaran dengan kecepatan yang aman bagi operator namun tetap memperhatikan kuantitas produksi.
- d. Sumber penggerak motor listrik AC disesuaikan dengan kemampuan daya listrik untuk usaha kecil menengah (*home industry*) yang diperkirakan rata-rata berkisar antara 900 sampai 1300 Watt.

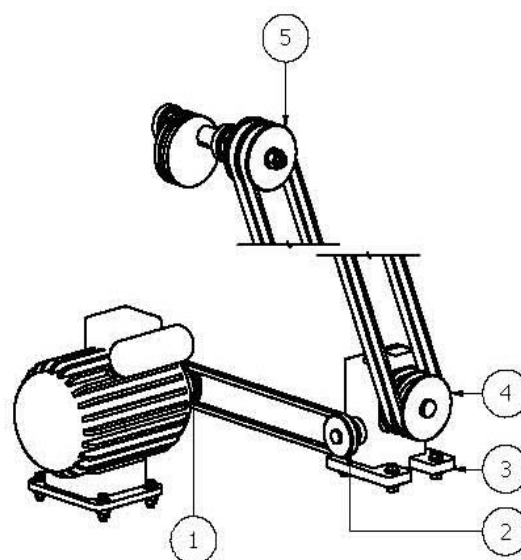
2. Gambar Kerja Konstruksi Mesin Pencetak Kulit Bola

Gambar kerja Mesin Pencetak Kulit Bola terlampir.

B. Analisis Konstruksi Mesin

1. Perancangan Sistem Transmisi Mesin

Sistem transmisi mesin (gambar 9) terdiri dari komponen reduktor berupa *speed reducer* dan *pulley*. Sistem transmisi tersebut diharapkan mampu menghasilkan reduksi putaran motor untuk memenuhi syarat rencana kapasitas kerja, meningkatkan torsi, dan memenuhi syarat *safety* bagi operator. Sistem reduksi menggunakan *speed reducer* dipilih karena kemampuan mereduksi putaran yang cukup tinggi dengan konstruksi yang sederhana. Transmisi dengan *V-belt* dan *pulley* dipilih dengan pertimbangan mampu menghubungkan jarak poros yang relatif panjang dengan kemampuan mentransmisikan daya yang besar. Apabila dibandingkan dengan roda gigi atau rantai, sabuk-V bekerja lebih halus dan tidak bersuara. Selain itu, untuk mempertinggi daya yang ditransmisikan dapat dipakai beberapa sabuk-V yang dipasang sebelah-menyebelah.



Keterangan :

1. Puli motor
2. Puli rotor
3. *Speed reducer*
4. Puli *speed reducer*
5. Puli poros engkol

Gambar 9. Sistem transmisi mesin pencetak kulit bola

Berikut ini adalah nilai perbandingan (rasio) putaran hasil reduksi sistem transmisi mesin pencetak kulit bola (tabel 7).

Tabel 7. Perbandingan rasio putaran sistem transmisi mesin pencetak kulit bola

No.	Transmisi	Ø (mm)	i Kerja	n kerja (rpm)
1.	<i>Pulley motor</i>	63,5	1	1400
	<i>Pulley rotor</i>	63,5		
2.	<i>Speed reducer</i>	-	0,025	35
3.	<i>Pulley Speed Reducer</i>	76,2	0,75	26,25
	<i>Pulley Poros Engkol</i>	101,6		
i total (i1x2xi3)			0,01875	n akhir = 26,25

Keterangan:

$$\frac{1}{i} = \frac{d_1}{d_2} = \frac{m.z_1}{m.z_2} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{z_1}{z_2} \dots\dots\dots(30)$$

(Sularso, dan Suga, 2004:216)

$$n_1 = 1400 \text{ rpm}$$

$$n \text{ kerja1} = 1400 \times i_1$$

$$n \text{ kerja2} = 1400 \times (i_1 \times i_2)$$

$$n \text{ kerja3} = 1400 \times (i_1 \times i_2 \times i_3)$$

$$= 1400 \times i \text{ total} = n \text{ akhir}$$

Dari putaran akhir tersebut (26,25 rpm) diharapkan mampu memenuhi target kapasitas kerja dengan kemampuan produksi ± 26 potong tiap menitnya.

2. Analisis Torsi yang Bekerja pada Poros Engkol

Untuk menganalisis gaya yang dibutuhkan dalam proses pemotongan bahan kulit sintetis, dilakukan pengujian kekuatan sobek dan mulur terhadap bahan kulit bola. Dari hasil pengujian diperoleh kekuatan sobek dan mulur bahan adalah sebesar 6,966 kg/cm² (lampiran 6). Diketahui bahwa jari-jari engkol (eksentris) adalah 8 cm, sehingga dari

sini dapat ditentukan besarnya torsi yang dialami oleh poros engkol yaitu sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 T &= (\text{kekuatan sobek material} \times \text{luas penampang segi 6}) \times \text{jari-jari} \\
 &\quad \text{engkol} \\
 &= (6,966 \text{ kg/cm}^2 \times 50,2988 \text{ cm}^2) \times 8 \text{ cm} \\
 &= 2803,05 \text{ kg.cm} \\
 &= 28,0305 \text{ kg.m} \\
 &= 275,06 \text{ Nm}
 \end{aligned}$$

Jadi besarnya torsi yang dialami oleh poros engkol adalah 275,06 Nm. ($g = 9,813 \text{ m/s}^2$)

3. Analisis Kebutuhan Daya Motor Penggerak

Dengan mengetahui besarnya torsi yang dialami poros engkol seperti dalam perhitungan di atas, maka kebutuhan daya motor penggerak dapat diketahui dengan memasukkan besarnya torsi ke dalam persamaan 3 dan 4. Efisiensi (η) motor diasumsikan sebesar 90%, Efisiensi (η) *speed reducer* diasumsikan sebesar 57%, dan faktor koreksi *fc belt* 1,7 (Sularso, dan Suga, 2004:165). Kebutuhan daya motor penggerak adalah :

$$N = \frac{T \cdot 2\pi n}{60 (\eta_{\text{motor}} \times fc_{\text{belt}_1} \times \eta_{\text{speed reducer}} \times fc_{\text{belt}_2})}$$

$$N = \frac{275,06 \text{ Nm} \times 2 \times 3,14 \times 26,25 \text{ rpm}}{60 (0,9 \times 1,7 \times 0,57 \times 1,7)}$$

$$N = \frac{45343,641}{88,9542}$$

$$N = 509,74 \text{ watt}$$

$$N \approx 0,683 \text{ HP}$$

4. Analisis Torsi Penggerak

Berdasarkan analisis kebutuhan daya motor penggerak di atas serta hasil pertimbangan ekonomis, motor listrik yang dipilih adalah motor AC 1 HP, karena harganya cukup terjangkau dan tidak memerlukan daya listrik yang besar yaitu ± 750 Watt. Berdasarkan keterangan tersebut, maka nilai torsi penggerak T (persamaan 3) adalah sebagai berikut:

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

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

Maka :

$$T = \frac{N \cdot 60 (\eta \text{ motor} \times fc \text{ belt}_1 \times \eta \text{ speed reducer} \times fc \text{ belt}_2)}{2\pi n}$$

$$T = \frac{(1 \times 746) \cdot 60 (0,9 \times 1,7 \times 0,57 \times 1,7)}{2 \times 3,14 \times 26,25}$$

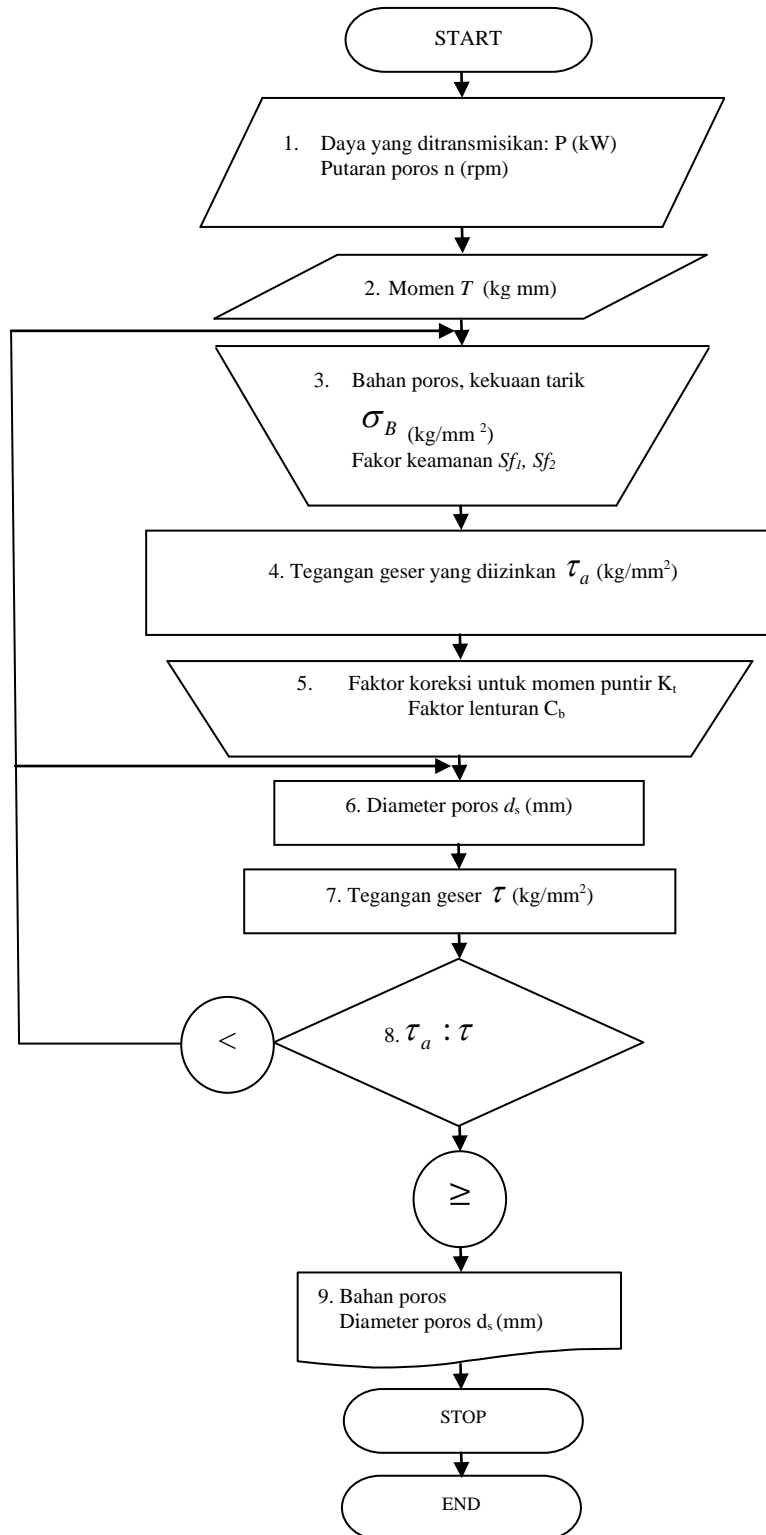
$$= \frac{66359,8332}{164,85}$$

$$T = 402,5467 Nm \approx 402,55 Nm.$$

Jadi, **T penggerak 402,55 Nm > T poros engkol 275,06 Nm**

Sesuai data di atas dapat disimpulkan bahwa motor listrik penggerak mesin pencetak kulit bola dengan daya 1 HP yang direncanakan memenuhi syarat mampu kerja.

5. Perhitungan pada Poros Engkol



Gambar 10. Diagram alir perhitungan poros engkol

Alur perhitungan poros engkol dapat dilihat pada gambar 10. Data yang diketahui untuk perhitungan poros engkol antara lain:

Daya yang ditransmisikan : 0,746 kW

Putaran poros : 26,25 rpm

Bahan poros : S 45 C

Perhitungan,

1. Daya yang ditransmisikan

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

$$\text{Putaran poros (n)} = 26,25 \text{ rpm}$$

2. Momen

Momen yang terjadi adalah momen puntir (torsi) penggerak, yaitu sebesar $402,55 \text{ Nm} \approx 41022,11 \text{ kg mm}$.

3. Bahan poros S 45 C

Kekuatan tarik (σ_B) = 58 kg/mm^2 (lampiran 8)

Faktor keamanan (Sf_1) untuk bahan S-C = 6

Faktor pengaruh (Sf_2) adalah 2 (dengan alur pasak)

4. Tegangan geser yangizinkan (τ_a) adalah

$$\tau_a = \frac{\sigma_B}{(Sf_1 \times Sf_2)}$$

$$\tau_a = \frac{58}{(6 \times 2)}$$

$$= 4,83 \text{ kg/mm}^2$$

5. K_t ditentukan = 1

C_b untuk beban lenturan ditentukan = 2

6. Perhitungan diameter poros (d_s)

$$\begin{aligned}
 d_s &= \left\{ \left(\frac{5,1}{\tau_a} \right) \times K_t \times C_b \times T \right\}^{\frac{1}{3}} \rightarrow T = 402,55 \text{ Nm} \approx 41022,11 \text{ kg.mm} \\
 &= \left\{ \left(\frac{5,1}{5} \right) \times 1 \times 2 \times 41022,11 \right\}^{\frac{1}{3}} \\
 &= 43,74 \text{ mm} \approx 45 \text{ mm} \quad (\text{Sularso, dan Suga, 2004:9})
 \end{aligned}$$

Diameter poros $d_s = 45 \text{ mm}$

7. Tegangan geser yang terjadi yaitu:

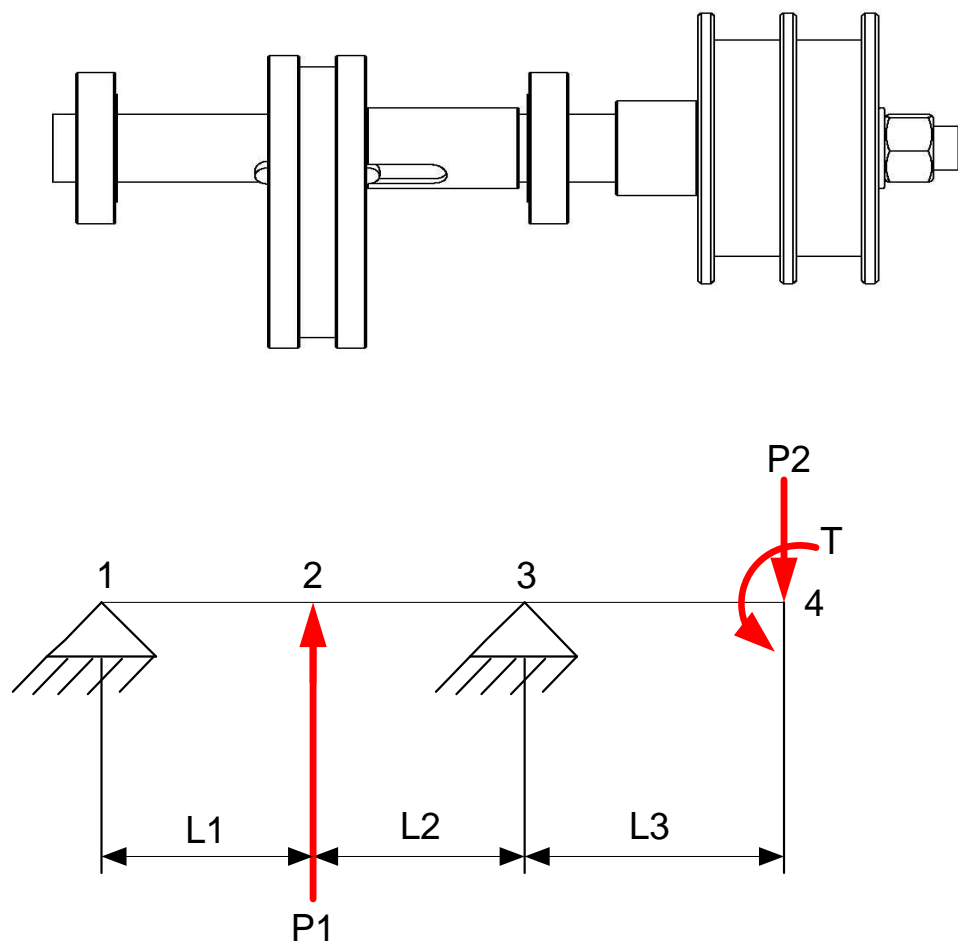
$$\begin{aligned}
 \tau &= \frac{T}{\left(\frac{\pi \cdot d_s^3}{16} \right)} = \frac{5,1 \cdot T}{d_s^3} \\
 \tau &= \frac{5,1 \times 41022,11 \text{ kg.mm}}{45^3 \text{ mm}^3} = \frac{209212,761 \text{ kg.mm}}{91125 \text{ mm}^3} \\
 &= 2,29 \text{ kg/mm}^2
 \end{aligned}$$

8. Dengan diameter poros ideal 45 mm seperti perhitungan di atas, tegangan geser yang terjadi yaitu 2,29 kg/mm² lebih kecil dari pada tegangan geser yang diizinkan untuk bahan S 45 C, yaitu 4,83 kg/mm². Sehingga poros engkol dengan diameter 45 mm aman untuk digunakan. Namun, dalam kenyataannya poros yang digunakan berdiameter 25 mm dengan pertimbangan penggunaan serupa pada mesin sebelumnya, jarak antar tumpuan yang pendek, serta panjang poros total 277 mm.

Poros engkol dirancang sebagai penggerak poros pemotong untuk memotong bahan kulit bola. Untuk mengetahui apakah diameter yang telah dipilih tersebut aman, maka pendekatan analisis yang dilakukan

adalah pendekatan numerik menggunakan *software Ansys* yang terintegrasi dalam *software Autodesk Inventor Professional 2008* dengan memasukkan harga modulus elastisitas $E=206 \text{ GPa}$.

Proses dan hasil analisis numerik dengan *software* tersebut dijelaskan selengkapnya sebagai berikut:



Gambar 11. Model diagram analisis poros engkol

Keterangan:

L_1 = Jarak tumpuan 1 ke pegas = 0,068 m

L_2 = Jarak pegas ke tumpuan 2 = 0,068 m

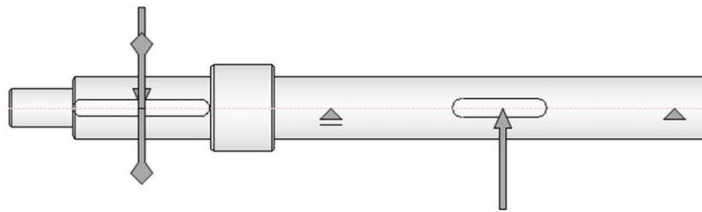
L_3 = Jarak tumpuan 2 ke puli = 0,075 m

$P_1 = \text{Kekakuan pegas} = 2736.315 \text{ N/m}$

$P_2 = \text{Beban puli} = 4,91 \text{ N}$

$T = \text{Torsi (Nm)} = 402,55 \text{ Nm}$

Model diagram analisis poros engkol di atas didekati dengan model yang digambarkan terbalik sebagai berikut.



Gambar 12. Model diagram untuk perhitungan poros engkol

Analisis gaya-gaya yang bekerja pada poros engkol berdasarkan data-data gaya sebelumnya adalah sebagai berikut (tabel 8):

Tabel 8. Gaya-gaya yang bekerja pada model diagram analisis poros engkol

Index	Location	Radial Force		Torque	Deflection		Rot.
		XY	Size		XY	Size	
1	52,5 mm	4,91N	4,91N		-61,168 μm	61,61 8 μm	0,05 deg
2	52,5 mm			402,55 Nm	-61,168 μm	61,61 8 μm	0,05 deg
3	52,5 mm			-402,55 Nm	-61,168 μm	61,61 8 μm	0,05 deg
4	196 mm	-2736,315 N	-2736,315 N		39,673 μm	39,67 3 μm	0 deg

Tabel 9. Reaksi yang terjadi pada tumpuan poros engkol

Index	Type	Location	Reaction Force		
			XY	Size	Angle
1	Free	127,5 mm	-1345,79N	1345,79N	180deg
2	Fixed	264 mm	-1374,785N	1374,785N	180deg

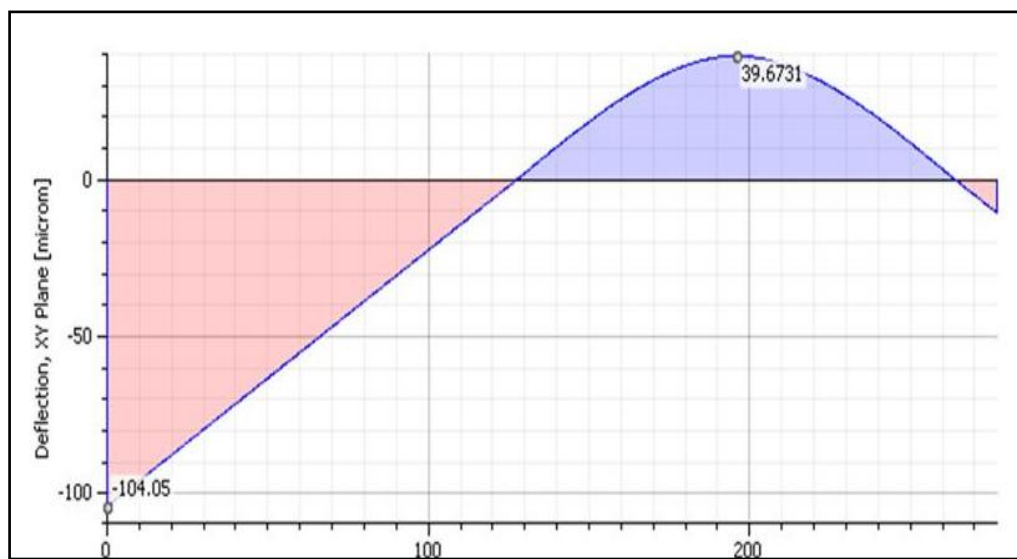
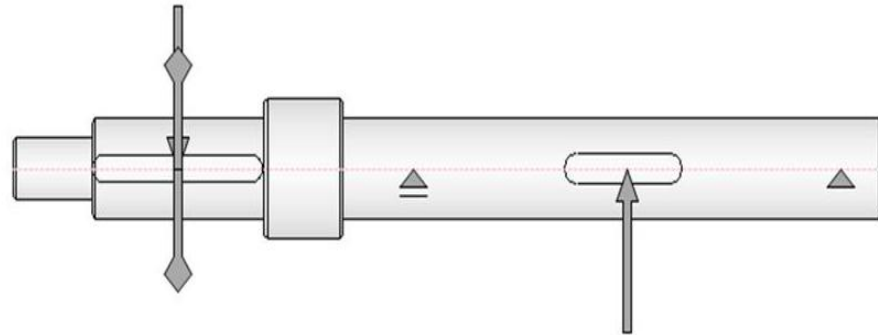
Tabel 10. Hasil perhitungan pada model diagram analisis poros engkol

Maximal Deflection	f_{max}	104,05 μm
Angle of Twist	α	0 deg
Length	L	277 mm
Mass	Mass	1,104 kg
Maximal Bending Stress	σ_{max}	61,024 Mpa
Maximal Torsional Stress	TK_{max}	0 MPa

Hasil perhitungan dengan menggunakan *software Ansys* yang terintegrasi dalam *software Autodesk Inventor Professional 2008* diperoleh bahwa nilai defleksi maksimal yang terjadi adalah pada titik empat yaitu defleksi terhadap sumbu Y ke bawah (negatif) sebesar $104,05 \times 10^{-3}$ mm.

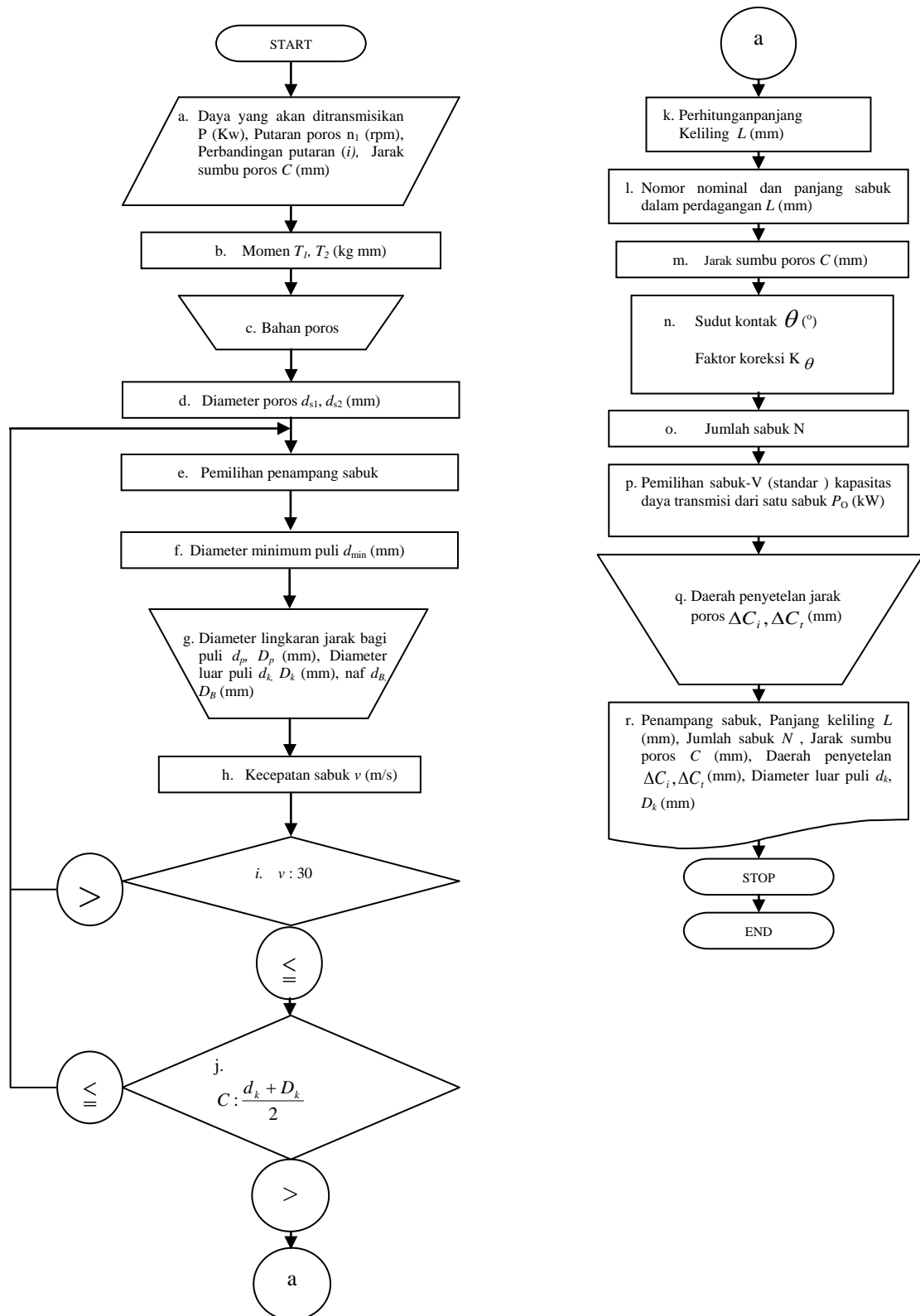
Referensi untuk bagian mesin umum, batas defleksi yang disebabkan oleh pelengkungan/*bending* adalah sebesar 0,0005-0,003 in/in panjang (Robert L. Mott, 2009:113). Tingkat keamanan bahan dapat ditentukan berdasarkan panjang poros yaitu 277mm, sehingga defleksi maksimal yang diizinkan sebesar 0,1385-0,831 mm.

Karena defleksi yang terjadi pada poros lebih kecil daripada defleksi maksimal yang diizinkan, maka dapat dinyatakan bahwa konstruksi poros engkol tersebut aman untuk digunakan sebagai penggerak poros pemotong. Secara visual, defleksi yang terjadi dapat dilihat dalam gambar 13 berikut ini.



Gambar 13. Defleksi yang terjadi pada model konstruksi poros engkol

6. Perancangan dan Pemilihan Sabuk V (V-Belt)



Gambar 14. Diagram alir untuk memilih sabuk-V

Alur pemilihan sabuk-V tampak pada gambar 14. Diagram alir untuk memilih sabuk-V. Perhitungan dan pemilihan sabuk-V adalah :

a) Data yang diketahui :

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

$$n_1 = 35 \text{ rpm}$$

$$n_2 = 26,25 \text{ rpm}$$

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{35}{26,25} = 1,33$$

$$C \approx 883 \text{ mm}$$

b) Momen (T_1, T_2)

$$T_1 = 9,74 \times 10^5 \times \left(\frac{P}{n_1} \right) = 9,74 \times 10^5 \times \left(\frac{0,746}{35} \right)$$

$$= 20760,11 \text{ kg. mm}$$

$$T_2 = 9,74 \times 10^5 \times \left(\frac{P}{n_2} \right) = 9,74 \times 10^5 \times \left(\frac{0,746}{26,25} \right)$$

$$= 27680,15 \text{ kg. mm}$$

c) Bahan poros adalah S 45 C

d) Diameter poros (d_{s1}, d_{s2})

Diameter poros mengacu pada poros yang ada pada *speed reducer* dan poros engkol yang telah ditentukan sebelumnya yaitu :

$$d_{s1} = 17 \text{ mm (poros speed reducer)}$$

$$d_{s2} = 25 \text{ mm (poros engkol)}$$

e) Penampang sabuk-V yang dipilih : tipe A.

f) Diameter minimum puli (d_{min}) yang diizinkan adalah 65 mm, dan yang digunakan adalah diameter 76,2 mm.

g) Diameter lingkaran jarak bagi puli (d_p, D_p)

$$d_p = 76,2 \text{ mm}$$

$$D_p = d_p \cdot x_i = 76,2 \cdot 1,33 = 101,346 \approx 101,6 \text{ mm (4 inch)}$$

Diameter luar puli (d_k, D_k)

$$d_k = d_p + (2 \times 5,5) = 76,2 + (2 \times 5,5) = 87,2 \text{ mm}$$

$$D_k = D_p + (2 \times 5,5) = 101,6 + (2 \times 5,5) = 112,6 \text{ mm}$$

Diameter naf (d_B, D_B)

$$d_B = \frac{5}{3} d_{s1} + 10 = \frac{5}{3} 17 + 10 = 38,33 \text{ mm}$$

$$D_B = \frac{5}{3} d_{s2} + 10 = \frac{5}{3} 25 + 10 = 51,67 \text{ mm}$$

h) Kecepatan sabuk (v)

$$v = \frac{d_p \cdot n_1}{60 \times 1000} = \frac{76,2 \times 35}{60000} = 0,04445 \text{ m/s}$$

i) Putaran sabuk lebih rendah dari kecepatan sabuk maksimum

$$(0,04445 \text{ m/s} < 30 \text{ m/s}) \longrightarrow \text{baik}$$

$$j) C - \frac{d_k + D_k}{2} = 883 - \frac{87,2 + 112,6}{2} = 783,1 \text{ mm} \rightarrow \text{baik}$$

k) Panjang keliling (L)

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

$$L = 2.883 + \frac{3,14}{2} (76,2 + 101,6) + \frac{1}{4.883} (101,6 - 76,2)^2$$

$$L = 1766 + 279,146 + 0,18$$

$$L = 2045,326 \text{ mm}$$

l) Nomor nominal sabuk-V yang dipilih dan ada di pasaran = No.79

dengan L = 2007 mm. (lampiran 13-14)

m) Jarak sumbu poros (C)

$$\begin{aligned}
 b &= 2L - 3,14(D_p + d_p) \\
 &= 2 \times 2007 - 3,14(101,6 + 76,2) \\
 &= 4014 - 558,292 \text{ mm} \\
 &= 3455,708 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C &= \frac{b + \sqrt{b^2 - 8(D_p - d_p)^2}}{8} \\
 &= \frac{3455,708 + \sqrt{3455,708^2 - 8(101,6 - 76,2)^2}}{8} \\
 &= \frac{3455,708 + \sqrt{11941917,78 - 5161,28}}{8} \\
 &= \frac{3455,708 + 3454,96}{8} = 863,8335 \text{ mm} \rightarrow 864 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

n) Sudut kontak (θ)

$$\theta = 180^\circ - \frac{57(D_p - d_p)}{C} = 180^\circ - \frac{57(101,6 - 76,2)}{883} = 178,36^\circ$$

faktor koreksi ($k\theta$) = 1° (lampiran 16)

o) Jumlah sabuk yang digunakan (N) = 2

p) Kapasitas transmisi daya P_0 (kW) tiap sabuk

$$\begin{aligned}
 P_0 &= \frac{P}{N \cdot K_\theta} = \frac{0,746}{2 \cdot 1} \\
 &= 0,373 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

q) Daerah penyetelan jarak sumbu poros ($\Delta C_i, \Delta C_t$) \rightarrow (lampiran 15)

$$\Delta C_i = 20 \text{ mm}$$

$$\Delta C_t = 50 \text{ mm}$$

Jadi, sabuk yang digunakan adalah tipe A, $L = 2007$ mm, No 79, jumlah sabuk 2 buah, $d_k = 87,2$ mm, $D_k = 112,6$ mm, jarak sumbu poros

$$864^{+50 (mm)}_{-20 (mm)} \text{ mm.}$$

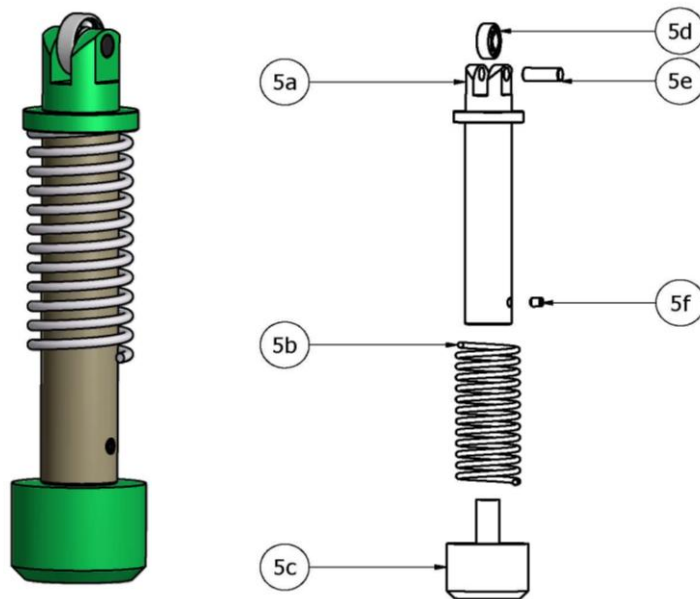
7. Analisis pada Konstruksi Poros Pemotong

Poros Pemotong (gambar 15) dalam mesin pencetak kulit bola merupakan salah satu komponen vital yang berfungsi sebagai pemegang pisau potong. Bahan yang digunakan untuk poros pemotong direncanakan baja S 45 C (asumsi S 45 C = ST-60) dengan pertimbangan harga kekerasannya yang cukup tinggi ($HB = 170-195$ kg/mm²). Harga kekerasan yang cukup tinggi ini merupakan kebutuhan pokok untuk menunjang ketahanan bahan yang akan mengalami gesekan berangsur-angsur dengan bagian pengarah.

Konstruksi poros pemotong menggunakan *bearing* sebagai *roller follower*. Penggunaan *roller follower* merupakan pengembangan desain sebelumnya untuk mengurangi gesekan dengan engkol (*cams*). Desain poros pemotong pada mesin sebelumnya menggunakan sistem pengunci berupa pin sehingga gerakan poros tidak lancar karena ujungnya menyatu dengan engkol dan pengaruh gesekan yang besar dengan bagian pengarah.

Ukuran *bearing* yang relatif kecil memungkinkan sebagian *bearing* akan bergerak teratur (*linear*) dalam alur (*track*) yang ada di sepanjang keliling engkol. Dengan menggunakan *bearing* ini diharapkan kerja mesin dapat lebih ringan dan gerakan poros akan relatif lebih

smooth karena berkurangnya gesekan.



Gambar 15. Konstruksi Poros Pemotong

Keterangan :

5a. Poros Pemotong

5b. Pegas

5c. Pisau Pemotong

5d. *Bearing*

5e. Pin

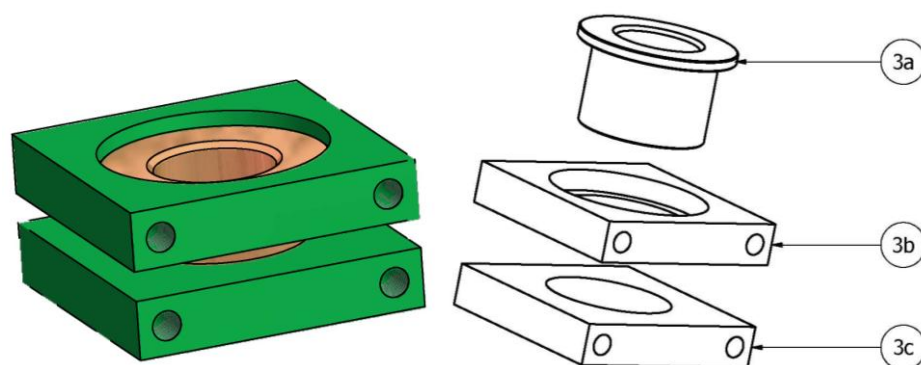
5f. Baut Tanam Pisau Potong

8. Analisis pada Konstruksi Pengarah Potong

Pengarah potong (gambar 16), sesuai namanya merupakan bagian yang berfungsi mengarahkan poros pemotong dengan bantalan di dalamnya yang berbahan perunggu (*bronze*) dan bagian luar berbahan ST-37. *Bronze* merupakan salah satu paduan tembaga yang banyak digunakan

sebagai bahan bantalan umum. Sifatnya yang sangat baik dalam hal kekuatan, ketahanan terhadap karat, ketahanan terhadap kelelahan, dan dalam penerusan panas menjadi pertimbangan dalam pemilihannya (terutama perunggu timah hitam). Selain itu, perunggu juga memiliki sifat anti las yang baik dengan kandungan timah (Sularso, dan Suga, 2004:105).

Pertimbangan lain penggunaan *bronze* adalah karena harga kekerasannya yang relatif lebih kecil ($HB = 50-100 \text{ kg/mm}^2$) bila dibandingkan dengan konstruksi bagian luar (ST-37, $HB = 105-125 \text{ kg/mm}^2$) dan poros pemotong (ST 60, $HB = 170-195 \text{ kg/mm}^2$). Dengan demikian diharapkan ketika mesin telah beroperasi dalam jangka waktu yang lama, bagian yang aus atau mengalami deformasi adalah *bronze* tersebut karena jika dilihat dari harga dan proses pembuatannya relatif lebih murah dan mudah daripada komponen bagian luarnya dan poros pemotong yang akan bergesekan.



Gambar 16. Konstruksi Pengarah Potong

Keterangan gambar :

3a. Bagian dalam (perunggu)

3b. Bagian Atas (ST-37)

3c. Bagian Bawah (ST-37)

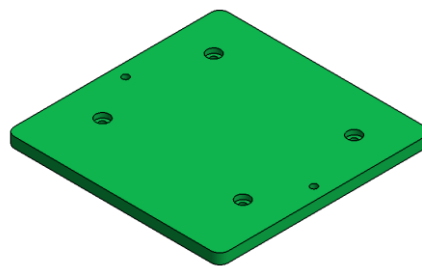
9. Analisis Konstruksi Landasan Potong

Landasan potong (gambar 17) pada mesin pencetak kulit bola berfungsi utama sebagai landasan/bantalan potong dari bahan kulit yang akan dipotong. Landasan potong ini berguna untuk menumpu karet landasan yang berada pada lapisan atasnya. Mengingat fungsinya sebagai bantalan penumpu proses pemotongan, maka plat landasan potong dalam hal ini harus mempunyai karakteristik tahan terhadap beban tekan (*vertical*), ulet, dan tahan lama.

Dari aspek ekonomi terdapat beberapa pertimbangan yang menjadi dasar pemilihan bahan untuk pembuatan plat landasan potong tersebut yaitu:

- a) Bahan yang digunakan mudah didapatkan di pasaran.
- b) Harga bahan relatif murah.
- c) Proses produksi/pengerjaan relatif mudah dan murah untuk menekan biaya produksi.

Untuk memenuhi tuntutan kebutuhan bahan di atas, maka digunakan baja konstruksi ST 34 dengan ketebalan 12 mm dan asumsi $E = 210 \text{ GPa}$, *poisson's ratio* = 0,3.



Gambar 17. Plat Landasan Potong

Dalam mesin pencetak kulit bola tersebut, plat landasan potong akan menahan beban tekan oleh poros dan pisau pemotong akibat dari proses pemotongan bahan kulit bola sebagai berikut.

$P = \text{Torsi kerja} : \text{panjang langkah}$

$P = 402,55 \text{ Nm} : 0,08 \text{ m} = 5031,875 \text{ N} \approx 5032 \text{ N}$.

Untuk mengetahui apakah bahan dan ukuran yang telah dipilih tersebut aman, maka pendekatan analisisnya dilakukan dengan pendekatan numerik menggunakan *software Ansys* yang terintegrasi dalam *Autodesk Inventor Professional 2008*. Hasil analisisnya adalah sebagai berikut.

Tabel 11. Gaya yang bekerja pada model analisis konstruksi landasan potong

Name	Type	Magnitude
Force 1	Surface Force	5032 N
Fixed Constraint 1-4	Surface Fixed Constraint	0,0 mm

Gaya yang bekerja pada plat adalah gaya terhadap sumbu Y arah negatif (ke bawah) sebesar 5032 N. Reaksi dari gaya tersebut ditampilkan dalam tabel berikut ini.

Tabel 12. Reaksi yang terjadi pada tumpuan model analisis konstruksi landasan potong

Name	Force	Moment
Fixed Constraint 1	1391 N	9,167e+006 N·mm
Fixed Constraint 2	1136 N	2,115e+007 N·mm
Fixed Constraint 3	1389 N	2,866e+007 N·mm
Fixed Constraint 4	1134 N	3,064e+007 N·mm

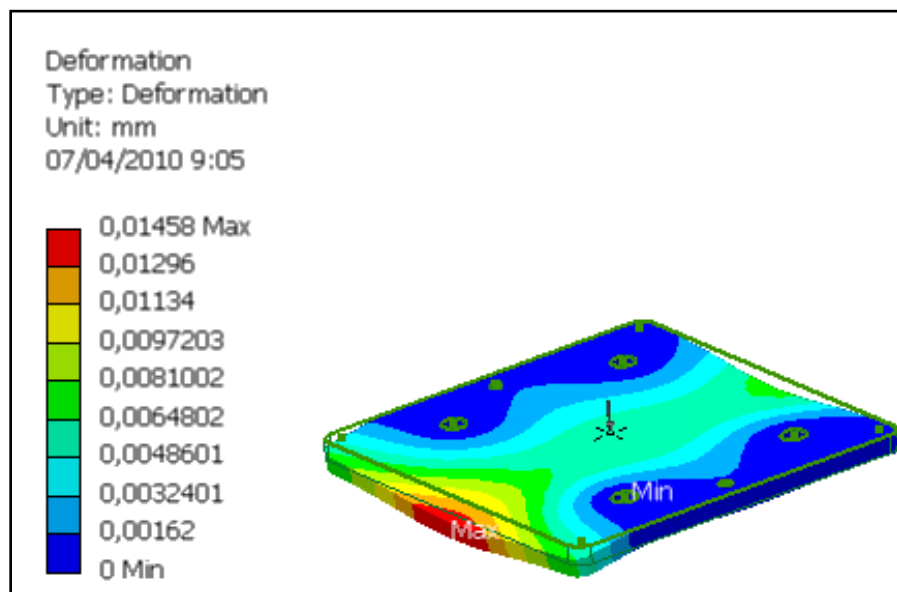
Note: vector data corresponds to global X, Y and Z components.

Kesimpulan total dari analisis ini ditampilkan dalam tabel berikut.

Tabel 13. Hasil perhitungan pada analisis konstruksi landasan potong

Name	Minimum	Maximum
Equivalent Stress	4,459e-002 MPa	20,63 MPa
Maximum Principal Stress	-7,177 MPa	30,05 MPa
Minimum Principal Stress	-21,1 MPa	7,642 MPa
Deformation	0,0 mm	1,458e-002 mm
Safety Factor	10,03	N/A

Secara visual, deformasi yang terjadi hasil perhitungan di atas adalah seperti gambar di bawah ini.



Gambar 18. Deformasi pada analisis model konstruksi landasan potong

Berdasarkan beberapa data dan analisis di atas, deformasi yang terjadi pada model analisis landasan potong adalah sebesar $9,83 \times 10^{-5}$ mm. Berdasarkan referensi untuk bagian mesin umum, batas defleksi yang disebabkan oleh pelengkungan/*bending* adalah sebesar 0,0005-0,003 in/in panjang (Robert L. Mott, 2009:113). Untuk

menentukan tingkat keamanan bahan, dapat diketahui dari panjang landasan potong yaitu 250 mm, sehingga defleksi maksimal yang diizinkan sebesar 0,125-0,75 mm.

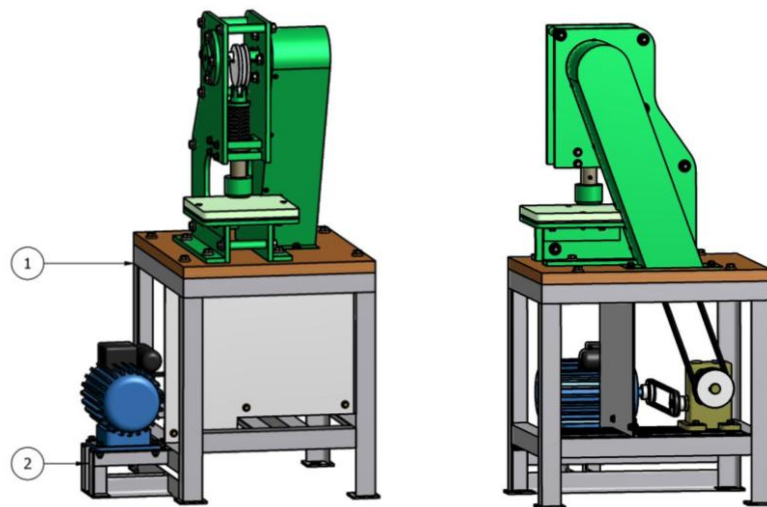
Dengan demikian, sesuai dengan hasil analisis dan asumsi bahan yang digunakan adalah *carbon steel* dengan ketebalan 12 mm, $E = 210$ GPa, dan *poisson's ratio* = 0,3 dapat dinyatakan aman terhadap gaya-gaya yang bekerja pada landasan potong.

10. Analisis Konstruksi Rangka

Bahan yang digunakan pada konstruksi rangka adalah baja profil siku $\perp 50 \times 50 \times 4$ mm, dengan luas penampang $A = 3,892 \text{ cm}^2$ dan momen inersia $I = 9,06 \text{ cm}^4$. Asumsi bahan konstruksi rangka adalah *mild steel* dengan modulus elastisitas $E = 220$ GPa dan *poisson's ratio* $\nu = 0,275$.

Secara analisis, beban pada konstruksi rangka mesin pencetak kulit bola merupakan hasil reaksi proses pemotongan kulit bola dan sebagian beban aksi dari beberapa komponen mesin. Beban reaksi merupakan beban yang timbul akibat beban aksi T penggerak terhadap benda kerja pada proses pemotongan. Sedangkan beban aksi yang timbul adalah massa mesin dan beberapa elemen yang tersusun pada sistem transmisi terhadap konstruksi rangka.

Analisis beban konstruksi mesin pencetak kulit bola merupakan analisis satu kesatuan elemen penopang yang terdiri atas dua bagian yaitu rangka utama/meja (no.1) dan dudukan transmisi/motor (no.2) seperti terlihat pada gambar 19.



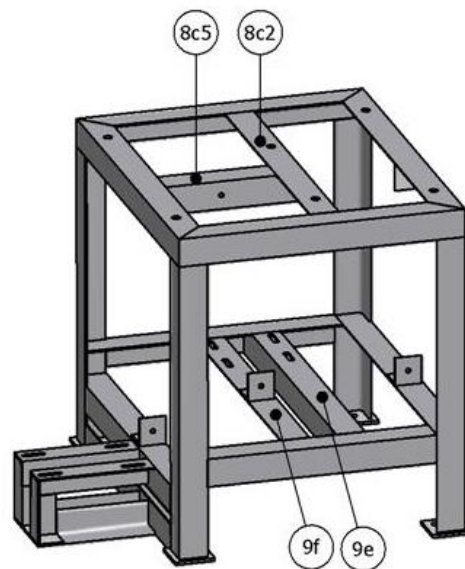
Gambar 19. Konstruksi rangka mesin pencetak kulit bola

Untuk mempermudah analisis maka dilakukan identifikasi beban yang bekerja dengan ilustrasi gambar di bawah ini. Dari gambar dapat diketahui bahwa konstruksi rangka akan menahan massa dari motor listrik, *speed reducer*, massa mesin dan komponen bagian atas, serta momen yang terjadi karena tegangan pada *belt*.



Gambar 20. Konstruksi rangka mesin dan beban yang bekerja

Analisis rangka dilakukan per-batang menggunakan *software Ansys* yang terintegrasi dalam *software Autodesk Inventor Professional 2008* sehingga mempermudah perhitungan dengan memasukkan gaya-gaya yang bekerja. Adapun batang yang dianalisis adalah batang yang mengalami beban kritis saja, yaitu batang yang menyangga mesin utama (atas) dan *speed reducer* seperti dalam gambar di bawah ini.



Gambar 21. Batang-batang pada rangka yang menerima beban kritis

Untuk melakukan analisis, data-data dan yang diperlukan adalah sebagai berikut.

- a. Massa *speed reducer* = 5 kg (2,5 kg pada tiap batang $\approx 24,53$ N)
- b. Massa komponen mesin bagian atas :
 - 1) Rangka utama mesin = 70 kg
 - 2) Poros engkol = 1,1 kg
 - 3) Engkol = 2,2 kg

4) Pengarah potong	= 2 kg
5) Poros pemotong	= 5,3 kg
6) <i>Pulley</i>	= 0,5 kg
7) Besi siku	= 0,5 kg

Total = 81,6 kg \approx 82 kg \approx 804,66 N

($g=9,813 \text{ m/s}^2$)

Beban yang dialami masing-masing batang (8c2 dan 8c5) adalah $804,66 \text{ N} : 2 = 402,33 \text{ N}$.

c. Momen yang terjadi karena tegangan pada *V-belt*

Diketahui $T_1 = 20760,11 \text{ kg.mm}$

$T_2 = 27680,15 \text{ kg.mm}$

$T_1 : \emptyset \text{ puli speed reducer} = 20760,11 : 76,2 = 272,44 \text{ kg} \approx 2673,48 \text{ N}$

$T_2 : \emptyset \text{ puli poros engkol} = 27680,15 : 101,6 = 272,44 \text{ kg} \approx 2673,48 \text{ N}$

Maka,

Momen yang terjadi pada batang 8c2 dan 8c5 adalah :

$(2673,48 \text{ N} \times 143,5 \text{ mm}) : 2 = 191822,19 \text{ Nmm}$.

Momen yang terjadi pada batang 9e dan 9f adalah :

$(2673,48 \text{ N} \times 61 \text{ mm}) : 2 = 81541,14 \text{ Nmm}$.

1) Batang 8c2

Referensi untuk bagian mesin umum, batas defleksi yang disebabkan oleh pelengkungan/bending adalah sebesar 0,0005-0,003 in/in panjang (Robert L. Mott, 2009:113). Untuk mengetahui tingkat

keamanan, ditentukan dari panjang batang siku 8c2 yaitu 592 mm, sehingga defleksi maksimal yang diizinkan sebesar 0,296-1,776 mm.

Batang 8c2 dalam kontruksi rangka akan menerima beban akibat massa mesin dan komponen bagian atas sebesar 402,333 N, serta momen yang terjadi karena tegangan pada *belt* akibat torsi kerja sebesar 191822,19 Nmm. Proses dan hasil analisis selengkapnya adalah sebagai berikut.

Tabel 14. Gaya-gaya yang bekerja pada batang 8c2

Name	Magnitude
Force 1	402,3 N
Fixed Constrain 1	0 mm
Fixed Constrain 2	0 mm
Moment Load 1	1,918e+005 Nmm

Tabel 15. Reaksi yang terjadi pada tumpuan batang 8c2

Name	Force	Moment
Fixed Constrain 1	308 N	4,436e+005 Nmm
Fixed Constrain 2	306,2 N	1,145e+007 Nmm

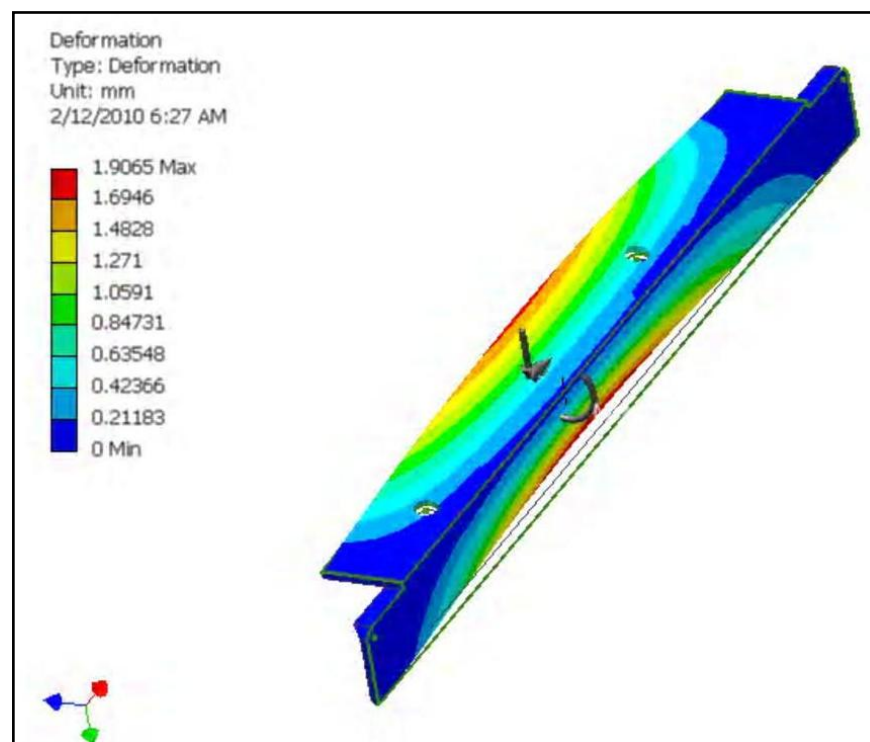
Tabel 16. Kalkulasi hasil analisis batang 8c2

Name	Minimum	Maximum
Equivalent Stress	1.279 MPa	317.4 MPa
Maximum Principal Stress	-119.3 MPa	379.5 MPa
Minimum Principal Stress	-409.6 MPa	66.11 MPa
Deformation	0.0 mm	1.906 mm
Safety Factor	0.6521	N/A

Hasil analisis menunjukkan deformasi maksimal yang terjadi adalah 1,906 mm, lebih besar 0,136 mm dari harga defleksi maksimal yang diizinkan. Namun demikian, dalam analisis digunakan model pendekatan dimana gaya yang terjadi dipusatkan pada satu titik. Pada

kenyataannya, gaya yang bekerja tidaklah berpusat hanya pada satu titik saja, tetapi didistribusikan merata sepanjang rangka mesin. Selain itu, untuk meredam gaya yang bekerja, di atas rangka juga digunakan papan (kayu) sehingga semakin memperkecil pengaruh gayanya. Dengan demikian, batang 8c2 dapat dikatakan aman dalam menahan gaya-gaya yang bekerja.

Secara visual, hasil deformasi dapat dilihat sebagai berikut.



Gambar 22. Deformasi yang terjadi pada batang 8c2

2) Batang 8c5

Batang 8c5 menerima beban dan gaya yang sama dan searah dengan yang dialami batang 8c2, tetapi arah momennya sejajar dengan panjang batangnya. Defleksi maksimal yang diizinkan adalah 0,143-

0,858 mm yang ditentukan berdasarkan panjang batang 8c5.

Batang 8c5 dalam kontruksi rangka akan menerima beban akibat massa mesin sebesar 402,333 N, dan momen yang terjadi karena tegangan pada *belt* akibat torsi kerja sebesar 191822,19 Nmm. Proses dan hasil analisis selengkapnya ditampilkan dalam tabel-tabel sebagai berikut.

Tabel 17. Gaya-gaya yang bekerja pada batang 8c5

Name	Magnitude
Force 1	402,3 N
Fixed Constrain 1	0 mm
Fixed Constrain 2	0 mm
Moment Load 1	1,918e+005 Nmm

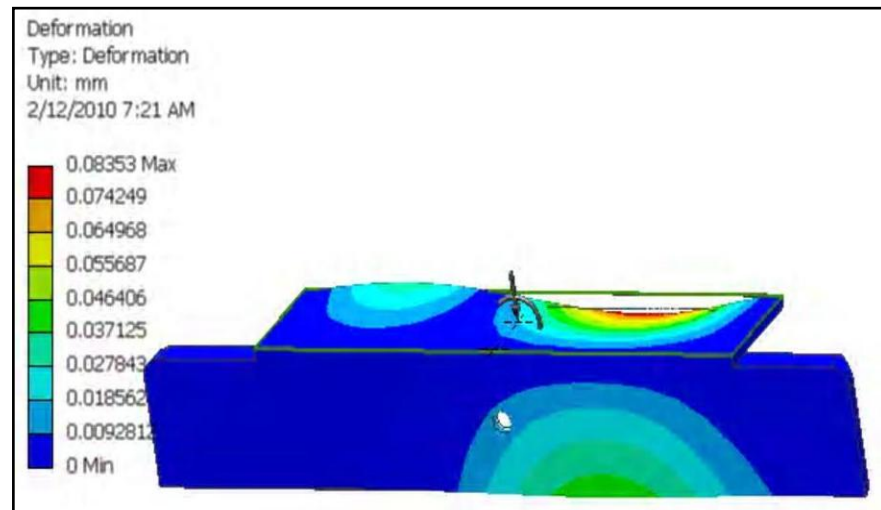
Tabel 18. Reaksi yang terjadi pada tumpuan batang 8c5

Name	Force	Moment
Fixed Constrain 1	1326 N	3,44e+007 Nmm
Fixed Constrain 2	923,9 N	2,391e+006 Nmm

Tabel 19. Kalkulasi hasil analisis batang 8c5

Name	Minimum	Maximum
Equivalent Stress	4.454e-003 MPa	97.98 MPa
Maximum Principal Stress	-30.75 MPa	119.7 MPa
Minimum Principal Stress	-130.3 MPa	40.6 MPa
Deformation	0.0 mm	8.353e-002 mm
Safety Factor	2.113	N/A

Hasil analisis menunjukkan deformasi maksimal yang terjadi adalah 0,08353 mm, harga ini lebih kecil dari harga defleksi maksimal yang diizinkan. Dengan demikian, batang 8c2 dapat dikatakan aman dalam menahan gaya-gaya yang bekerja. Secara visual, hasil deformasi dapat dilihat sebagai berikut.



Gambar 23. Deformasi yang terjadi pada batang 8c5

3) Batang 9e

Batang 9e dalam konstruksi rangka akan menahan beban dari massa *speed reducer* $\pm 24,53$ N dan momen akibat tegangan *belt* karena torsi kerja sebesar 81541,14 Nmm. Defleksi maksimal yang diizinkan sebesar 0,296-1,776 mm. Proses dan hasil analisis selengkapnya ditampilkan dalam tabel-tabel sebagai berikut.

Tabel 20. Gaya-gaya yang bekerja pada batang 9e

Name	Magnitude
Force 1	24,53 N
Fixed Constrain 1	0 mm
Fixed Constrain 2	0 mm
Moment Load 1	8.154e+004 N·mm

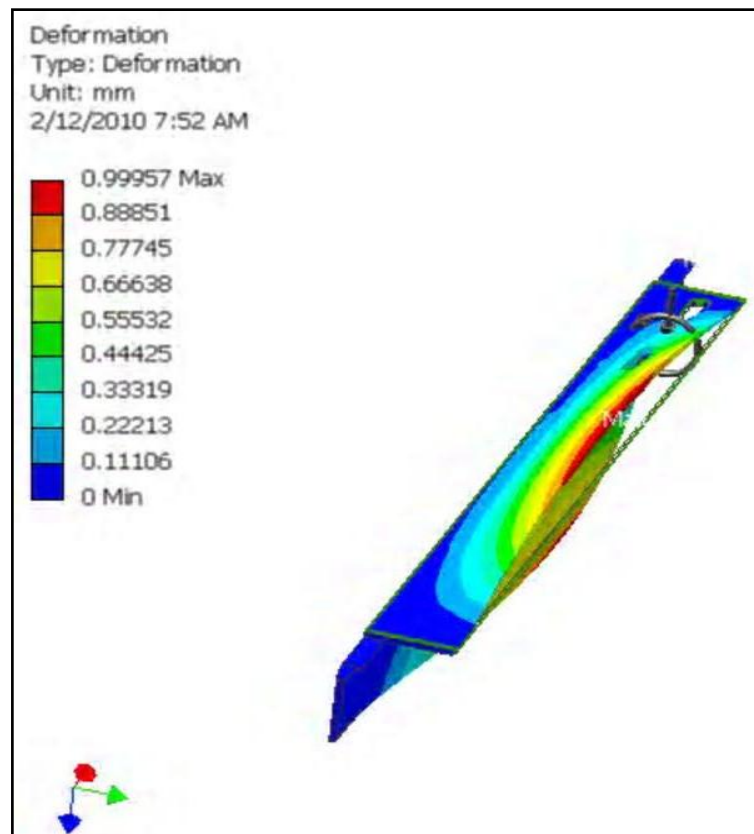
Tabel 21. Reaksi yang terjadi pada tumpuan batang 9e

Name	Force	Moment
Fixed Constrain 1	81.38 N	7.849e+005 N·mm
Fixed Constrain 2	81.28 N	9.916e+004 N·mm

Tabel 22. Kalkulasi hasil analisis batang 9e

Name	Minimum	Maximum
Equivalent Stress	0.1264 MPa	198.9 MPa
Maximum Principal Stress	-84.73 MPa	249.7 MPa
Minimum Principal Stress	-266.2 MPa	48.24 MPa
Deformation	0.0 mm	0.9996 mm
Safety Factor	1.041	N/A

Hasil analisis menunjukkan deformasi maksimal yang terjadi adalah 0,9996 mm, harga ini lebih kecil dari harga defleksi maksimal yang diizinkan. Dengan demikian, batang 9e dapat dikatakan aman dalam menahan gaya-gaya yang bekerja.



Gambar 24. Deformasi yang terjadi pada batang 9e

4) Batang 9f

Batang 9f merupakan pasangan dari batang 9e dalam konstruksi rangka, dan akan menahan beban dari massa *speed reducer* $\pm 24,53$ N dan momen akibat tegangan *belt* karena torsi kerja sebesar 81541,14 Nmm. Defleksi maksimal yang diizinkan sebesar 0,296-1,776 mm. Proses dan hasil analisis selengkapnya ditampilkan dalam tabel-tabel sebagai berikut.

Tabel 23. Gaya-gaya yang bekerja pada batang 9f

Name	Magnitude
Force 1	24.53 N
Fixed Constrain 1	0.0 mm
Fixed Constrain 2	0.0 mm
Moment Load 1	8.154e+004 N·mm

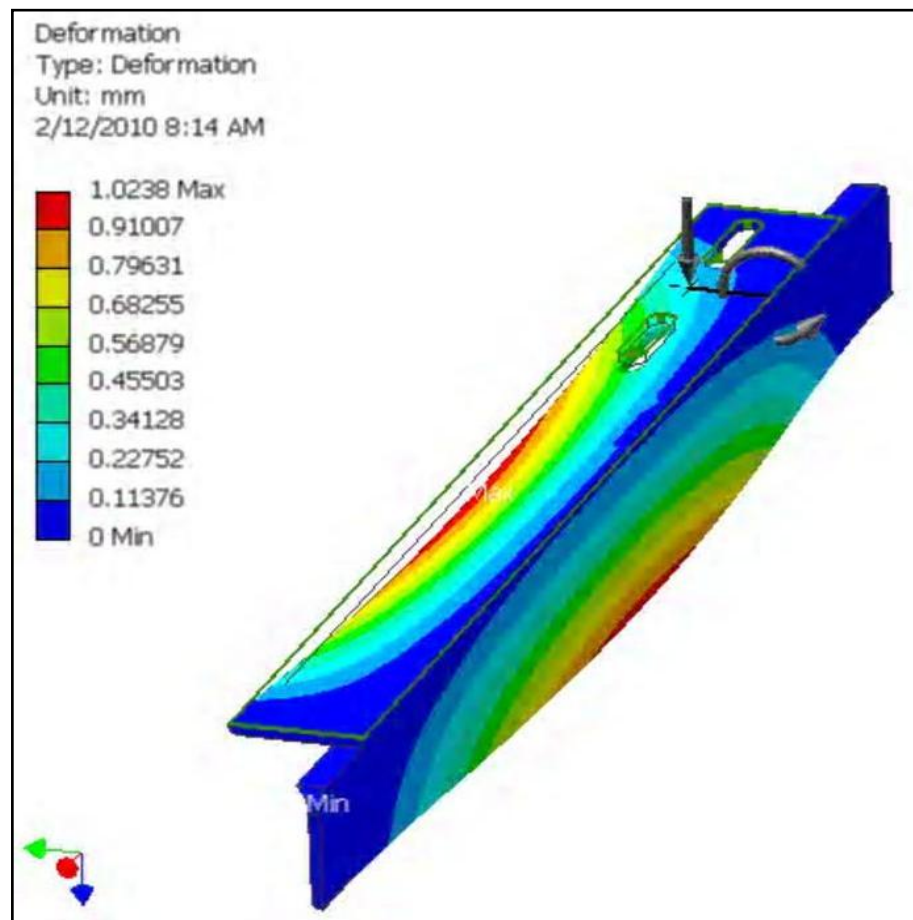
Tabel 24. Reaksi yang terjadi pada tumpuan batang 9f

Name	Force	Moment
Fixed Constrain 1	79.76 N	1.177e+005 N·mm
Fixed Constrain 2	79.82 N	6.399e+005 N·mm

Tabel 25. Kalkulasi hasil analisis batang 9f

Name	Minimum	Maximum
Equivalent Stress	0.1961 MPa	209.4 MPa
Maximum Principal Stress	-45.5 MPa	261.3 MPa
Minimum Principal Stress	-245.7 MPa	63.94 MPa
Deformation	0.0 mm	1.024 mm
Safety Factor	0.9884	N/A

Hasil analisis menunjukkan deformasi maksimal yang terjadi adalah 1,024 mm, harga ini lebih kecil dari harga defleksi maksimal yang diizinkan. Dengan demikian, batang 9f dapat dikatakan aman dalam menahan gaya-gaya yang bekerja. Ilustrasi visual deformasi yang terjadi pada batang 9f adalah sebagai berikut.



Gambar 25. Deformasi yang terjadi pada batang 9f

C. Perhitungan Harga Pokok Produk

Harga pokok produk mesin pencetak kulit bola ditentukan berdasarkan harga pokok pesanan. Berikut ini adalah taksiran harga pokok produk mesin pencetak kulit bola berdasarkan pesanan.

Tabel 26. Biaya desain mesin pencetak kulit bola

Macam Biaya	Macam Pekerjaan	Bahan	Alat	Tenaga	Jumlah
A. Biaya Design	Survey		Rp200.000	Rp 100.000	Rp 300.000
	Analisis			Rp 200.000	Rp 200.000
	Gambar	Rp200.000	Rp100.000	Rp 100.000	Rp 400.000
				Jumlah	Rp 900.000

Tabel 27. Biaya pembelian komponen mesin pencetak kulit bola

Macam Biaya	Macam Komponen	Biaya Pembelian (BP)	Biaya Perakitan (10%xBP)	Jumlah	
B. Biaya Pembelian Komponen	Puli	Rp 150.000	Rp 15.000	Rp 165.000	
	Sabuk (<i>V-Belt</i>)	Rp 70.000	Rp 7.000	Rp 77.000	
	<i>Bearing</i>	Rp 120.000	Rp 12.000	Rp 132.000	
	Baut dan Mur	Rp 150.000	Rp 15.000	Rp 165.000	
	Motor Listrik	Rp 750.000	Rp 75.000	Rp 825.000	
	<i>Speed Reducer</i>	Rp 650.000	Rp 65.000	Rp 715.000	
	Pisau Potong	Rp 300.000	Rp 30.000	Rp 330.000	
	Pegas	Rp 25.000	Rp 2.500	Rp 27.500	
	Pin & Pasak	Rp 20.000	Rp 2.000	Rp 22.000	
				Jumlah	Rp 2.458.500

Tabel 28. Biaya Pembuatan mesin pencetak kulit bola

Macam Biaya	Macam Elemen	Bahan Baku (Rp)	Bahan Penolong (Rp)	Tenaga Kerja Langsung (TKL) (Rp)	Biaya Overhead Pabrik (125% x TKL) (Rp)	Jumlah (Rp)
C. Biaya Pembuatan Komponen	Papan	250.000				250.000
	Poros (engkol & pemotong)	90.000	50.000	50.000	62.500	252.500
	Cover	50.000	25.000	5.000	6.250	86.250
	Rangka Mesin	1.100.000	50.000	50.000	62.500	1.262.500
	Bantalan Perunggu	145.000	25.000	20.000	25.000	215.000
	Bantalan Karet	20.000	5.000	5.000	6.250	36.250
	Bantalan Plastik	50.000	15.000	5.000	6.250	76.250
	Pipa Penyangga	20.000	30.000	50.000	62.500	162.500
	Besi Siku 50x50x4	210.000	50.000	Rp20.000	25.000	305.000
	Besi Siku 40x40x4	15.000	15.000	5.000	6.250	41.250
	Pengarah Poros	30.000	25.000	20.000	25.000	100.000
	Plat Dudukan Rangka	15.000	15.000	5.000	6.250	41.250
	Engkol	30.000	50.000	20.000	25.000	125.000
					Jumlah	2.953.750

Tabel 29. Biaya non produksi

Macam Biaya	Macam Elemen	Jumlah
D. Biaya Non Produksi	Biaya Gudang (5% x C)	Rp 147.688
	Biaya Perusahaan (5% x C)	Rp 147.688
	Jumlah	Rp 295.375

Tabel 30. Perencanaan laba produksi

Macam Biaya	Macam Elemen	Jumlah
E. Laba yang Dikehendaki	$10\% \times (A+B+C+D)$	Rp 660.763

Tabel 31. Taksiran harga produk

Macam Biaya	Macam Elemen	Jumlah
F. Taksiran Harga Produk	$(A+B+C+D+E)$	Rp 7.268.388

Besar harga pokok produk dari tabel di atas adalah Rp 7.268.388,-.

Dari harga tersebut dibulatkan menjadi Rp 7.300.000,-.

D. Kelemahan-kelemahan

Berdasarkan hasil desain dan analisis konstruksi mesin pencetak kulit bola, kelemahan produk terdapat pada :

1. Desain Sistem Transmisi

Desain sistem transmisi untuk menghasilkan putaran kerja ± 26 rpm/menit membutuhkan sistem reduksi yang banyak. Selain daya penggerak banyak terbuang, desain sistem transmisi tersebut terlalu mahal, terutama pada penggunaan *speed reducer* yang efisiensinya cukup rendah. Selain itu, konstruksi *belt* yang relatif panjang juga merupakan suatu kelemahan yang perlu diperbaiki. Pada produksi selanjutnya, diperlukan modifikasi sistem transmisi untuk menghasilkan waktu produksi yang efisien dengan sistem transmisi yang lebih baik.

2. Alat/sistem Pomotongan

Sistem pemotongan kulit bola yang digunakan dalam mesin

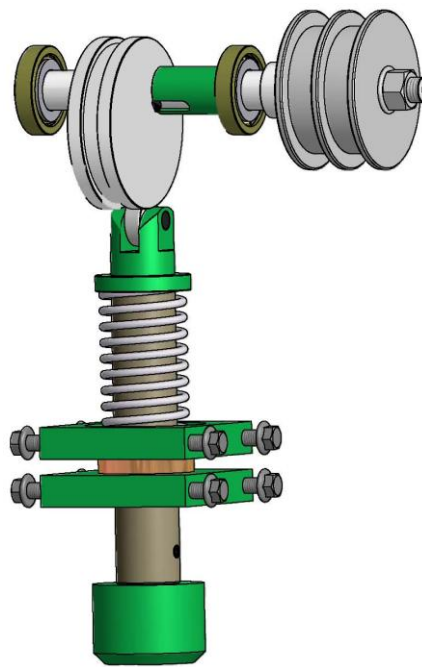
pencetak kulit bola ini menggunakan pisau yang terdapat pada poros pemotong. Gerakan poros pemotong yang relatif pelan ternyata merupakan kelemahan sehingga kulit bola tidak dapat terpotong secara sempurna, hanya jalur jahitan bola saja yang terlubangi dengan baik. Hal ini dapat dipahami karena sifat elastisitas kulit bola yang tidak dapat terpotong secara homogen pada semua sisi dengan gerakan pisau yang halus, tetapi membutuhkan sedikit hentakan dengan gaya yang cukup besar untuk dapat terpotong seluruhnya. Hal tersebut didasarkan pada identifikasi mesin sebelumnya yang menggunakan pneumatik hidrolik bertenaga besar sehingga kulit dapat terpotong merata pada setiap sisi-sisinya. Selain itu, konstruksi pisau pemotong dan ketajamannya juga merupakan faktor pengaruh yang cukup signifikan sehingga ke depan perlu dilakukan perbaikan desain pisau/alat pemotong untuk meningkatkan efektifitas dan efisiensi kinerja mesin.

3. Desain Pengarah Potong

Kelemahan/kekurangan desain pengarah potong terdapat pada sistem yang digunakan untuk menstabilkan gerakan poros pemotong. Gerakan poros pemotong dengan *bearing* sebagai *roller follower* yang diharapkan akan mengikuti alur pada engkol ternyata kurang berfungsi maksimal. Ketika poros pemotong bekerja untuk memotong bahan terjadi sedikit putaran (rotasi) akibat pengaruh penggunaan pegas pengembali dan celah pada alur engkol yang terlalu lebar. Hal tersebut terkadang memicu terjadinya selip pada *belt*.

4. Desain Poros Pemotong dan Landasan Potong

Kekurangan yang ada pada komponen poros dan landasan potong adalah tidak adanya mekanisme pengatur panjang-pendek poros pemotong atau pengatur ketinggian landasan potong. Hal tersebut menyebabkan pengaturan titik mati bawah yang sejajar sulit dilakukan, karena harus mencari pengganjal landasan potong. Kekurangan yang lain adalah tidak adanya mekanisme/alat sebagai *stopper* bahan yang akan dipotong, sehingga susah melakukan penempatan bahan yang akan dipotong pada landasan.



Gambar 26. Konstruksi engkol, poros pemotong, pegas pengembali, pengarah potong, dan pisau potong

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Kesimpulan hasil perancangan mesin pencetak kulit bola untuk produksi kulit bola kaki berpola segi lima dan segi enam adalah sebagai berikut :

1. Hasil desain dan gambar kerja mesin pencetak kulit bola untuk produksi kulit bola kaki berpola segi lima dan segi enam yang ergonomis adalah sebagai berikut (gambar kerja mesin terlampir) :
 - a. Spesifikasi mesin : panjang x lebar x tinggi = 715×620×1220 mm.
 - b. Kapasitas produksi : kulit sintetis dengan panjang sisi ±44 mm berpola segi lima (luas penampang ±3330,85 mm²) dan segi enam (luas penampang ±5029,88 mm²) dengan tebal masing-masing ±3 mm.
 - c. Waktu produksi : 1 kali putaran/benda kerja atau ±26 Pcs/menit.
 - d. Sumber penggerak : Motor Listrik AC 1 HP.
2. Tingkat keamanan desain konstruksi mesin pencetak kulit bola berdasarkan beberapa analisis dapat dikategorikan cukup baik karena memenuhi beberapa syarat, antara lain:
 - a. Konstruksi mesin yang kuat untuk menopang beban dan gaya-gaya yang bekerja.
 - b. Memenuhi syarat keselamatan kerja bagi operator.
3. Taksiran harga jual produk mesin pencetak kulit bola untuk produksi kulit bola kaki berpola segi lima dan segi enam adalah Rp 7.300.000,00.

Berdasarkan hasil uji kinerja, mesin mampu melubangi jalur jahitan dengan cukup baik. Akan tetapi, mesin belum mampu memotong bahan kulit bola secara sempurna pada semua sisi seperti yang direncanakan dan terkadang terjadi selip. Hal tersebut dapat disebabkan terutama karena desain sistem transmisi dan alat/sistem pemotongan benda kerja.

B. Saran

Perancangan mesin pencetak kulit bola ini masih jauh dari sempurna, sehingga diharapkan nantinya mesin ini dapat diperbaiki lagi. Kelemahan hasil rancangan mesin pencetak kulit bola untuk produksi kulit bola kaki berpola segi lima dan segi enam seperti dalam pembahasan sebelumnya, terutama terdapat pada efektifitas dan efisiensi kinerja mesin dan sistem/alat potong. Untuk mengatasi hal tersebut diperlukan penyempurnaan pada beberapa komponen yaitu:

1. Desain sistem transmisi, karena jarak transmisi (yang dilalui *V-belt*) cukup panjang. Reduksi putaran yang terlalu besar dengan menggunakan *speed reducer* perbandingan 1:40 juga menyebabkan efisiensi produksi menjadi rendah. Dalam hal ini perlu alternatif sistem transmisi yang sederhana dan relatif pendek dengan reduktor yang lebih baik.
2. Desain pengarah dan poros pemotong diperlukan perbaikan dengan menambah sistem alur dan pasak. Penambahan tersebut bertujuan agar poros dapat bergerak lurus tanpa memutar (rotasi) dan mengarah pada satu titik kerja pemotongan setiap saat bekerja.
3. Untuk meningkatkan efektifitas dan efisiensi produksi diperlukan

perbaiki desain konstruksi poros pemotong dan landasan potong.

- a) Poros pemotong dapat menggunakan alternatif desain poros dimana panjang dan pendeknya poros dapat diatur.
- b) Landasan potong dalam hal ini perlu dilakukan perbaikan dengan beberapa alternatif yaitu :
 - 1) Menambahkan dais berbentuk segi lima dan segi enam untuk memudahkan proses pemotongan.
 - 2) Menambahkan bagian pengatur sehingga ketinggian landasan potong dapat disesuaikan dengan kebutuhan pemotongan.
 - 3) Adanya mekanisme pengarah bahan (*stopper*) ketika dilakukan pemotongan sehingga bahan akan terpotong tepat pada bagian yang diinginkan dan meminimalisir sisa bahan setelah pemotongan.

Kinerja mesin yang baik diharapkan mampu menumbuhkan minat konsumen terhadap mesin karena adanya kesesuaian antara mutu dan harga yang ditawarkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. “*Hardness Conversion Table.*” <http://www.engineershandbook.com/Tables/hardness.htm> (diakses tanggal 29 Januari 2010)
- Anonim. “*Segi Enam.*” <http://id.wikipedia.org/wiki/Segienam> (diakses tanggal 11 November 2009)
- Anonim. “*Segi Lima.*” [http://id.wikipedia.org/wiki/Segi lima](http://id.wikipedia.org/wiki/Segi_lima) (diakses tanggal 11 November 2009)
- Achmad, Z. 1999. *Elemen Mesin 1*. Bandung : Refika Aditama.
- Budiman, A., dan Priambodo, B. 1999. *Elemen Mesin Jilid 1* (G. Niemann. Terjemahan). Jakarta : Erlangga.
- Harahap, G. 1986. *Perencanaan Teknik Mesin Edisi Keempat Jilid 1* (Joseph E. Shigley, dan Larry D. Mitchell. Terjemahan). Jakarta : Erlangga.
- Harsokoesoemo, D. 2000. *Pengantar Perancangan Teknik (Perancangan Produk)*. Jakarta: Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional.
- Harsokoesoemo, D. 2004. *Pengantar Perancangan Teknik (Perancangan Produk)*. Bandung: Penerbit ITB.
- Juhana, Ohan, dan Suratman, M. 2000. *Menggambar Teknik Mesin dengan Standar ISO*. Bandung : Pustaka Grafika.
- Khurmi, R. S., dan Gupta, J. K. 1982. *A Text Book of Machine Design*. New Dehli : Eurasia Publising House.
- Mardiasmo. 1994. *Akuntansi Biaya*. Yogyakarta : Andi Offset.
- Mott, Robert L. 2004. *Machine Elements in Mechanical Design : Fourth Edition*. New Jersey : Pearson Education.
- Pahl, G. et al. 2007. *Engineering Design : A Systematic Approach*. London : Springer.
- Panitia Teknis 5S. 2003. *Baja Profil Siku Sama Kaki Proses Canai Panas (Bj P Siku Sama Kaki)*. Jakarta : Badan Standardisasi Nasional.

- Rines, dkk. 2009. *Elemen-elemen Mesin dalam Perancangan Mekanis : Buku 2* (Robert L. Mott. Terjemahan). Yogyakarta : Andi. Buku asli diterbitkan tahun 2004.
- Saito, S., dan Surdia, T. 2005. *Pengetahuan Bahan Teknik*. Jakarta : Pradnya Paramita.
- Sato, G. T., dan Hartanto, N. S. 2000. *Menggambar Mesin Menurut standar ISO*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Sularso, dan Suga, K. 2004. *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta : Pradnya Paramita.
- Wospakrik, H.J. 1996. *Mekanika Bahan* (James M. Gere, dan Stephen P. Timoshenko. Terjemahan). Jakarta : Erlangga.

(Susulan)

REKAP DAFTAR HADIR PRAKTEK MENERJAKAN PROYEK AKHIR MHS. ANGKATAN 2006

Kelom pok	NIM	NAMA MAHASISWA	KONSENTRASI	Judul Proyek Akhir	Pembim bing	04-Apr-09		11-Apr-09		18-Apr-09		25-Apr-09		02-Mei-09		16-Mei-09		23-Mei-09		30-Mei-09		06-Jun-09		08-Jun-09		09-Jun-09		10-Jun-09		11-Jun-09		12-Jun-09		13-Jun-09		Persentase Kehadiran		
						D	P	D	P	D	P	D	P	D	P	D	P	D	P	D	P	D	P	D	P	D	P	D	P	D	P	D	P	D	P			
7	06503241002	ANANG ARIF HIDAYAT	fabrikasi	Mesin Pencetak Kulit Bola	Khotibul Umam, MT.	Tanggal			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	90%					
7	06503241035	ARIE NUZAN KH P	fabrikasi	Mesin Pencetak Kulit Bola					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	92%				
7	06503241001	M DIDIK SURYADI	fabrikasi	Mesin Pencetak Kulit Bola					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	88%			
7	06503241011	MUHAMMAD QOMARUDJIN	pemesinan	Mesin Pencetak Kulit Bola					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	88%		
7	06503241003	TAUFIK	pemesinan	Mesin Pencetak Kulit Bola					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	87%	
7	06503241020	SURONO	perancangan	Mesin Pencetak Kulit Bola				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	89%		
17	06503241008	DEDI IRAWAN	fabrikasi	Mesin pemecah es batu untuk skala rumah tangga	Tiwani, MT.	Tanggal			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	81%		
17	06503244008	BUDI HARYANTO	fabrikasi	Mesin pemecah es batu untuk skala rumah tangga					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	93%		
17	06503244014	GINANJAR AGUNG S	fabrikasi	Mesin pemecah es batu untuk skala rumah tangga					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	79%	
17	06503244011	DWI ARBOWO ENDARWAN	pemesinan	Mesin pemecah es batu untuk skala rumah tangga					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	93%	
17	06503244003	YOZEZ MARGIYANTO	pemesinan	Mesin pemecah es batu untuk skala rumah tangga					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	93%
17	06503241006	ADITYA PRASTYO N	perancangan	Mesin pemecah es batu untuk skala rumah tangga				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	75%	
19	06506134074	WAWAN HERWANAN	fabrikasi	Inovasi Mesin Press Genteng	Bambang SHP, MPd.	Tanggal			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	88%
19	06503244025	DANGU BAGUS SANUYA	fabrikasi	Inovasi Mesin Press Genteng					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	82%
19	06503244021	I GUSTI BAGUS M D	fabrikasi	Inovasi Mesin Press Genteng					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	90%
19	06503244006	ARIZA HIDAYAT	pemesinan	Inovasi Mesin Press Genteng					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	77%
19	06503244005	BAYU SAKRIYA PERDANA	pemesinan	Inovasi Mesin Press Genteng					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	78%
19	06503244030	EKA PURBA SEJATI	perancangan	Inovasi Mesin Press Genteng				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	85%	

Yogyakarta, 1 Sep 09
 Koordinator Proyek Akhir
 Drs. Jarwo Puspito, MP.



UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK

FRM/MES/28-00
02 Agustus 2007

Lampiran : Kartu Bimbingan Proyek Akhir

Judul Proyek Akhir : PERANCANGAN MESIN PENCETAK KULIT BOLA UNTUK PRODUKSI
KULIT BOLA KAKI BERPOLA SEGI LIMA DAN SEGI ENAM

Nama Mahasiswa : SURONO

No Mahasiswa : 06503241020

Doser Pembimbing : Muh. Khotibul Umam. Hasan, MT.

Bimb. Ke	Hari/Tanggal Bimbingan	Materi Bimbingan	Catatan Dosen Pembimbing	Tanda Tangan Dosen Pembimbing
1	Senin 5. okt. '09	BAB I	Margin kurang tepat	
2	Senin 26 Okt. '09	BAB I - II	Bab II Analisis Morfologi kurang	
3	Selasa 8 Des. '09	BAB II - III	BAB III Tata tulis	
4	Rabu 30 Des. '09	BAB III - IV	Diagram Alir BAB IV diperbaiki	
5	Senin 1 Feb. 2010	BAB IV - V	Rangka yang dianalisis hanya beban kritisnya	
6	Jum'at 5 Feb. 2010	BAB IV - V	Kesalahan penulisan simbol-simbol	
7	Jum'at 12 Feb. 2010	Lampiran	kelengkapan lampiran : toleransi	
8	Rabu 3 Maret 2010	Abstrak, dll.	Abstrak dikurangi bag. awalnya OK	

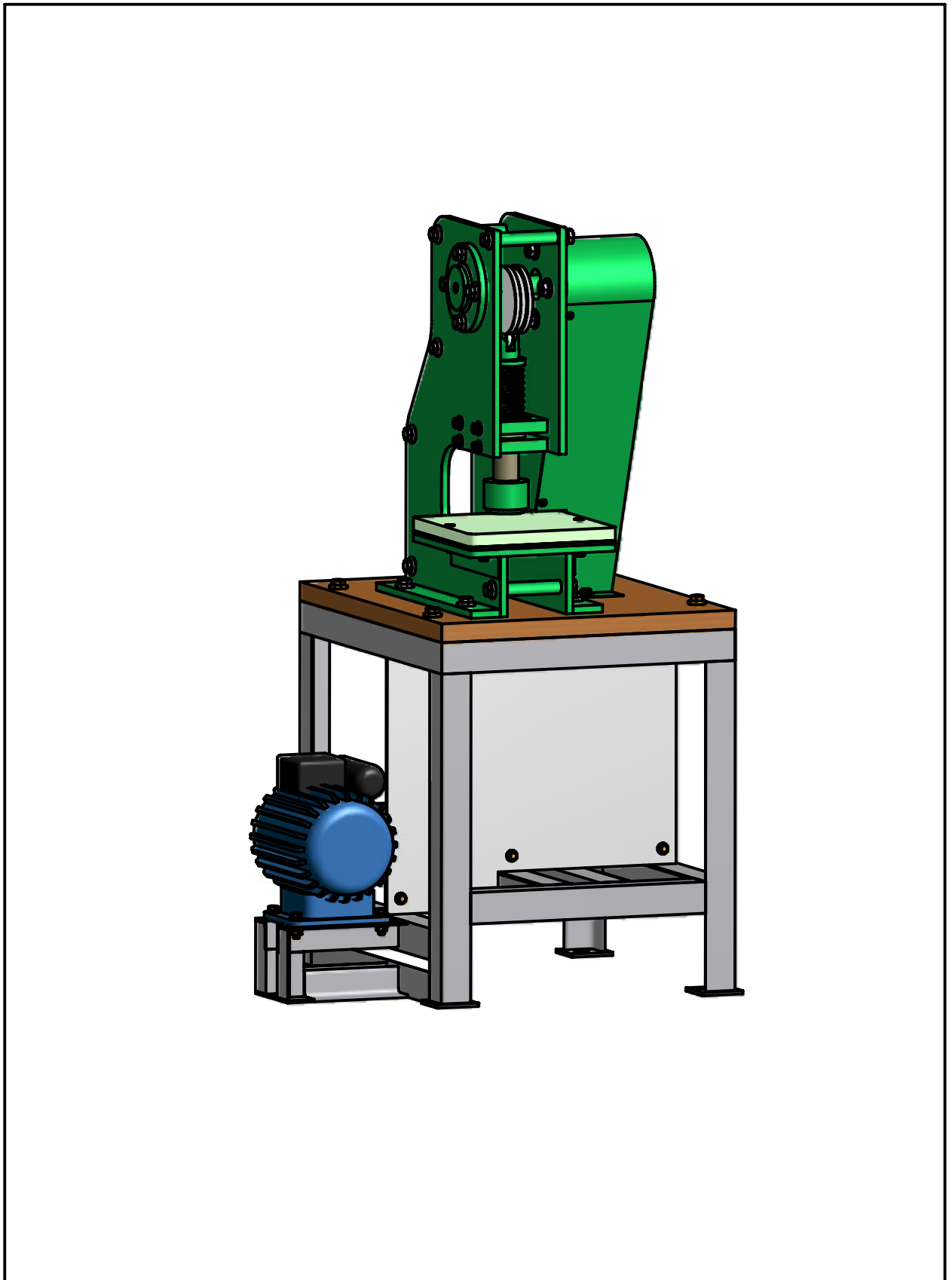
Keterangan :

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

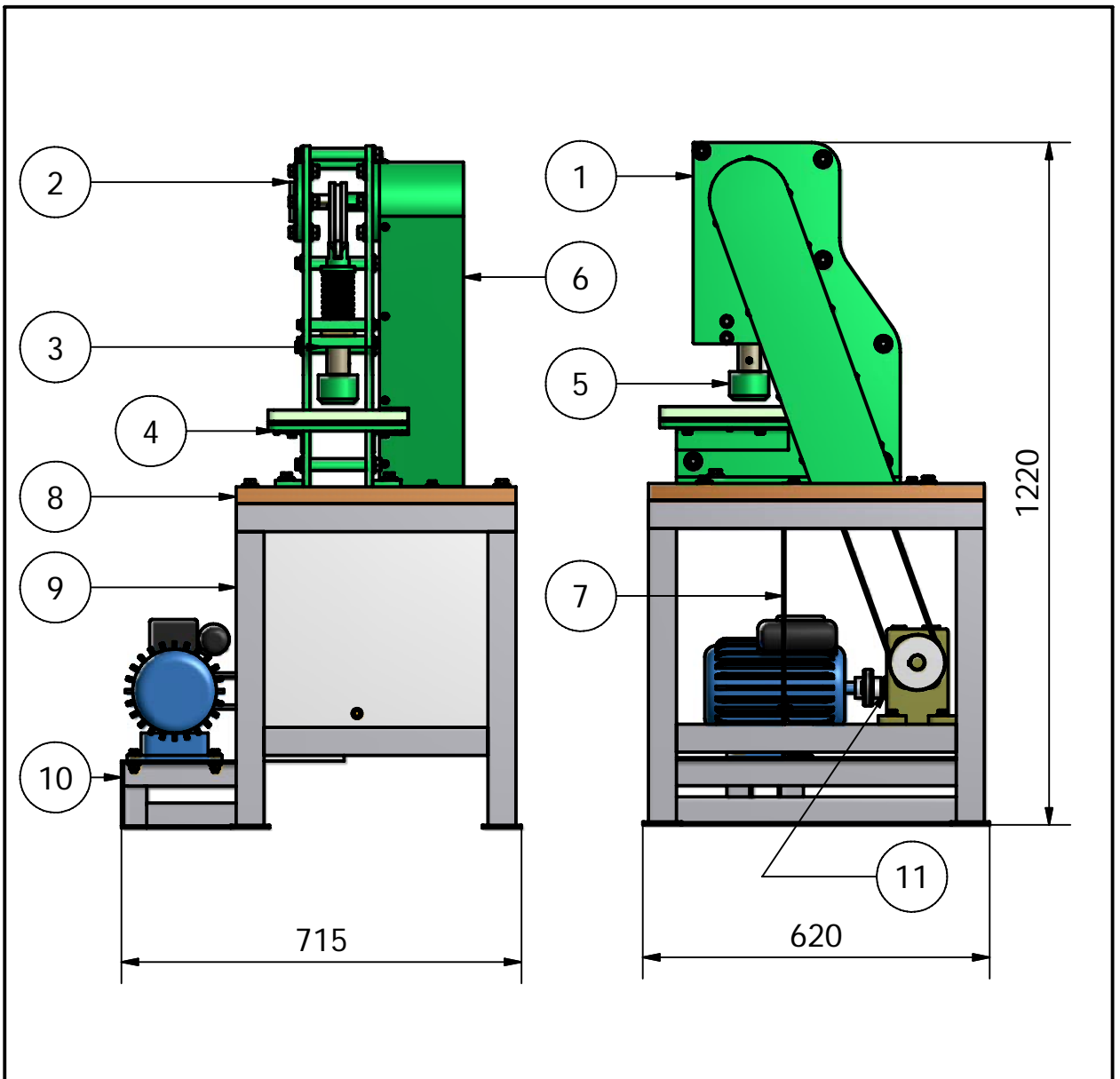
Mengetahui
Koordinator Proyek Akhir,

Jarwo Puspito, M.P

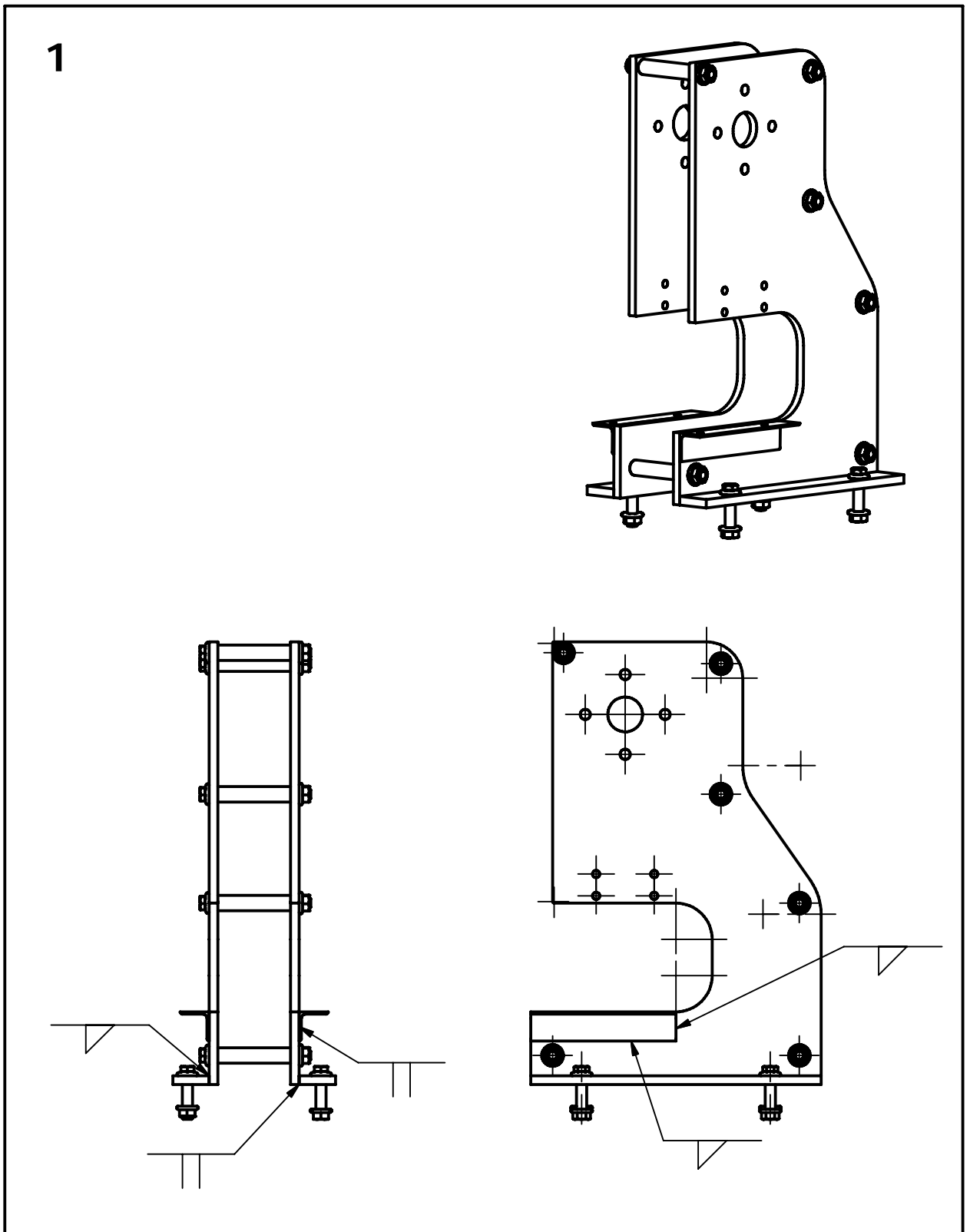
NIP. 196.30.108.190901 1 001



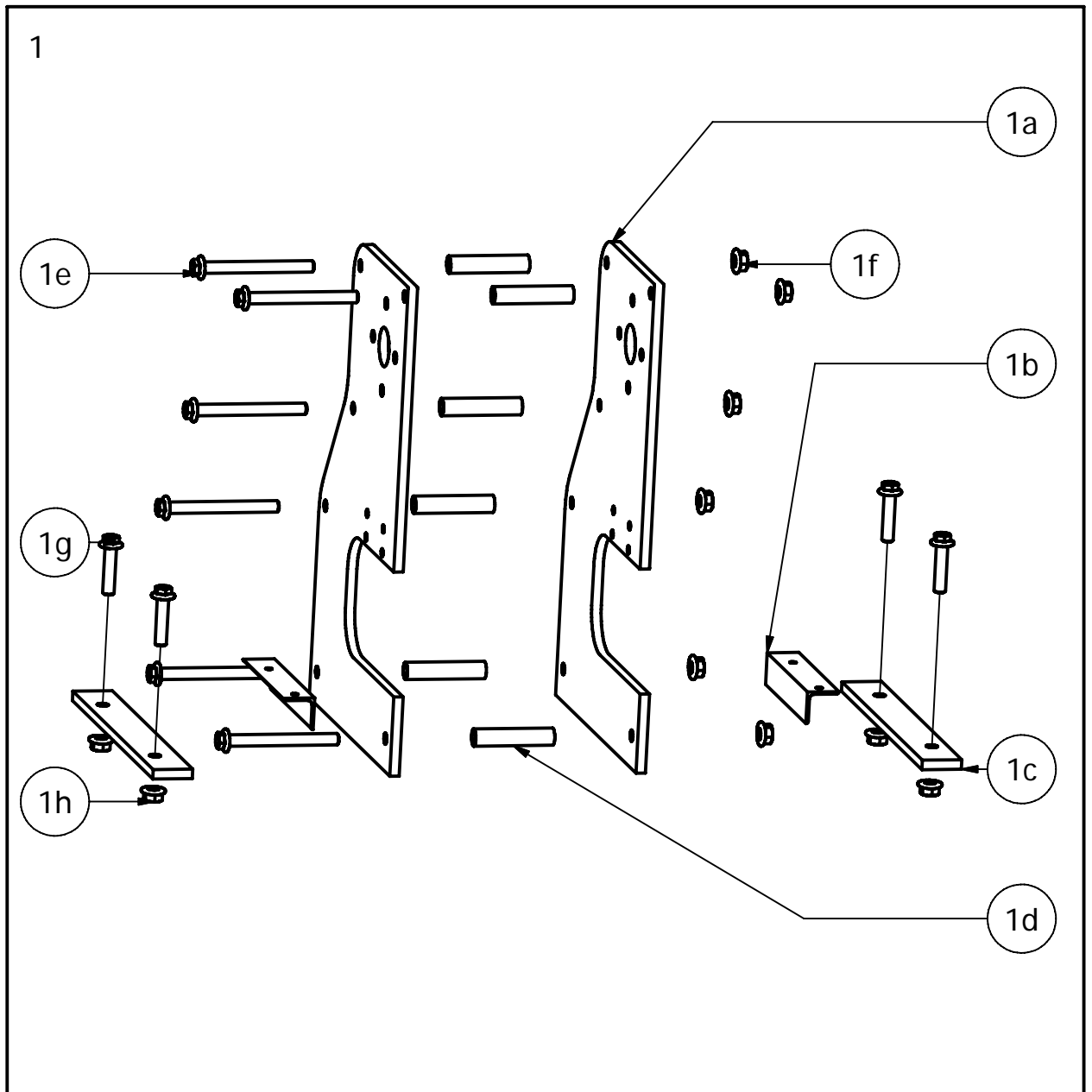
	Skala : 1:9	Digambar : Surono	Ket.
	Satuan : mm	NIM : 06503241020	
	Tgl : 30/12/2009	Diperiksa : M.K Umam H, MT.	
TEKNIK MESIN FT UNY	MESIN PENCETAK KULIT BOLA		A4



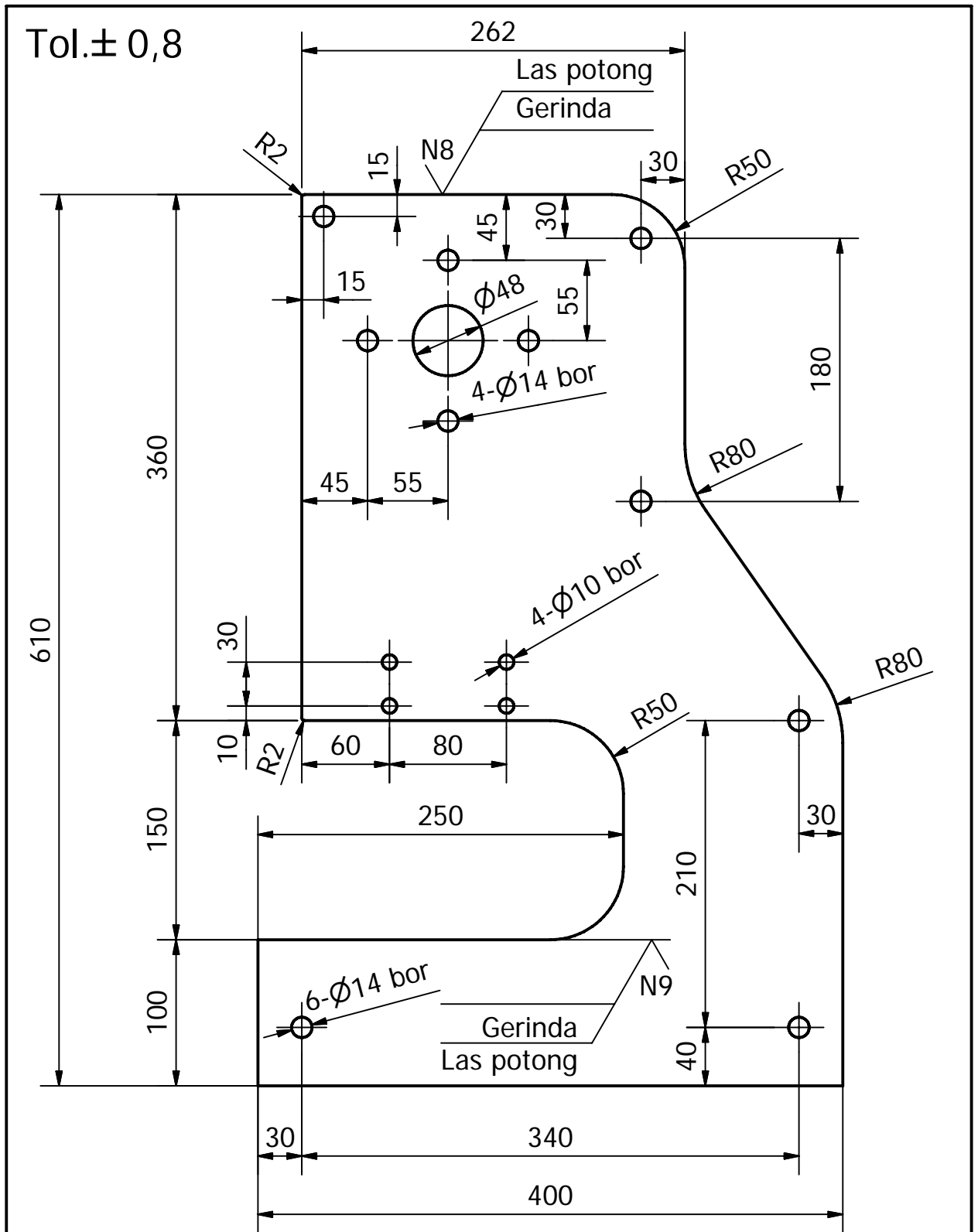
11	Bagian Transmisi				
10	Rangka Dudukan Motor				
9	Rangka Meja				
8	Papan				
5	Bagian Pemotong				
4	Landasan Potong				
3	Pengarah Potong				
2	Rumah Bearing				
1	Rangka Utama				
No.	Nama Bagian	Bahan	Ukuran	Jml	catatan
	Skala : 1:12	Digambar : Surono		Ket.	
	Satuan : mm	NIM : 06503241020			
	Tgl : 30/12/2009	Diperiksa : M.K Umam H, MT.			
TEKNIK MESIN FT UNY		MESIN PENCETAK KULIT BOLA			A4



1	Rangka Utama				
No.	Nama Bagian	Bahan	Ukuran	Jml	catatan
	Skala : 1:8	Digambar : Surono		Ket.	
	Satuan : mm	NIM : 06503241020			
	Tgl : 30/12/2009	Diperiksa : M.K Umam H, MT.			
TEKNIK MESIN FT UNY		RANGKA UTAMA			A4



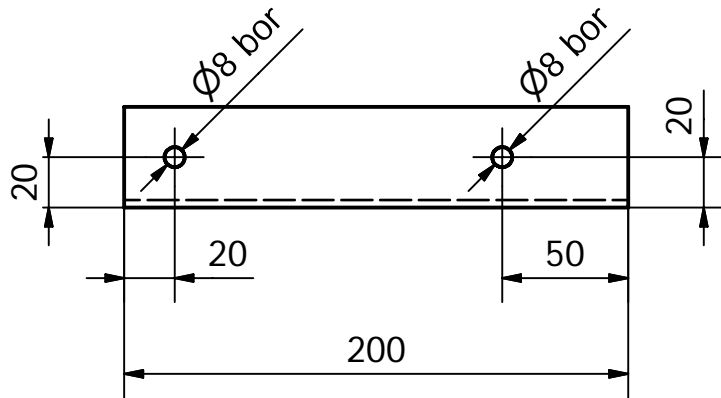
1h	Mur Penyangga Rangka Utama		M14	4	Beli
1g	Baut Penyangga Rangka Utama		M14x60	4	Beli
1f	Mur Rangka Utama		M14	6	Beli
1e	Baut Rangka Utama		M14x140	6	Beli
1d	Ring Penahan	Pipa Baja	21x1,5x100	6	
1c	Penyangga Rangka Utama	ST 34	400x50x12	2	
1b	Pemegang Landasan Potong	Bj Profil L	L 40x40x4	2	
1a	Rangka Utama	ST 34	610x400x12	2	
No.	Nama Bagian	Bahan	Ukuran	Jml	catatan
	Skala : 1:8		Digambar : Surono		Ket.
	Satuan : mm		NIM : 06503241020		
	Tgl : 30/12/2009		Diperiksa : M.K Umam H, MT.		
TEKNIK MESIN FT UNY		RANGKA UTAMA			A4



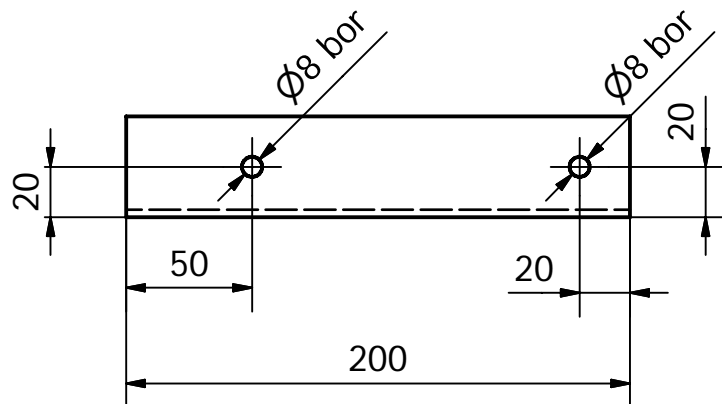
1a	Rangka Utama	ST 34	610x400x12	2	t=12
No.	Nama Bagian	Bahan	Ukuran	Jml	catatan
	Skala : 1:4	Digambar : Surono		Ket. Dikerjakan dg. cutting torch, bor	
	Satuan : mm	NIM : 06503241020			
	Tgl : 30/12/2009	Diperiksa : M.K Umam H, MT.			
TEKNIK MESIN FT UNY		RANGKA UTAMA			A4

Tol. $\pm 0,5$

1b1

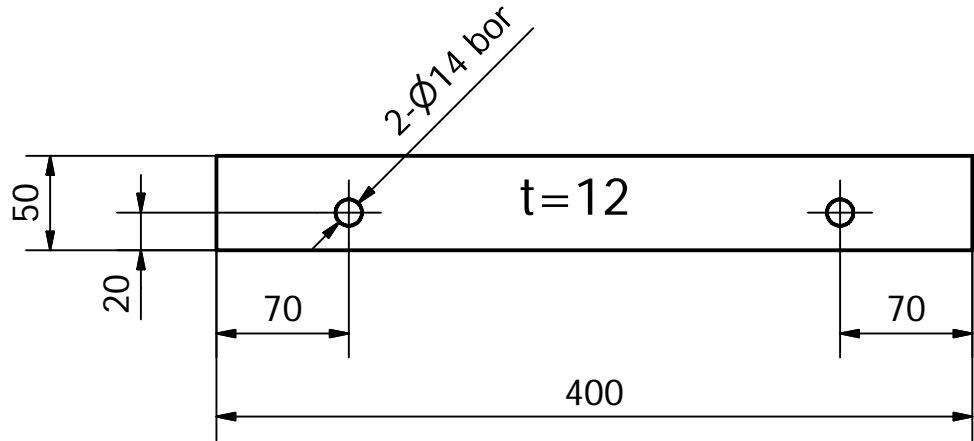


1b2

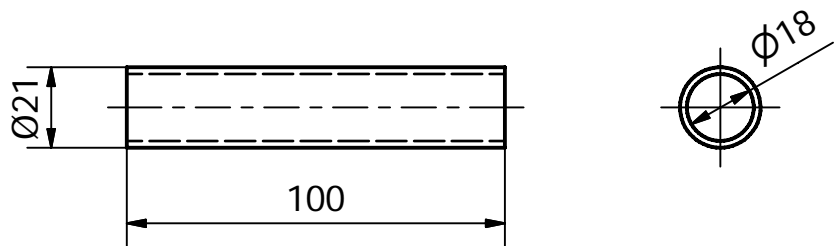


1b2	Pemegang Landasan Potong	Bj Profil L	L 40x40x4	1	
1b1	Pemegang Landasan Potong	Bj Profil L	L 40x40x4	1	
No.	Nama Bagian	Bahan	Ukuran	Jml	catatan
	Skala : 1:3	Digambar : Surono		Ket.	
	Satuan : mm	NIM : 06503241020			
	Tgl : 30/12/2009	Diperiksa : M.K Umam H, MT.			
TEKNIK MESIN FT UNY		RANGKA UTAMA			A4

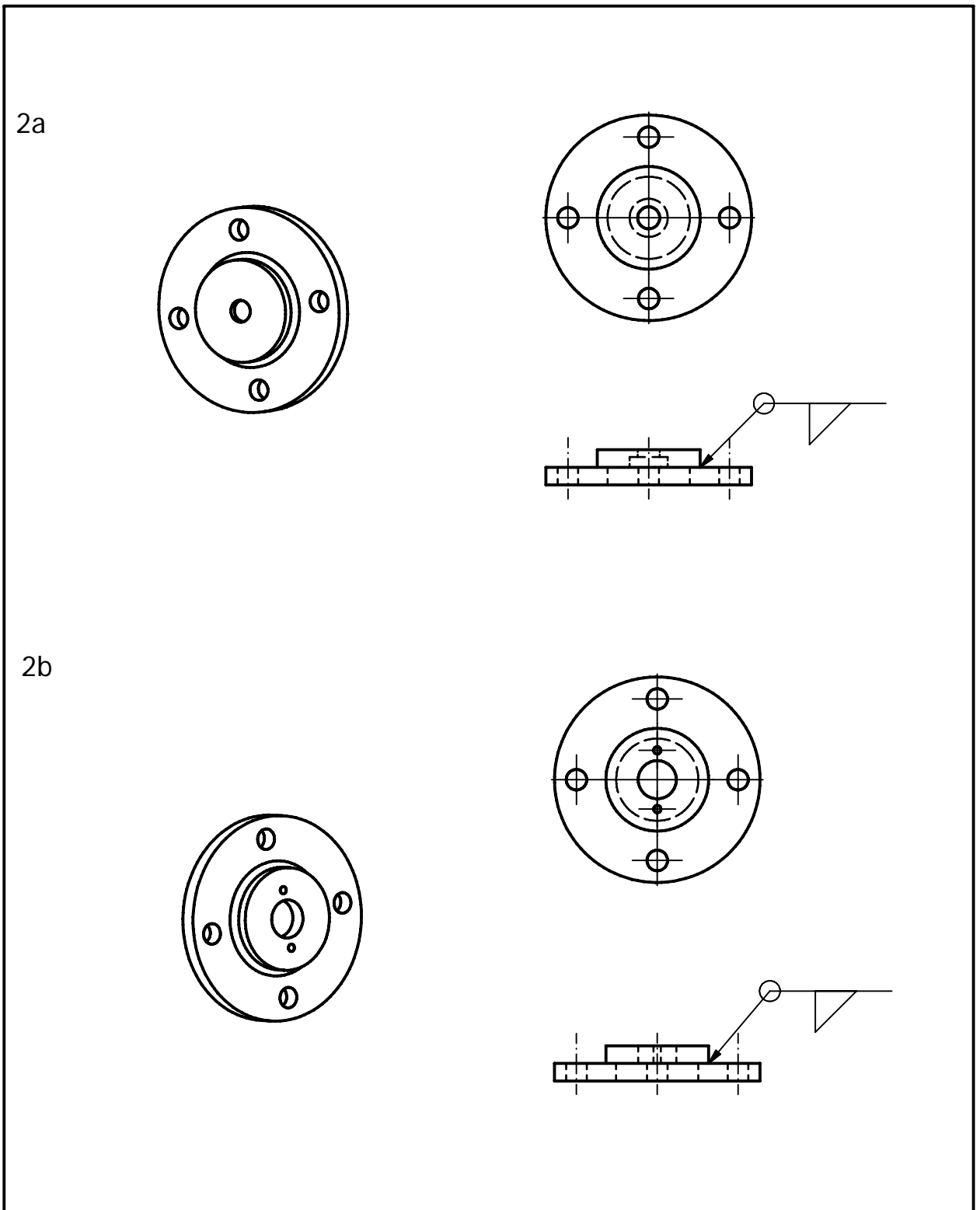
1c (1 : 4) Tol.± 0,8



1d (1 : 2) Tol.± 0,3

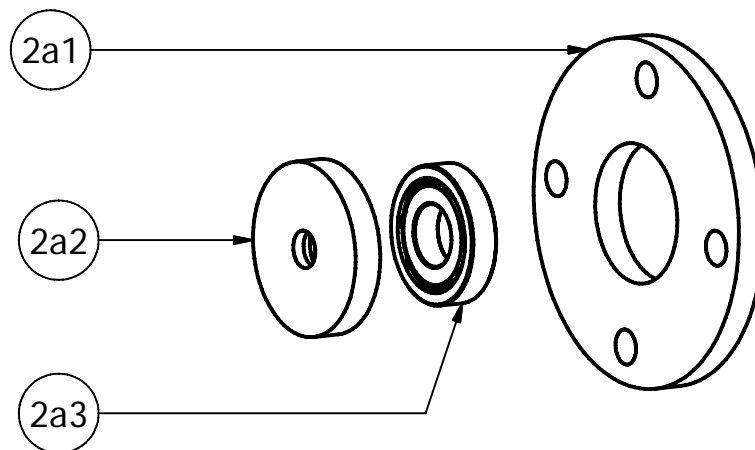


1d	Ring Penahan	Pipa Baja	21x1,5x100	6	
1c	Penyangga Rangka Utama	ST 34	400x50x12	2	
No.	Nama Bagian	Bahan	Ukuran	Jml	catatan
	Skala :	Digambar : Surono		Ket. Skala tertera dlm. gbr	
	Satuan : mm	NIM : 06503241020			
	Tgl : 30/12/2009	Diperiksa : M.K Umam H, MT.			
TEKNIK MESIN FT UNY		RANGKA UTAMA			A4

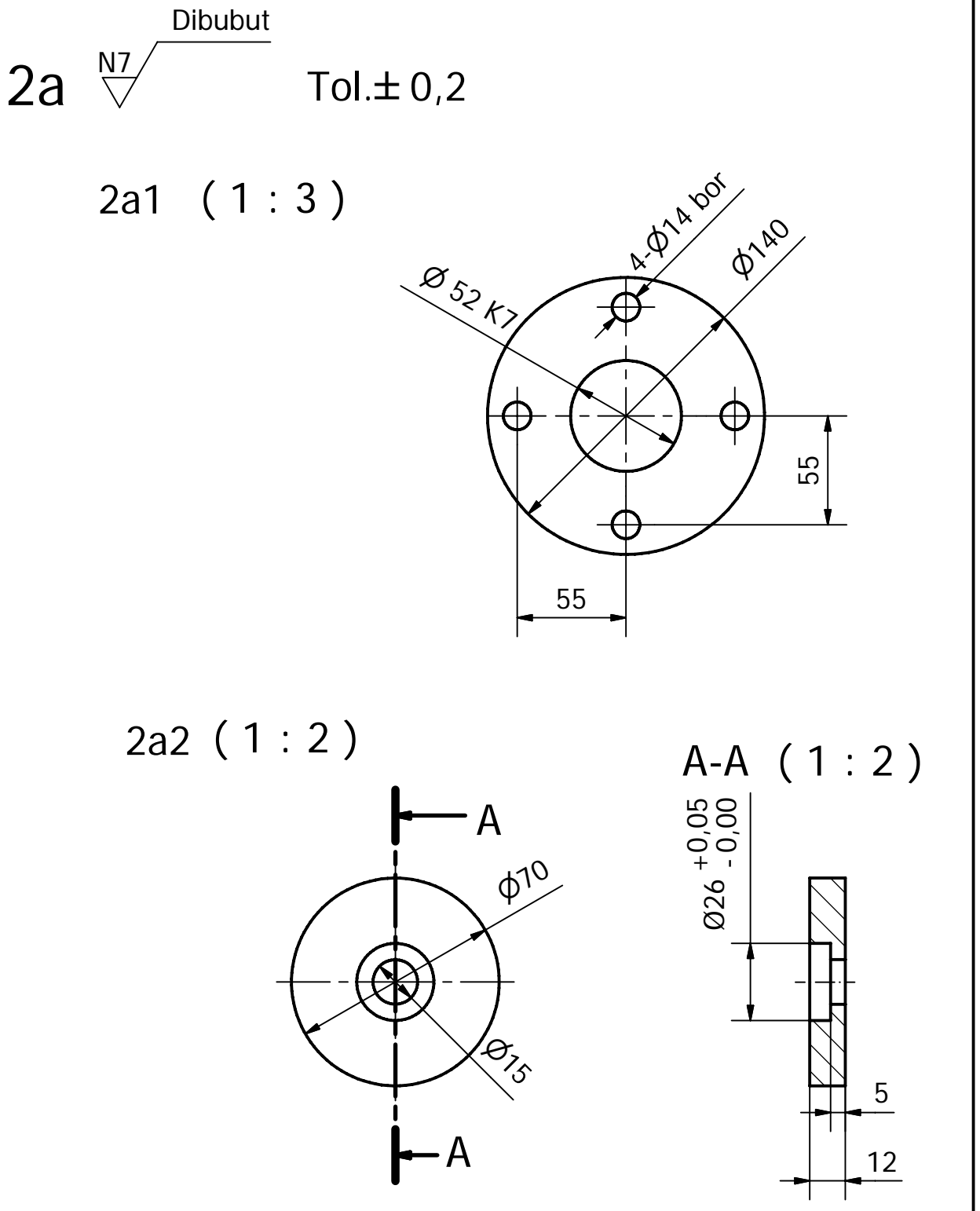


2b	Rumah Bearing (kanan)	ST 34		1	
2a	Rumah Bearing (kiri)	ST 34		1	
No.	Nama Bagian	Bahan	Ukuran	Jml	catatan
	Skala : 1:4	Digambar : Surono		Ket.	
	Satuan : mm	NIM : 06503241020			
	Tgl : 30/12/2009	Diperiksa : M.K Umam H, MT.			
TEKNIK MESIN FT UNY		RUMAH BEARING			A4

2a

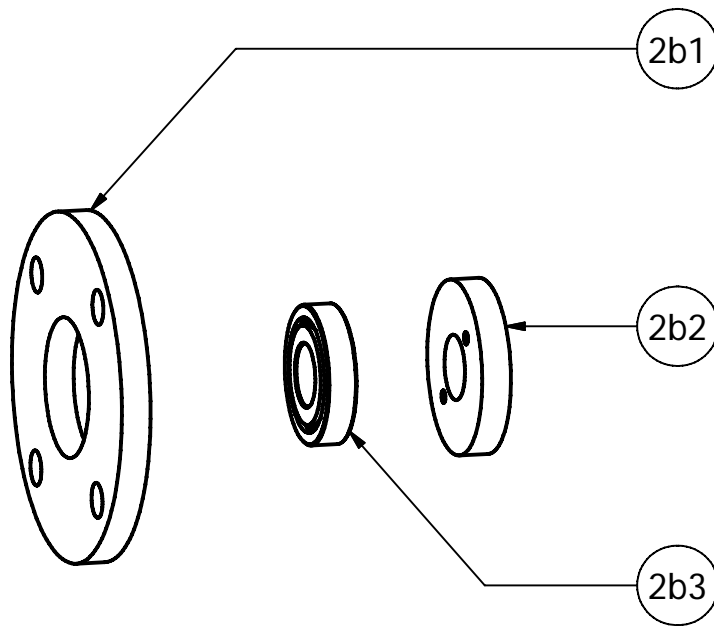


2a3	Bearing		6205	1	Beli
2a2	Bagian Luar	ST 34	dia.70x12	1	
2a1	Bagian Dalam	ST 34	dia.140x12	1	
No.	Nama Bagian	Bahan	Ukuran	Jml	catatan
	Skala : 1:3	Digambar : Surono		Ket.	
	Satuan : mm	NIM : 06503241020			
	Tgl : 30/12/2009	Diperiksa : M.K Umam H, MT.			
TEKNIK MESIN FT UNY		RUMAH BEARING			A4

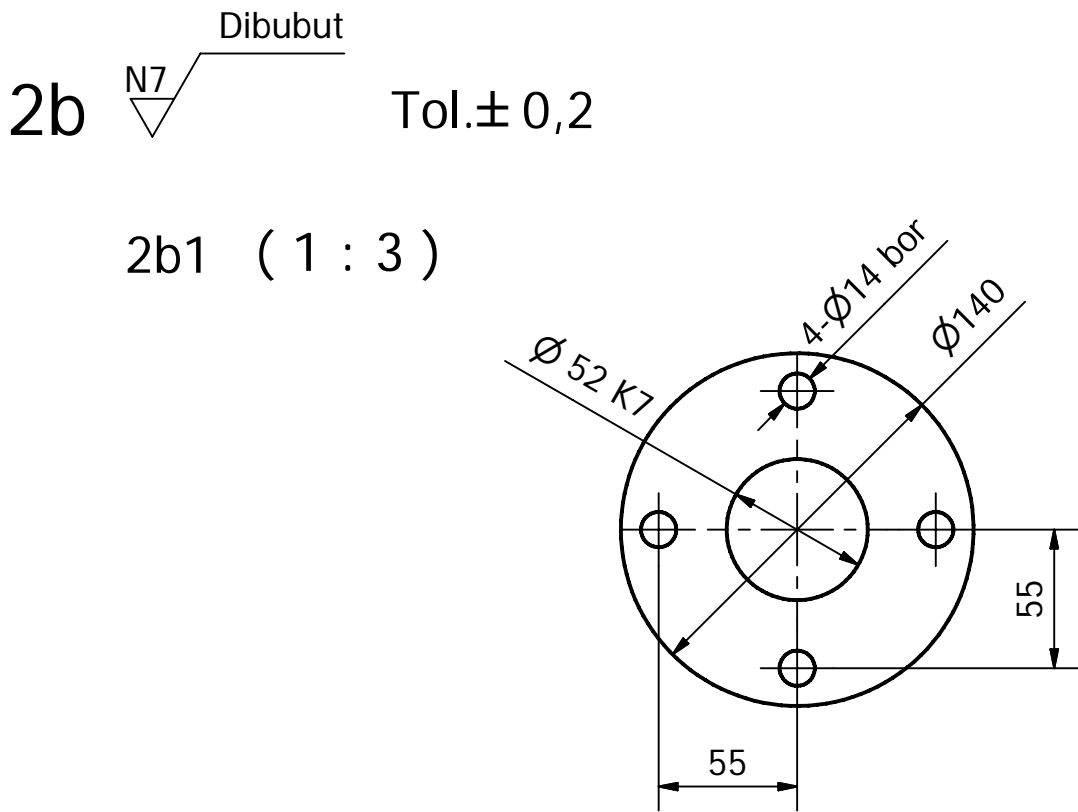


2a2	Bagian Luar	ST 34	dia.70x12	1	
2a1	Bagian Dalam	ST 34	dia.140x12	1	t=12
No.	Nama Bagian	Bahan	Ukuran	Jml	catatan
	Skala :	Digambar : Surono		Ket. Skala tertera dlm. gbr	
	Satuan : mm	NIM : 06503241020			
	Tgl : 30/12/2009	Diperiksa : M.K Umam H, MT.			
TEKNIK MESIN FT UNY		RUMAH BEARING			A4

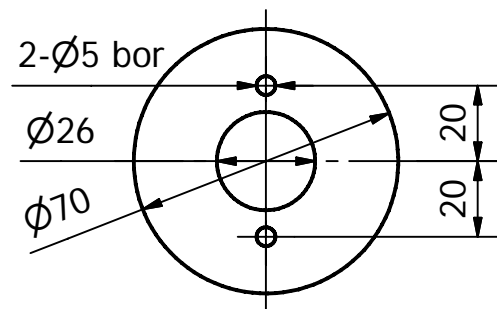
2b



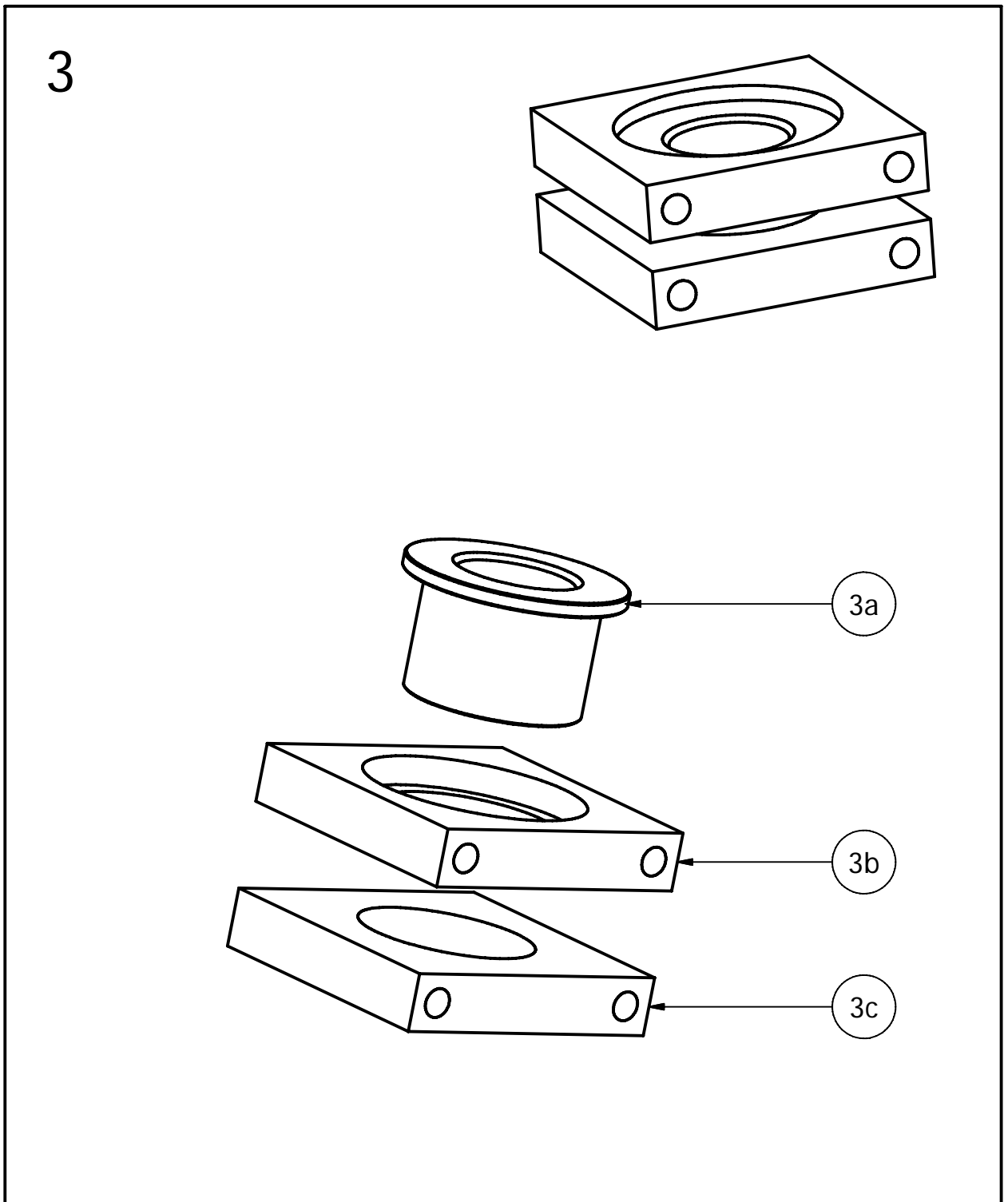
2b3	Bearing		6205	1	Beli
2b2	Bagian Luar	ST 34	dia.70x12	1	
2b1	Bagian Dalam	ST 34	dia.140x12	1	
No.	Nama Bagian	Bahan	Ukuran	Jml	catatan
	Skala : 1:3	Digambar : Surono		Ket.	
	Satuan : mm	NIM : 06503241020			
	Tgl : 30/12/2009	Diperiksa : M.K Umam H, MT.			
TEKNIK MESIN FT UNY		RUMAH BEARING			A4



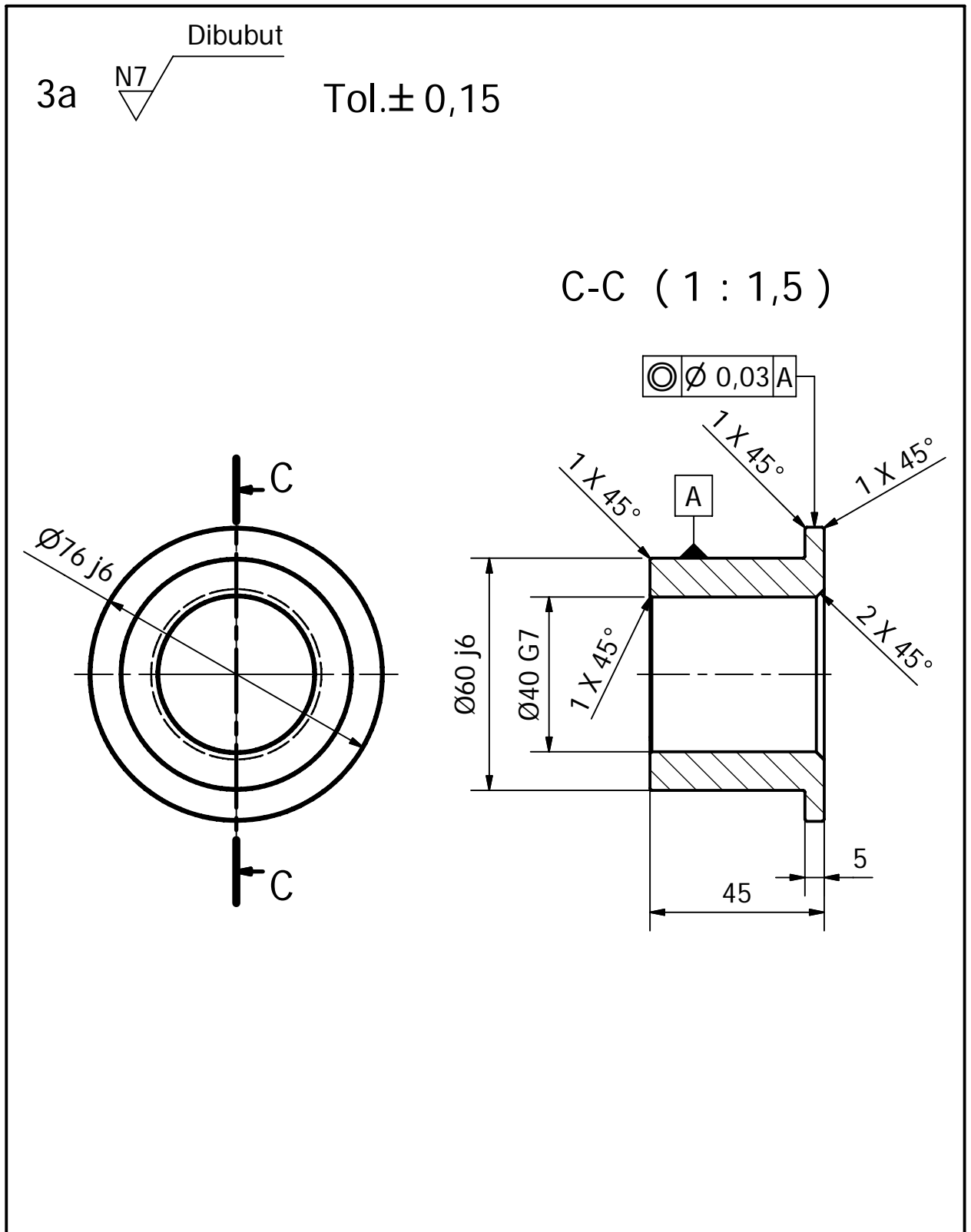
2b2 (1 : 2)

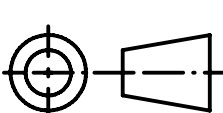


2b2	Bagian Luar	ST 34	dia.70x12	1	
2b1	Bagian Dalam	ST 34	dia.140x12	1	
No.	Nama Bagian	Bahan	Ukuran	Jml	catatan
	Skala :	Digambar : Surono		Ket. Skala tertera dlm. gbr	
	Satuan : mm	NIM : 06503241020			
	Tgl : 30/12/2009	Diperiksa : M.K Umam H, MT.			
TEKNIK MESIN FT UNY		RUMAH BEARING			A4

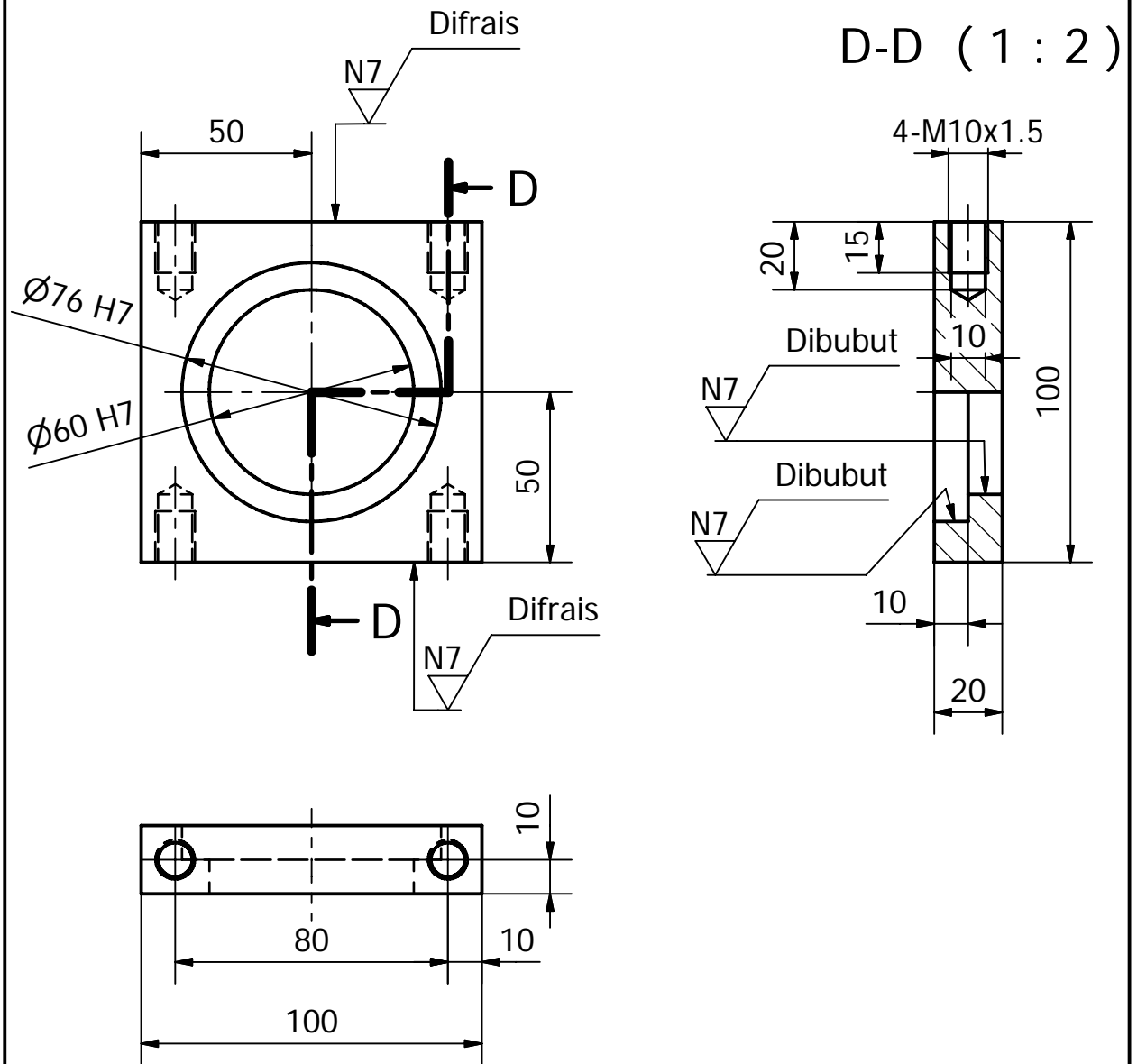


3c	Bagian Bawah	ST37	100x100x20	1	
3b	Bagian Atas	ST37	100x100x20	1	
3a	Bagian Dalam	Perunggu	dia76x45	1	
No.	Nama Bagian	Bahan	Ukuran	Jml	catatan
	Skala : 1:2	Digambar : Surono		Ket.	
	Satuan : mm	NIM : 06503241020			
	Tgl : 30/12/2009	Diperiksa : M.K Umam H, MT.			
TEKNIK MESIN FT UNY		PENGARAH POTONG			A4



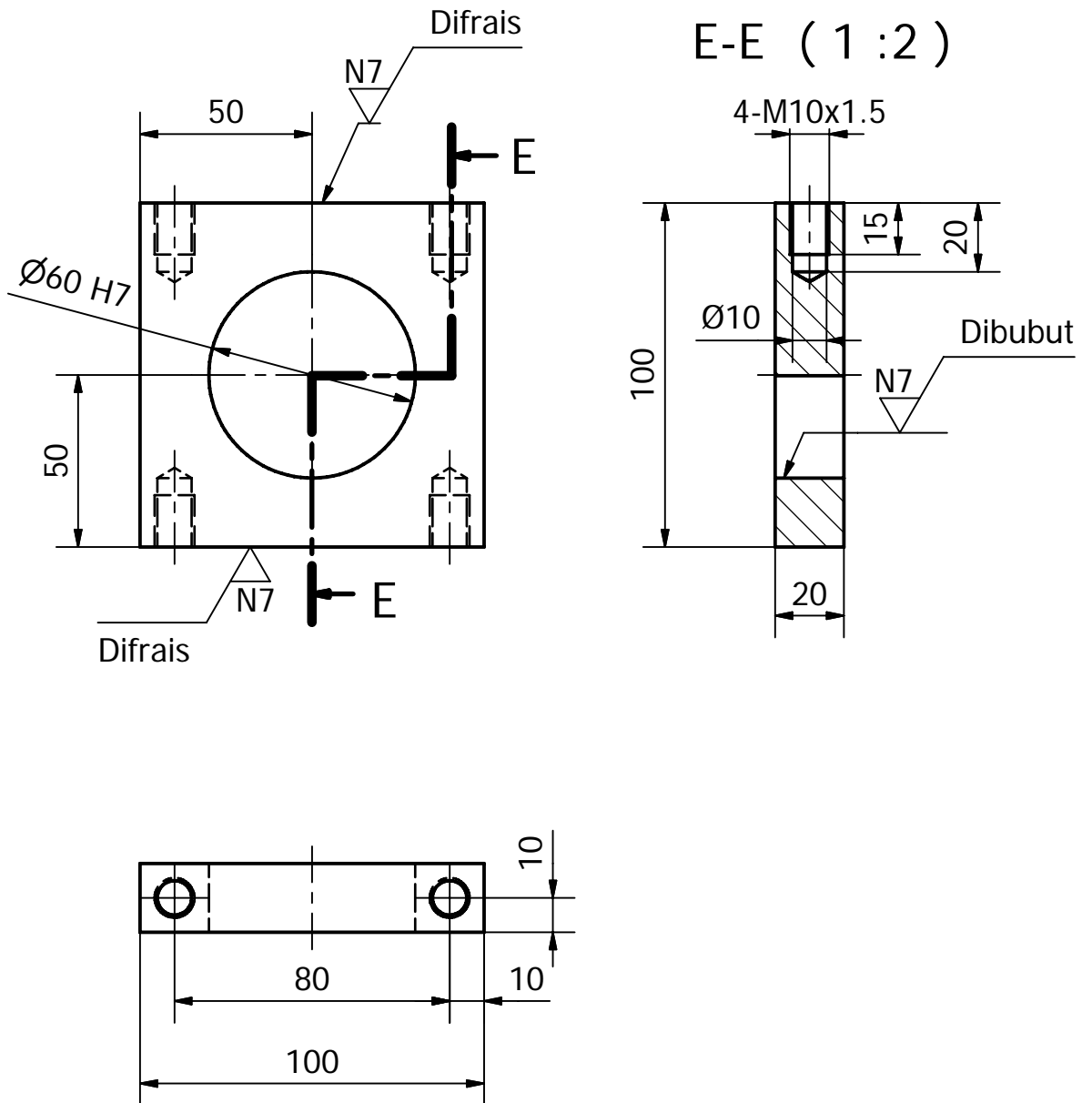
3a	Bagian Dalam	Perunggu	dia76x45	1	
No.	Nama Bagian	Bahan	Ukuran	Jml	catatan
	Skala : 1:1,5	Digambar : Surono		Ket.	
	Satuan : mm	NIM : 06503241020			
	Tgl : 30/12/2009	Diperiksa : M.K Umam H, MT.			
TEKNIK MESIN FT UNY		PENGARAH POTONG			A4

3b Tol. ± 0,05

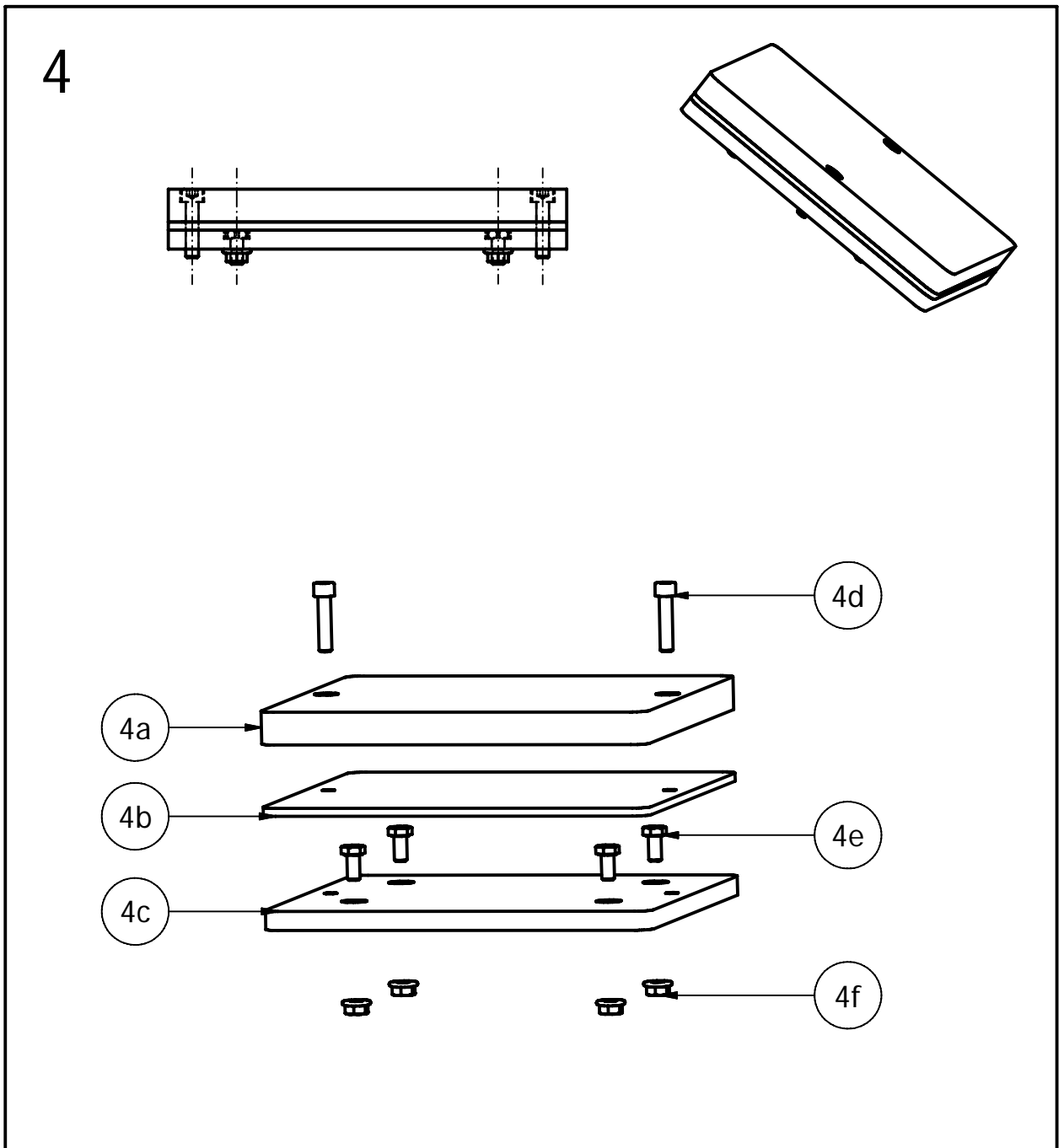


3b	Bagian Atas	ST37	100x100x20	1	
No.	Nama Bagian	Bahan	Ukuran	Jml	catatan
	Skala : 1:2	Digambar : Surono		Ket.	
	Satuan : mm	NIM : 06503241020			
	Tgl : 30/12/2009	Diperiksa : M.K Umam H, MT.			
TEKNIK MESIN FT UNY		PENGARAH POTONG			A4

3c Tol.± 0,05



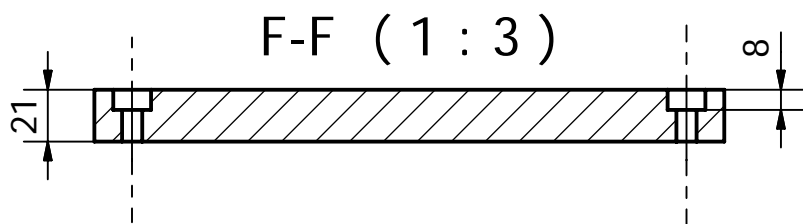
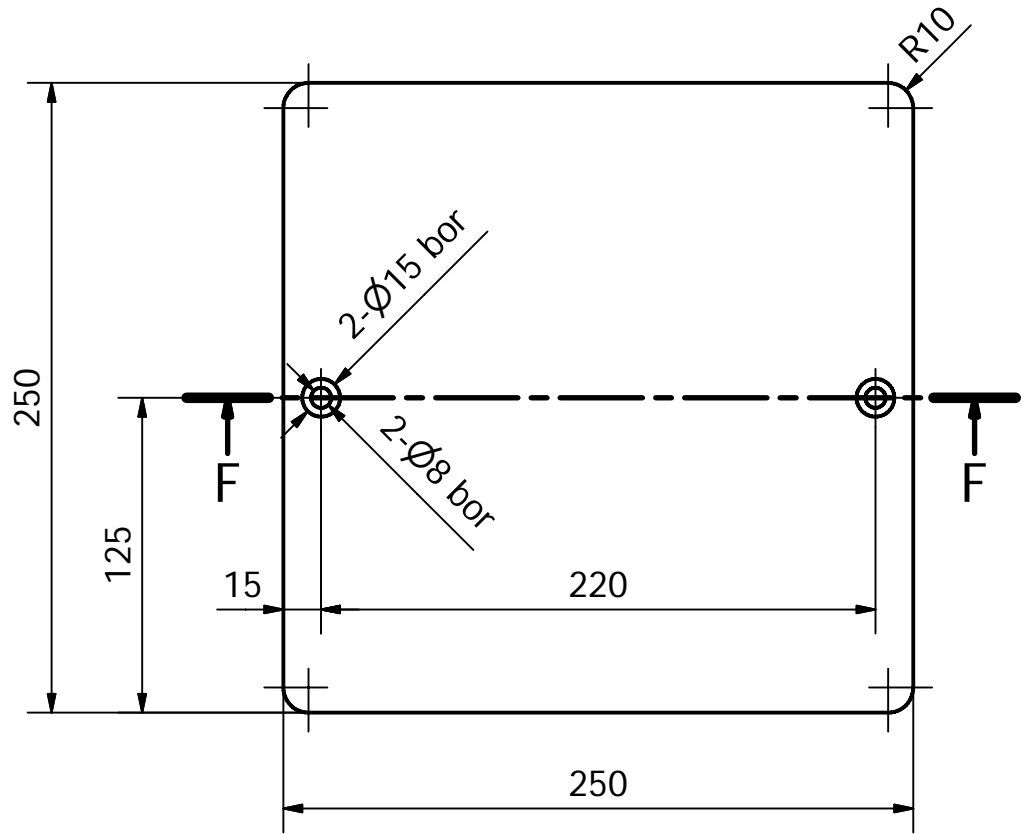
3c	Bagian Bawah	ST37	100x100x20	1	
No.	Nama Bagian	Bahan	Ukuran	Jml	catatan
	Skala : 1:2	Digambar : Surono		Ket.	
	Satuan : mm	NIM : 06503241020			
	Tgl : 30/12/2009	Diperiksa : M.K Umam H, MT.			
TEKNIK MESIN FT UNY		PENGARAH POTONG			A4



4f	Mur Bawah		M8	4	Beli
4e	Baut Bawah		M8x16	4	Beli
4d	Baut Atas	Bt.Tanam	M8x35	2	Beli
4c	Bagian Bawah	ST 34	250x250x12	1	
4b	Bagian Tengah	Karet	250x250x5	1	
4a	Bagian Atas	Fiberglass	250x250x21	1	
No.	Nama Bagian	Bahan	Ukuran	Jml	catatan

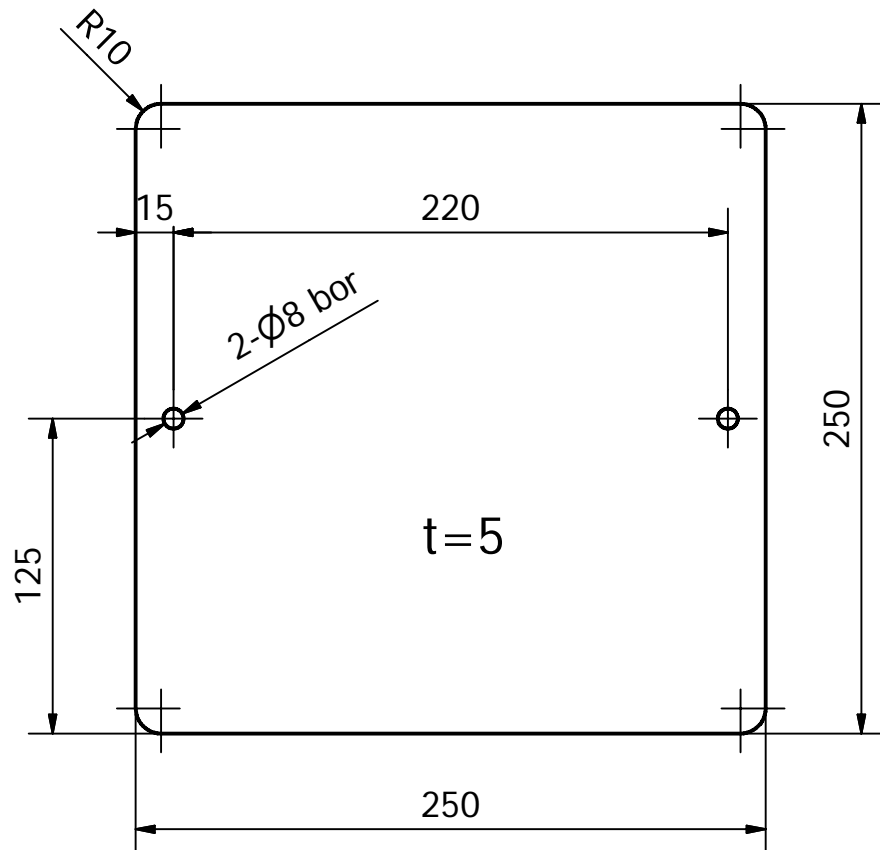
	Skala : 1:4	Digambar : Surono	Ket.
	Satuan : mm	NIM : 06503241020	
	Tgl : 30/12/2009	Diperiksa : M.K Umam H, MT.	

4a Tol.± 0,5



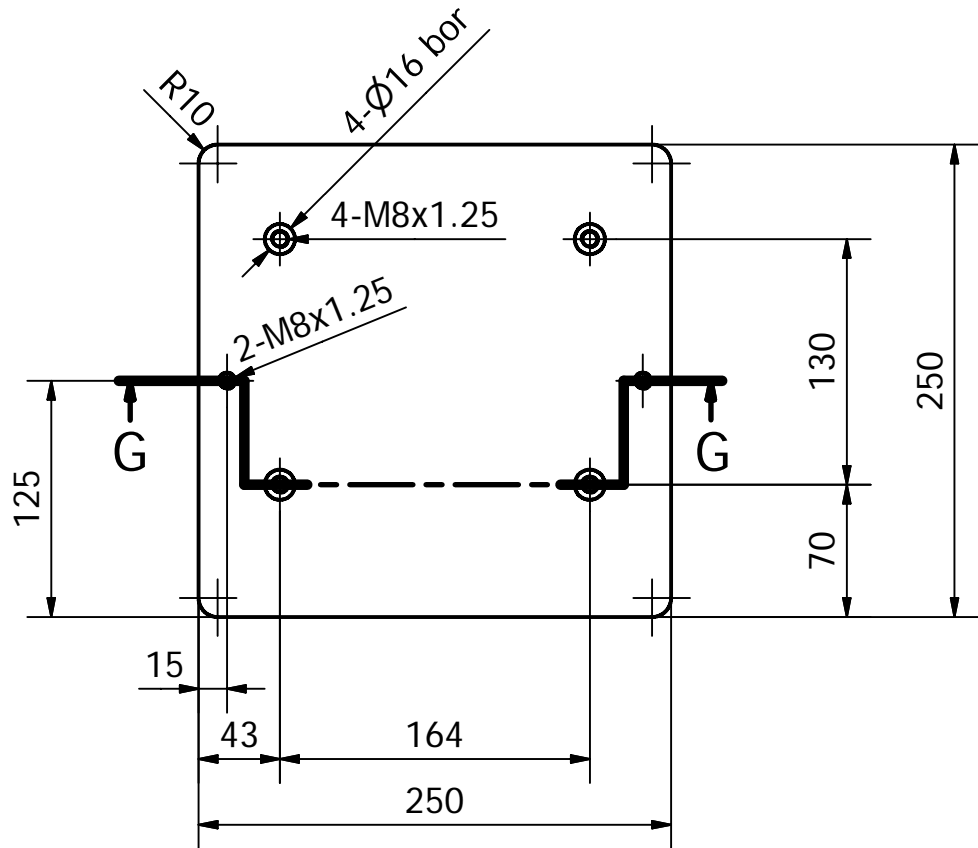
4a	Bagian Atas	Fiberglass	250x250x21	1	
No.	Nama Bagian	Bahan	Ukuran	Jml	catatan
	Skala : 1:3		Digambar : Surono		Ket.
	Satuan : mm		NIM : 06503241020		
	Tgl : 30/12/2009		Diperiksa : M.K Umam H, MT.		
TEKNIK MESIN FT UNY		LANDASAN POTONG			A4

4b Tol.± 0,5

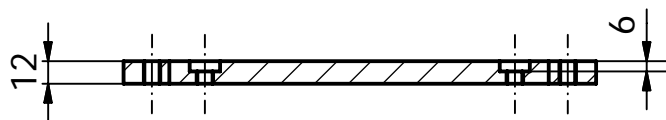


4b	Bagian Tengah	Karet	250x250x5	1	
No.	Nama Bagian	Bahan	Ukuran	Jml	catatan
	Skala : 1:3	Digambar : Surono		Ket.	
	Satuan : mm	NIM : 06503241020			
	Tgl : 30/12/2009	Diperiksa : M.K Umam H, MT.			
TEKNIK MESIN FT UNY		LANDASAN POTONG			A4

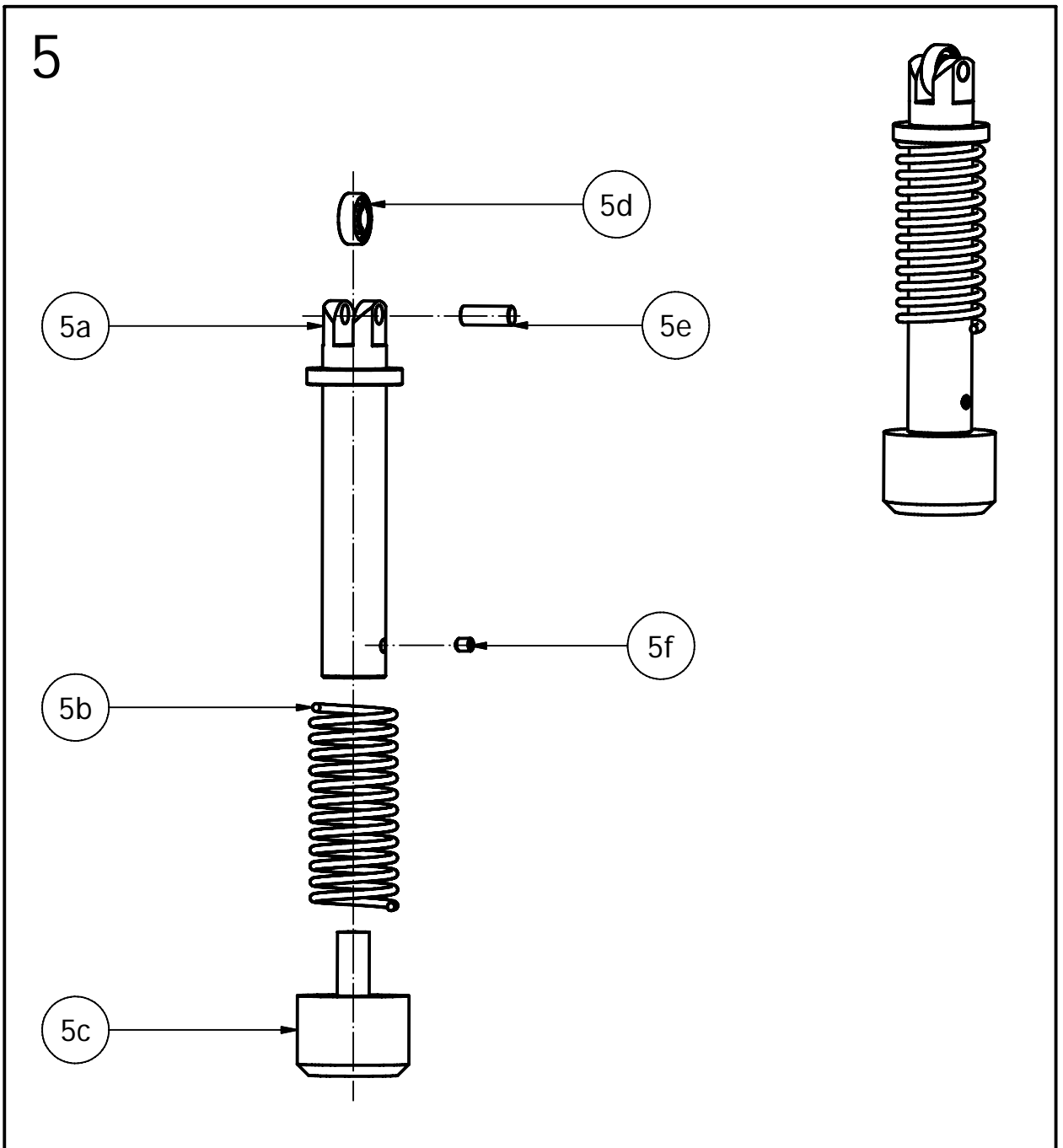
4C Tol.± 0,5



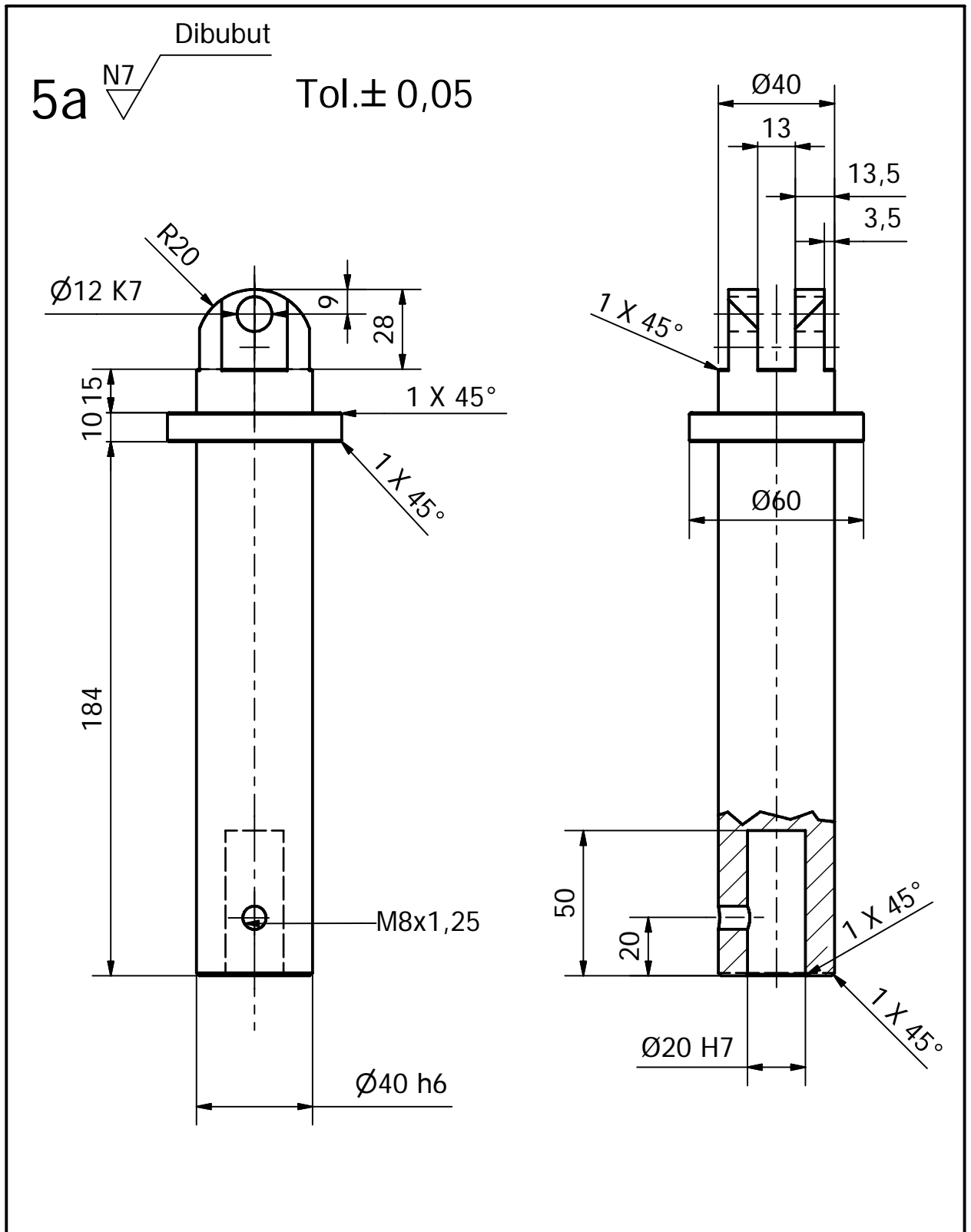
G-G (1 : 4)



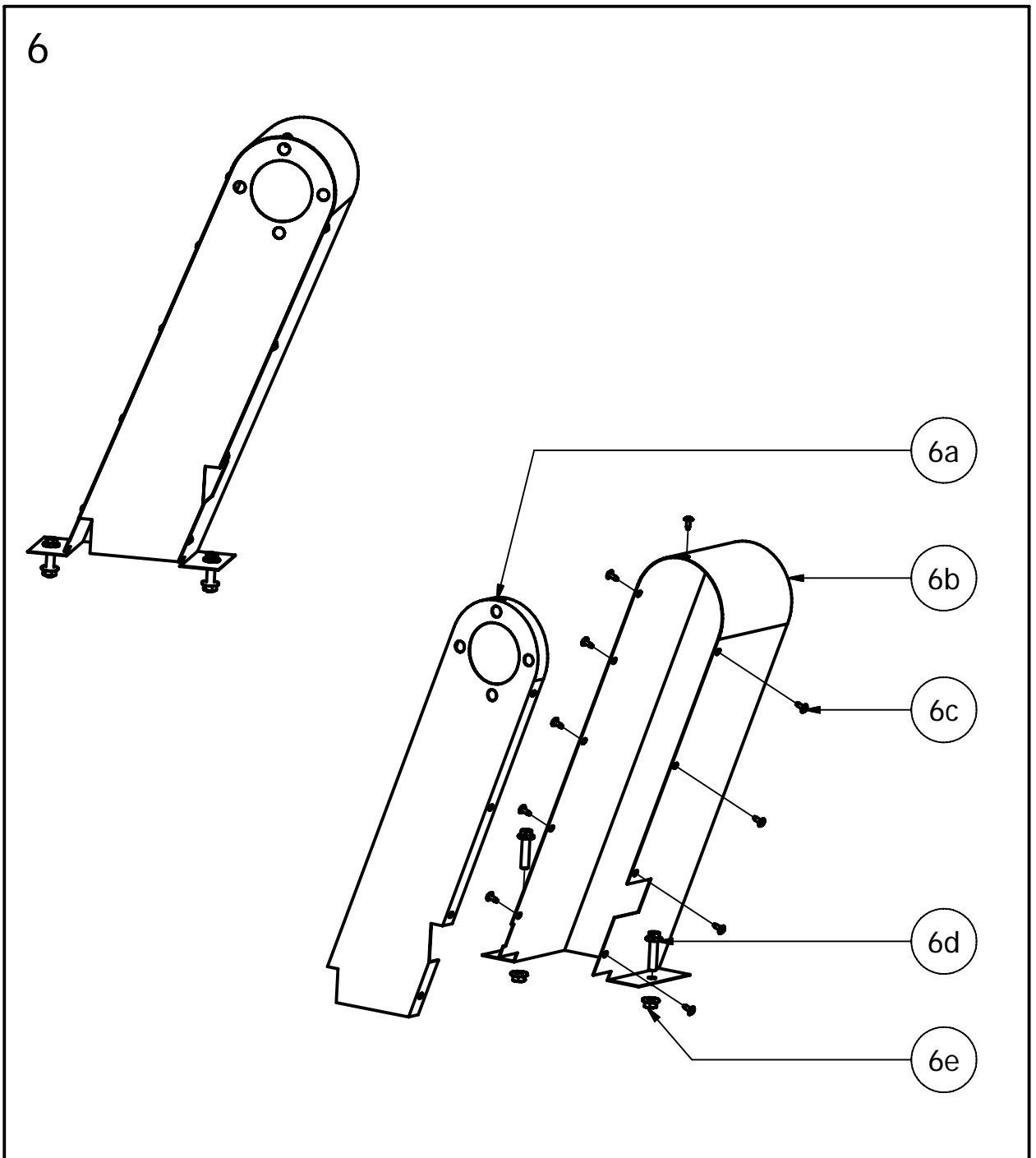
4c	Bagian Bawah	ST 34	250x250x12	1	
No.	Nama Bagian	Bahan	Ukuran	Jml	catatan
	Skala : 1:4		Digambar : Surono		Ket.
	Satuan : mm		NIM : 06503241020		
	Tgl : 30/12/2009		Diperiksa : M.K Umam H, MT.		
TEKNIK MESIN FT UNY		LANDASAN POTONG			A4



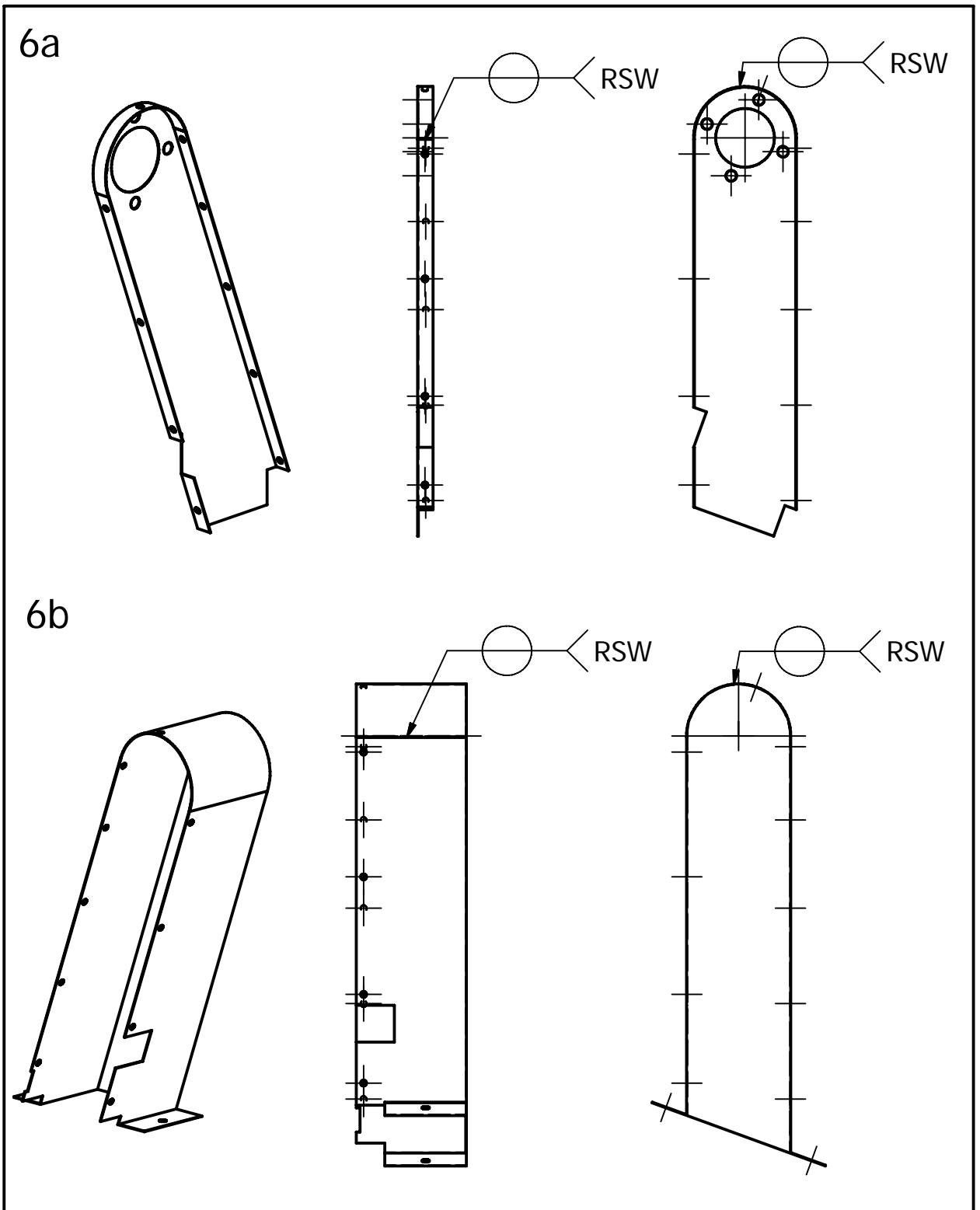
5f	Baut Pisau Pemotong	Bt.Tanam	M8x10	1	Beli
5e	Pin	Baja	dia.12x33	1	Beli
5d	Bearing		6201	1	Beli
5c	Pisau Pemotong	Baja	Segi 5 dan 6	@1	Pesan
5b	Pegas	Baja	din.40	1	Beli
5a	Poros Pemotong	S 45 C	dia.60x239	1	
No.	Nama Bagian	Bahan	Ukuran	Jml	catatan
	Skala : 1:4	Digambar : Surono		Ket.	
	Satuan : mm	NIM : 06503241020			
	Tgl : 30/12/2009	Diperiksa : M.K Umam H, MT.			
TEKNIK MESIN FT UNY		BAGIAN PEMOTONG			A4



5a	Poros Pemotong	S 45 C	dia.60x239	1	
No.	Nama Bagian	Bahan	Ukuran	Jml	catatan
	Skala : 1:2	Digambar : Surono		Ket.	
	Satuan : mm	NIM : 06503241020			
	Tgl : 30/12/2009	Diperiksa : M.K Umam H, MT.			
TEKNIK MESIN FT UNY		BAGIAN PEMOTONG			A4

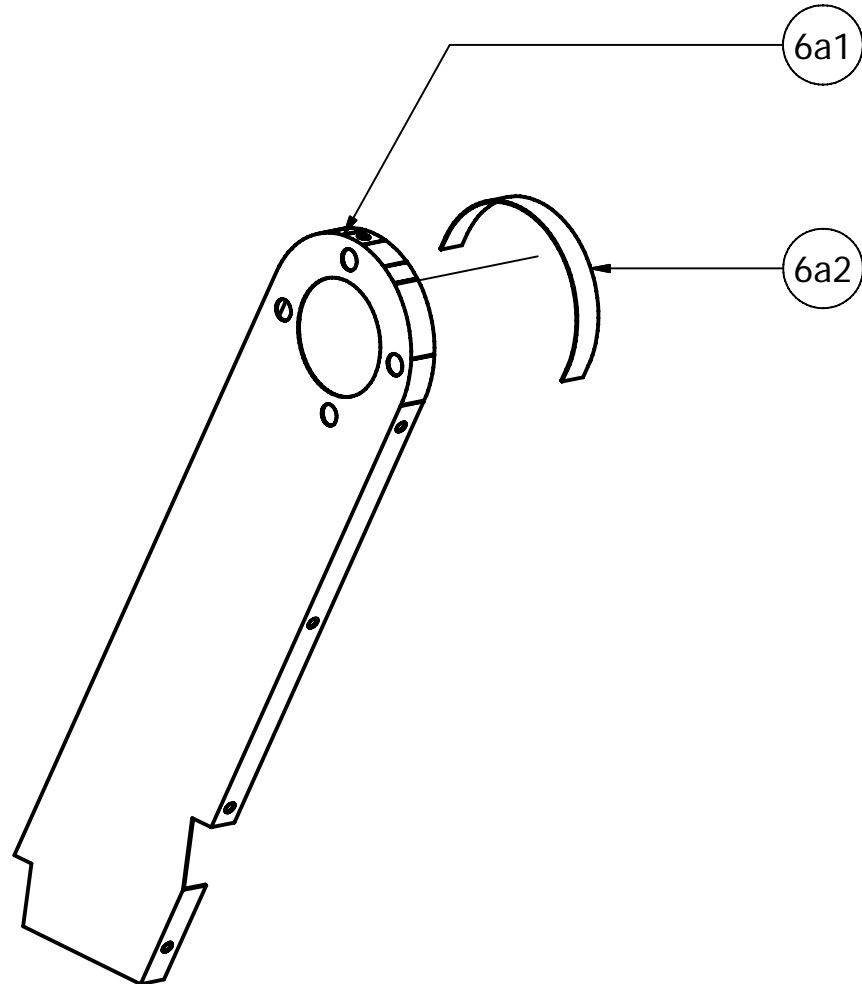


6e	Mur Cover Atas dengan Meja		M10	2	Beli
6d	Baut Cover Atas dengan Meja		M10x40	2	Beli
6c	Baut Cover Luar-Dalam	Sekrup	dia.8	10	Beli
6b	Bagian Luar	Bj Lembaran		1	
6a	Bagian Dalam	Bj Lembaran		1	
No.	Nama Bagian	Bahan	Ukuran	Jml	catatan
	Skala : 1:8	Digambar : Surono		Ket. Lbg. baut dibuat saat assembly	
	Satuan : mm	NIM : 06503241020			
	Tgl : 30/12/2009	Diperiksa : M.K Umam H, MT.			
TEKNIK MESIN FT UNY		COVER ATAS			A4

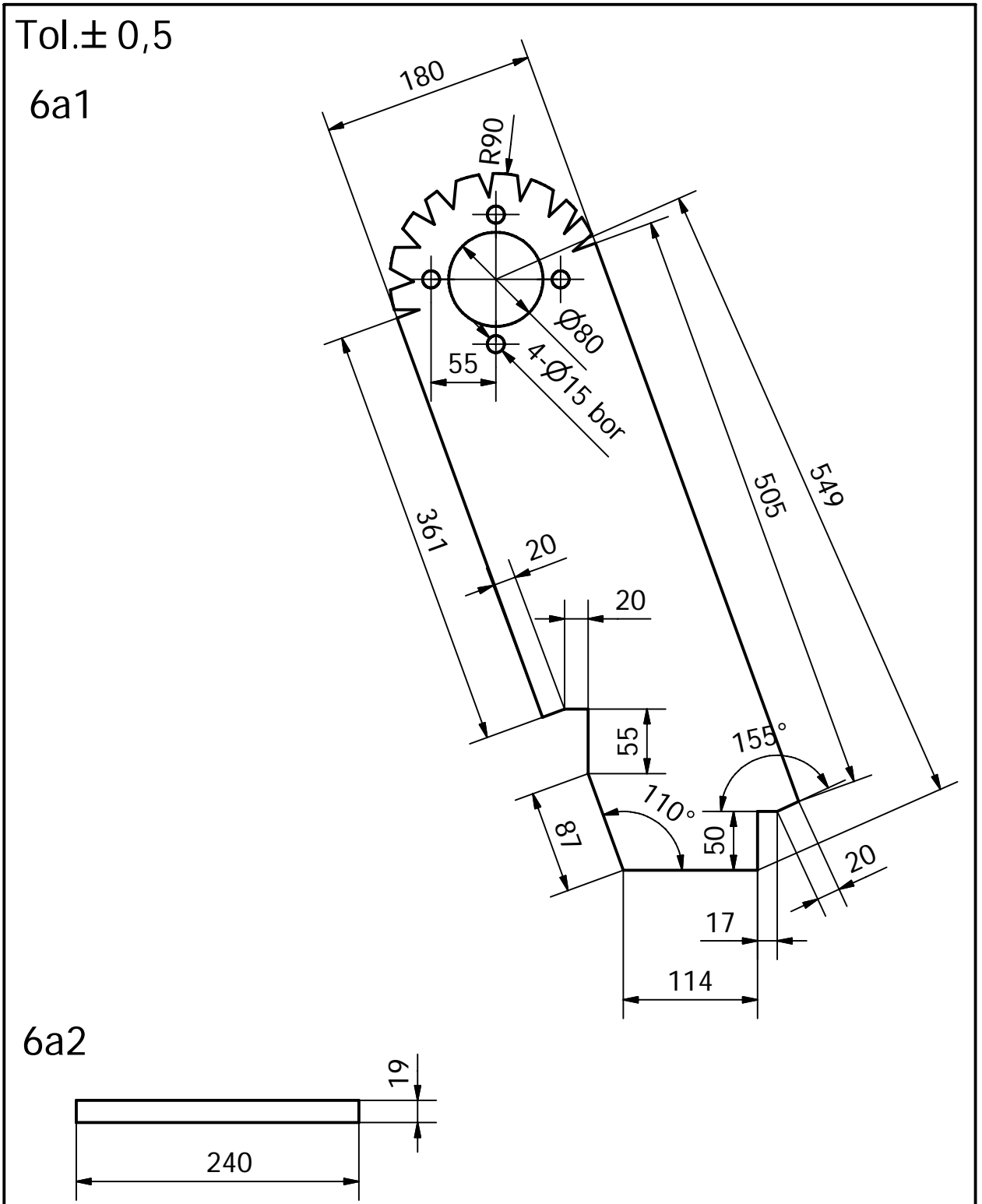


6b	Bagian Luar	Bj Lembaran		1	
6a	Bagian Dalam	Bj Lembaran		1	
No.	Nama Bagian	Bahan	Ukuran	Jml	catatan
	Skala : 1:8	Digambar : Surono		Ket.	
	Satuan : mm	NIM : 06503241020			
	Tgl : 30/12/2009	Diperiksa : M.K Umam H, MT.			
TEKNIK MESIN FT UNY		COVER ATAS			A4

6a

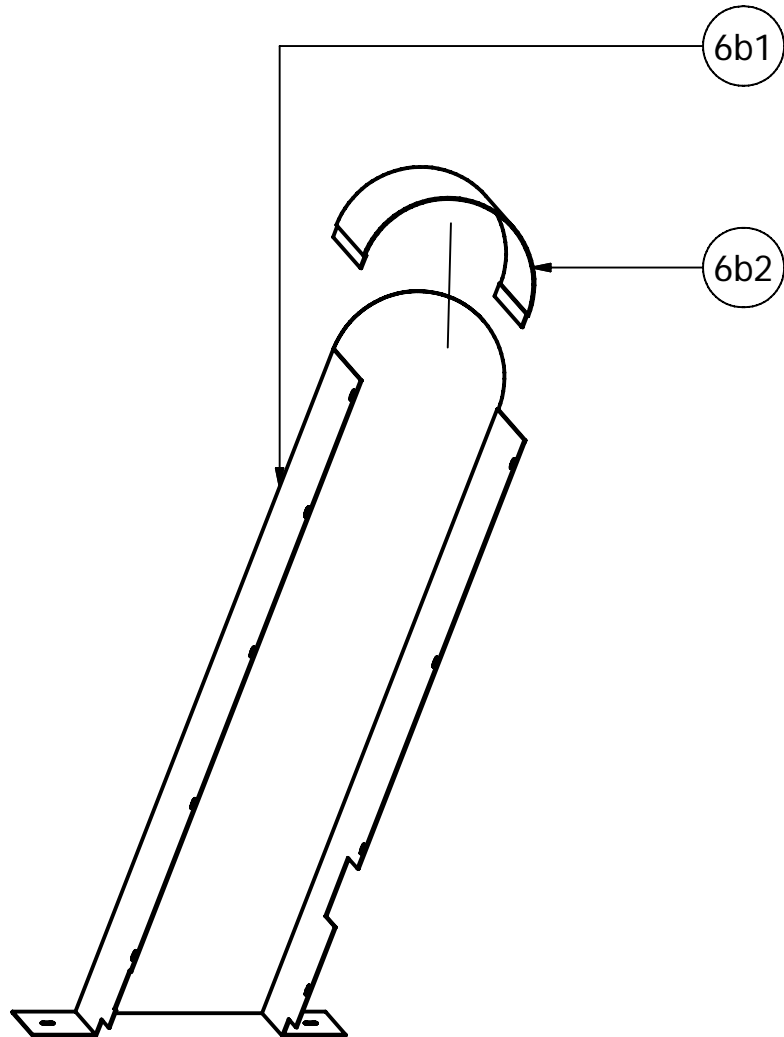


6a2	Penutup Sisi Bawah	Bj Lembaran	240x19x1	1	
6a1	Bagian Utama	Bj Lembaran	639x180x1	1	
No.	Nama Bagian	Bahan	Ukuran	Jml	catatan
	Skala : 1:5	Digambar : Surono		Ket.	
	Satuan : mm	NIM : 06503241020			
	Tgl : 30/12/2009	Diperiksa : M.K Umam H, MT.			
TEKNIK MESIN FT UNY		COVER ATAS			A4

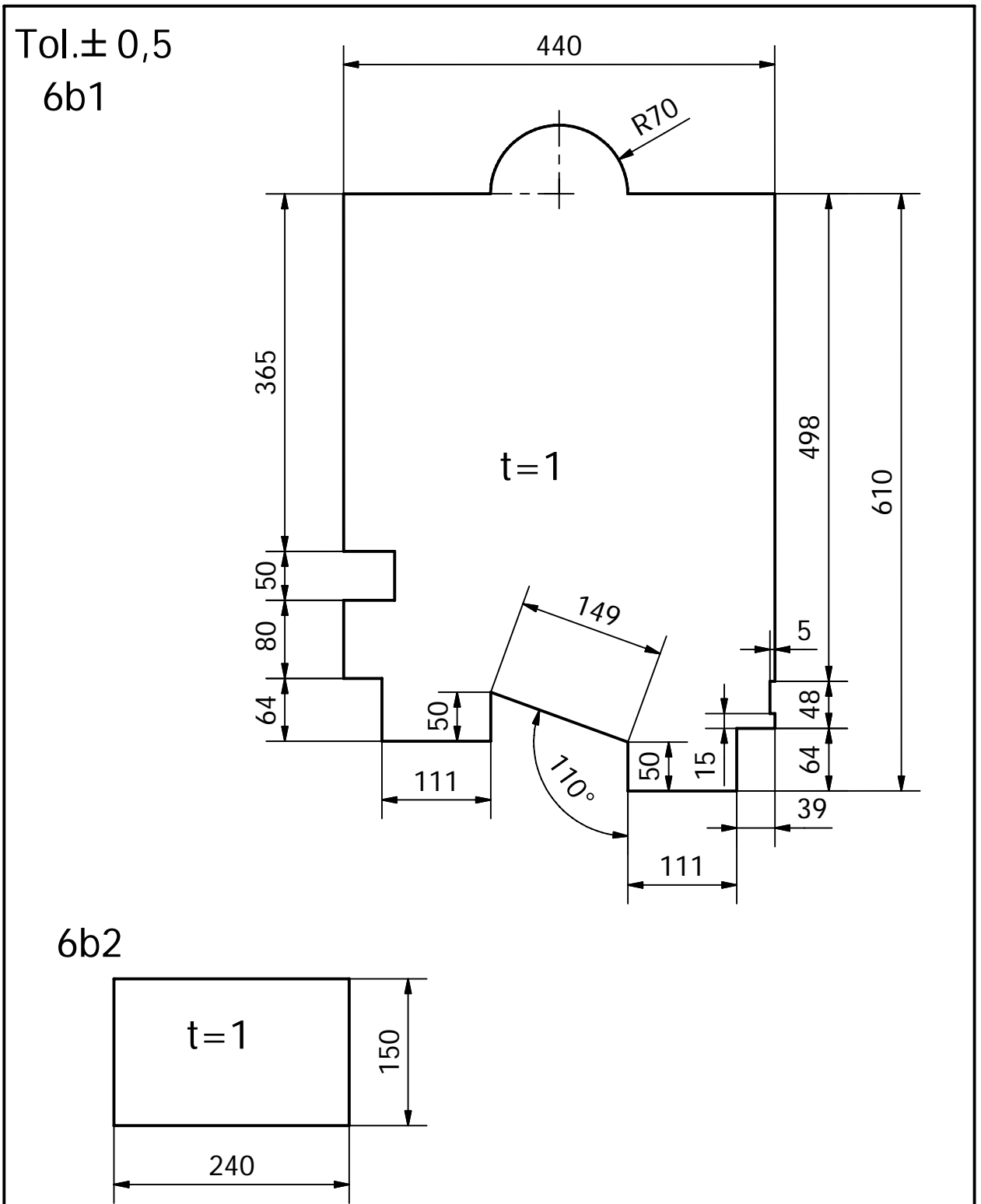


6a2	Penutup Sisi Bawah	Bj Lembaran	240x19x1	1	t=1
6a1	Bagian Utama	Bj Lembaran	639x180x1	1	t=1
No.	Nama Bagian	Bahan	Ukuran	Jml	catatan
	Skala : 1:5	Digambar : Surono		Ket.	
	Satuan : mm	NIM : 06503241020			
	Tgl : 30/12/2009	Diperiksa : M.K Umam H, MT.			
TEKNIK MESIN FT UNY		COVER ATAS			A4

6b

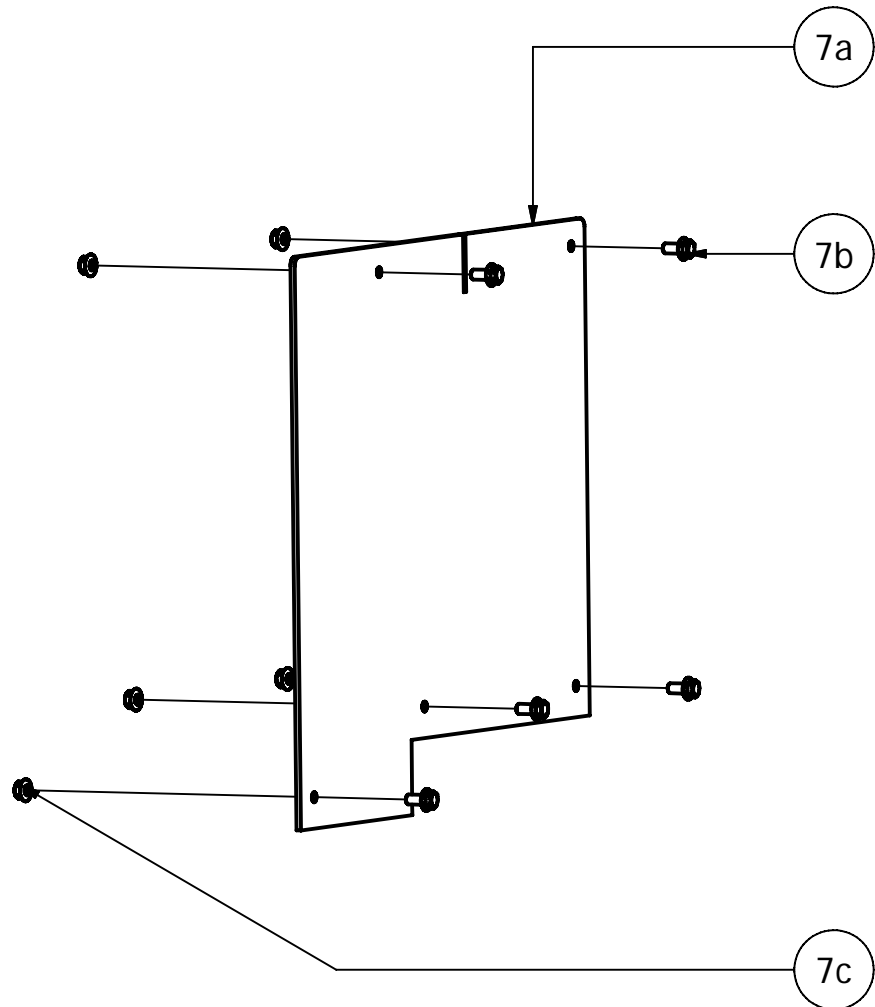


6b2	Penutup Atas	Bj Lembaran	240x150x1	1	
6b1	Bagian Utama	Bj Lembaran	680x440x1	1	
No.	Nama Bagian	Bahan	Ukuran	Jml	catatan
	Skala : 1:6	Digambar : Surono		Ket.	
	Satuan : mm	NIM : 06503241020			
	Tgl : 30/12/2009	Diperiksa : M.K Umam H, MT.			
TEKNIK MESIN FT UNY		COVER ATAS			A4

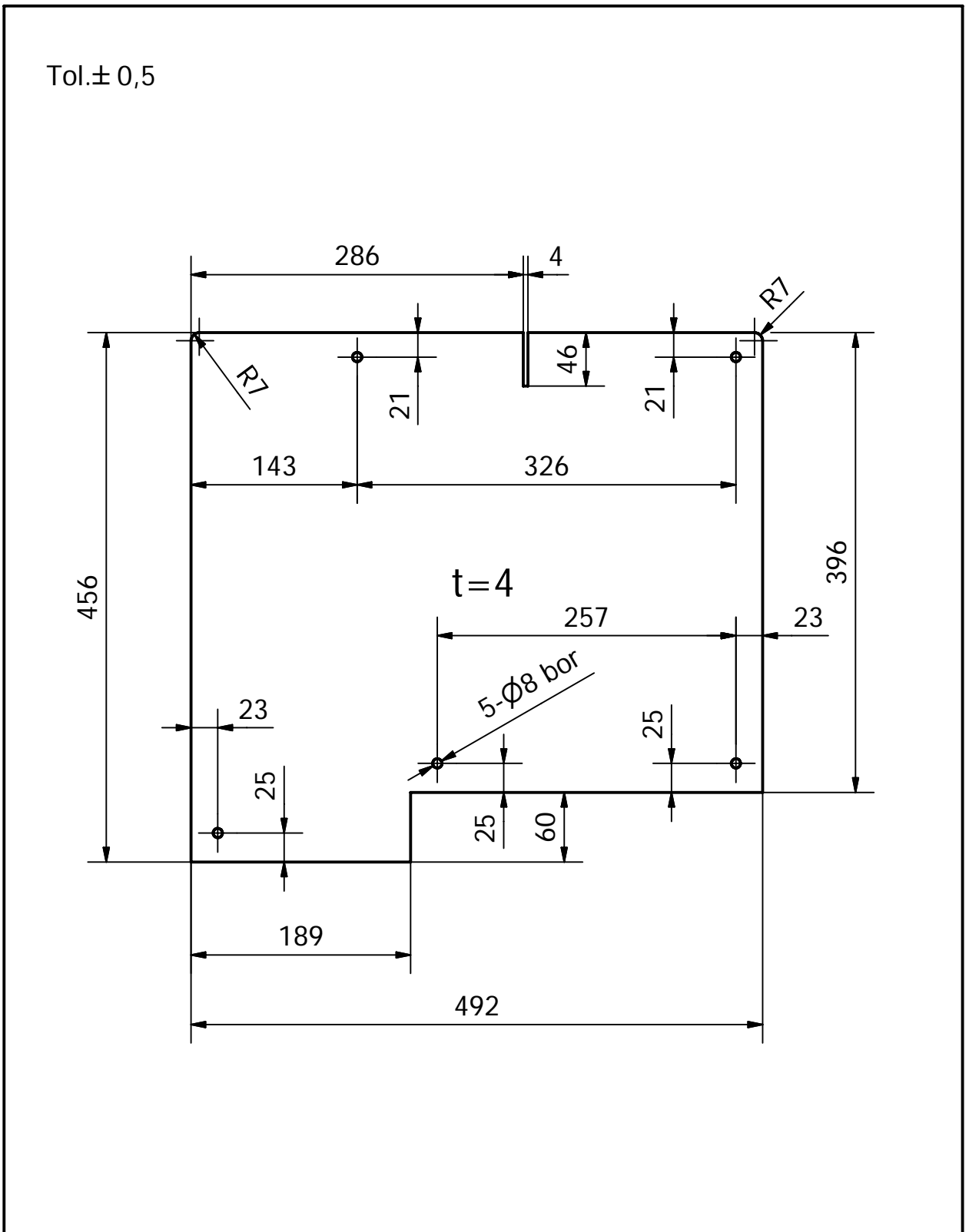


6b2	Penutup Atas	Bj Lembaran	240x150x1	1	
6b1	Bagian Utama	Bj Lembaran	680x440x1	1	
No.	Nama Bagian	Bahan	Ukuran	Jml	catatan
	Skala : 1:6	Digambar : Surono		Ket.	
	Satuan : mm	NIM : 06503241020			
	Tgl : 30/12/2009	Diperiksa : M.K Umam H, MT.			
TEKNIK MESIN FT UNY		COVER ATAS			A4

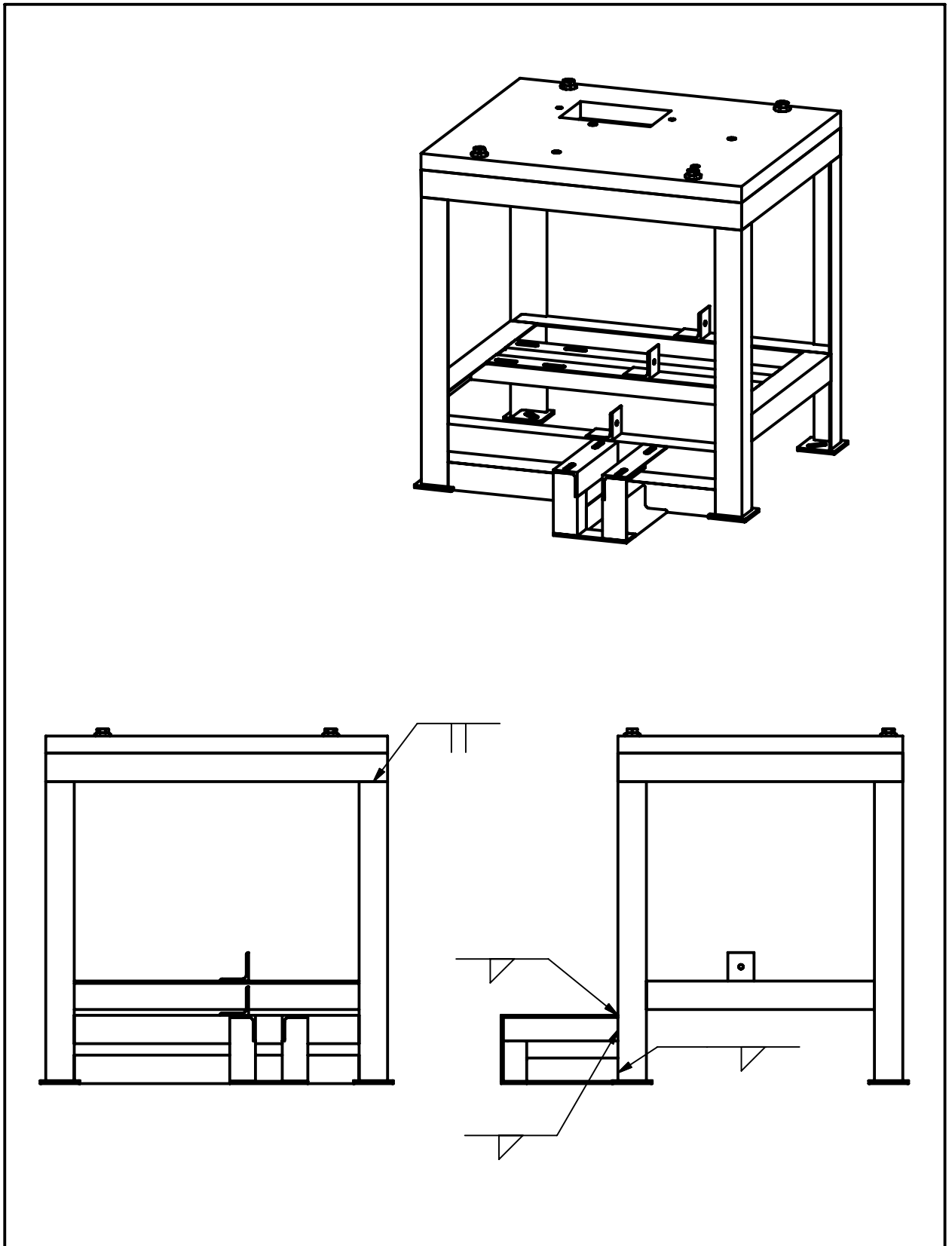
7



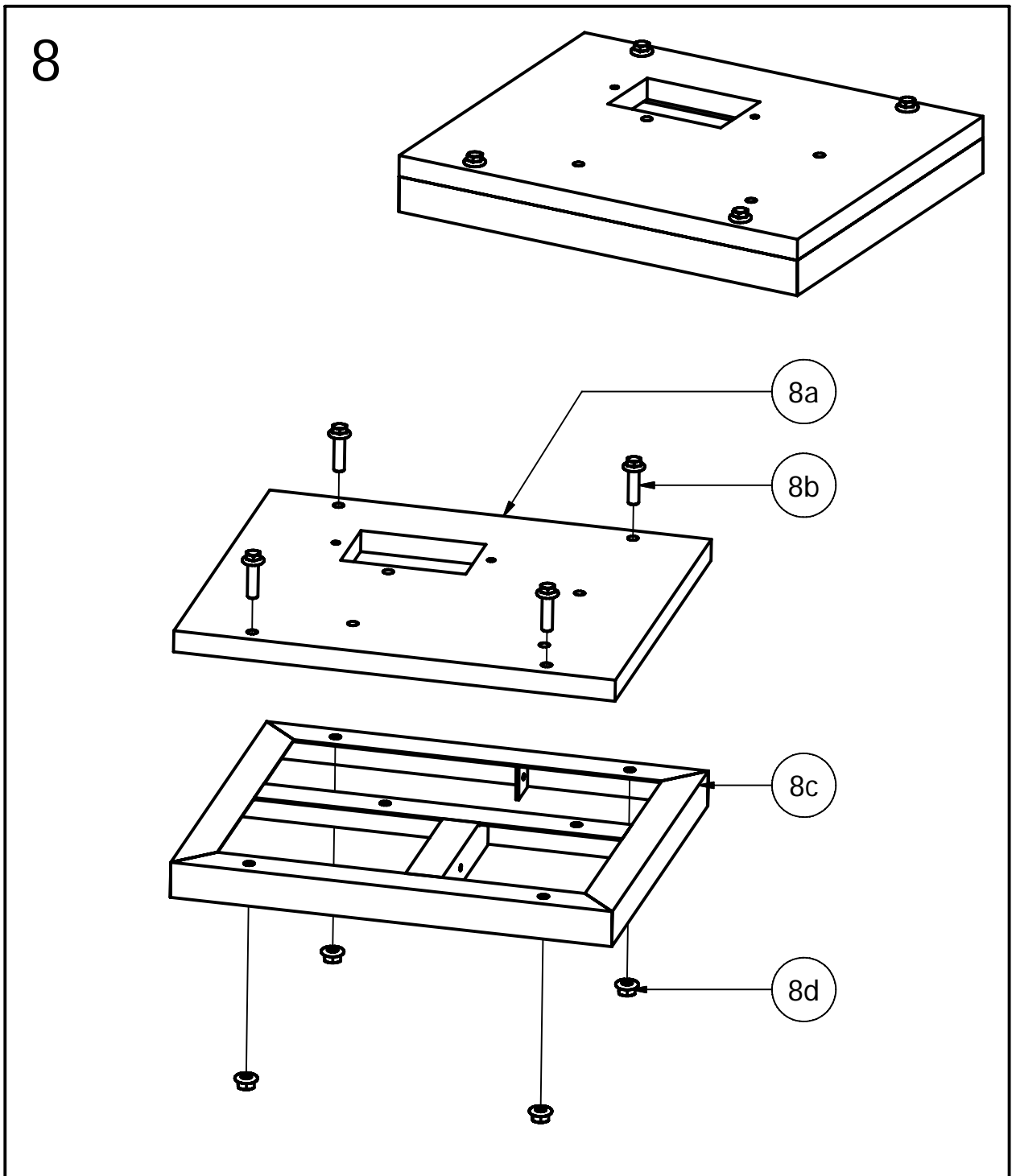
7c	Mur Cover Bawah		M8	5	Beli
7b	Baut Cover Bawah		M8x16	5	Beli
7a	Cover Bawah	Tripleks	492x456x4	1	
No.	Nama Bagian	Bahan	Ukuran	Jml	catatan
	Skala : 1:6	Digambar : Surono		Ket.	
	Satuan : mm	NIM : 06503241020			
	Tgl : 30/12/2009	Diperiksa : M.K Umam H, MT.			
TEKNIK MESIN FT UNY		COVER BAWAH			A4



7a	Cover Bawah	Tripleks	492x456x4	1	
No.	Nama Bagian	Bahan	Ukuran	Jml	catatan
	Skala : 1:5	Digambar : Surono		Ket.	
	Satuan : mm	NIM : 06503241020			
	Tgl : 30/12/2009	Diperiksa : M.K Umam H, MT.			
TEKNIK MESIN FT UNY		COVER BAWAH			A4

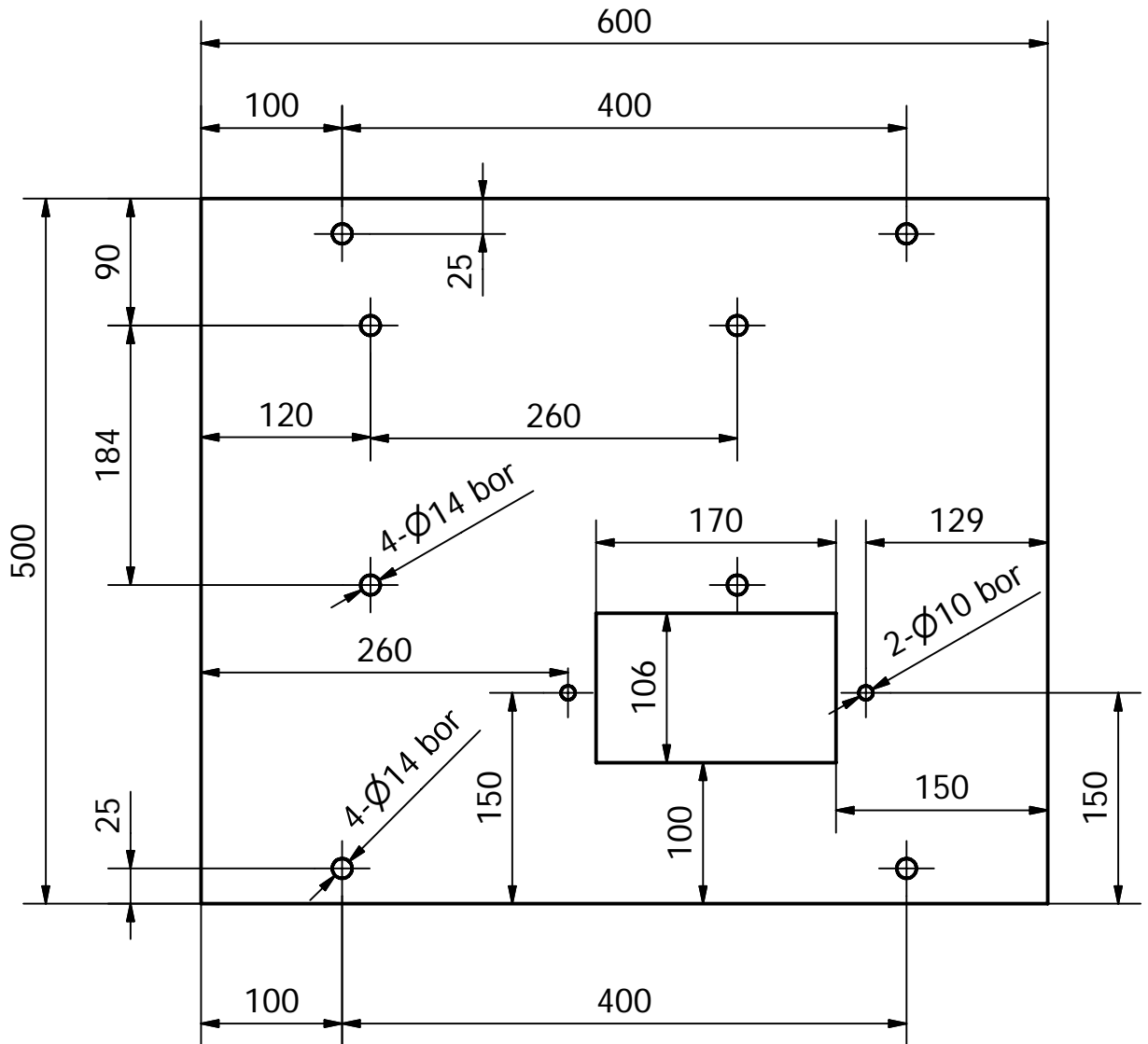


No.	Nama Bagian	Bahan	Ukuran	Jml	catatan
	Skala : 1:10	Digambar : Surono		Ket.	
	Satuan : mm	NIM : 06503241020			
	Tgl : 30/12/2009	Diperiksa : M.K Umam H, MT.			
TEKNIK MESIN FT UNY		MEJA			A4

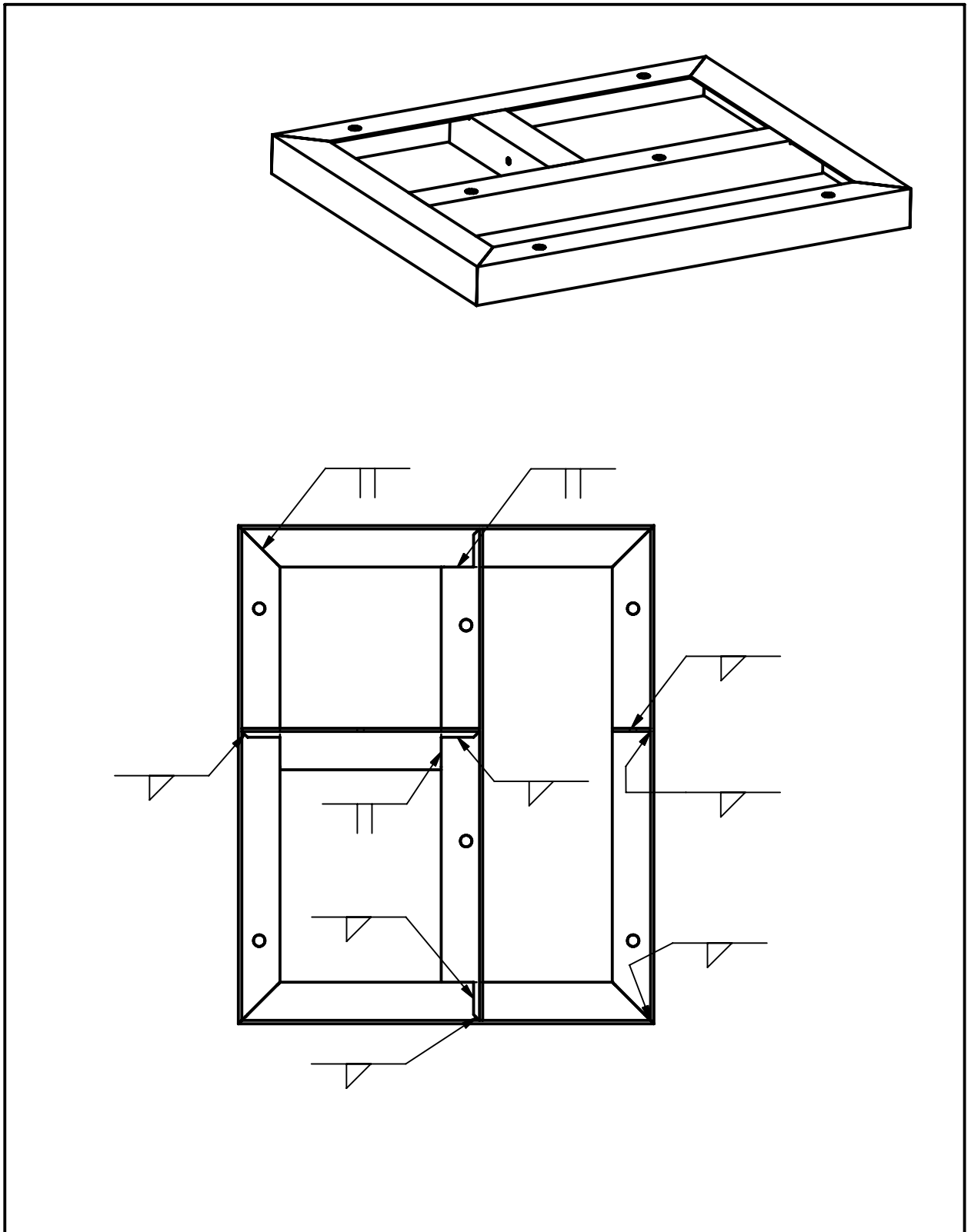


8d	Mur Papan		M14	4	Beli
8c	Dudukan Papan			1	
8b	Baut Papan		M14x50	4	Beli
8a	Papan	Kayu	500x600x30	1	Pesan
No.	Nama Bagian	Bahan	Ukuran	Jml	catatan
	Skala : 1:8	Digambar : Surono		Ket.	
	Satuan : mm	NIM : 06503241020			
	Tgl : 30/12/2009	Diperiksa : M.K Umam H, MT.			
TEKNIK MESIN FT UNY		PAPAN			A4

8a Tol.± 0,5

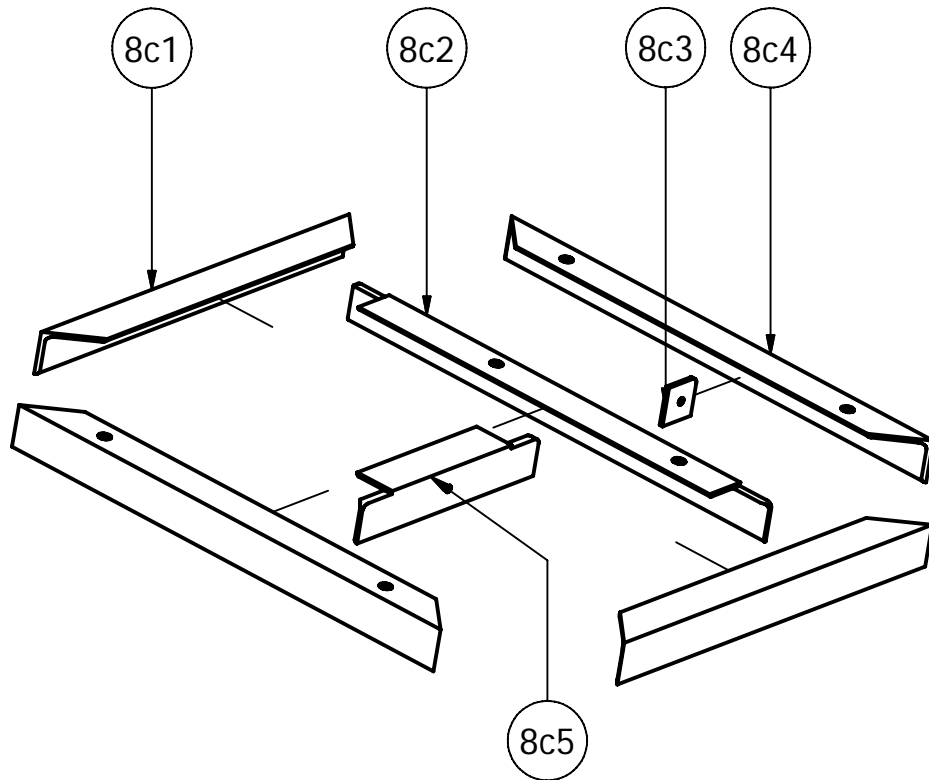


8a	Papan	Kayu	500x600x30	1	Pesan
No.	Nama Bagian	Bahan	Ukuran	Jml	catatan
	Skala : 1:5	Digambar : Surono		Ket. Tebal papan = 30 mm	
	Satuan : mm	NIM : 06503241020			
	Tgl : 30/12/2009	Diperiksa : M.K Umam H, MT.			
TEKNIK MESIN FT UNY		PAPAN			A4



8c	Dudukan Papan			1	
No.	Nama Bagian	Bahan	Ukuran	Jml	catatan
	Skala : 1:7	Digambar : Surono		Ket. Tampak bawah	
	Satuan : mm	NIM : 06503241020			
	Tgl : 30/12/2009	Diperiksa : M.K Umam H, MT.			
TEKNIK MESIN FT UNY		DUDUKAN PAPAN			A4

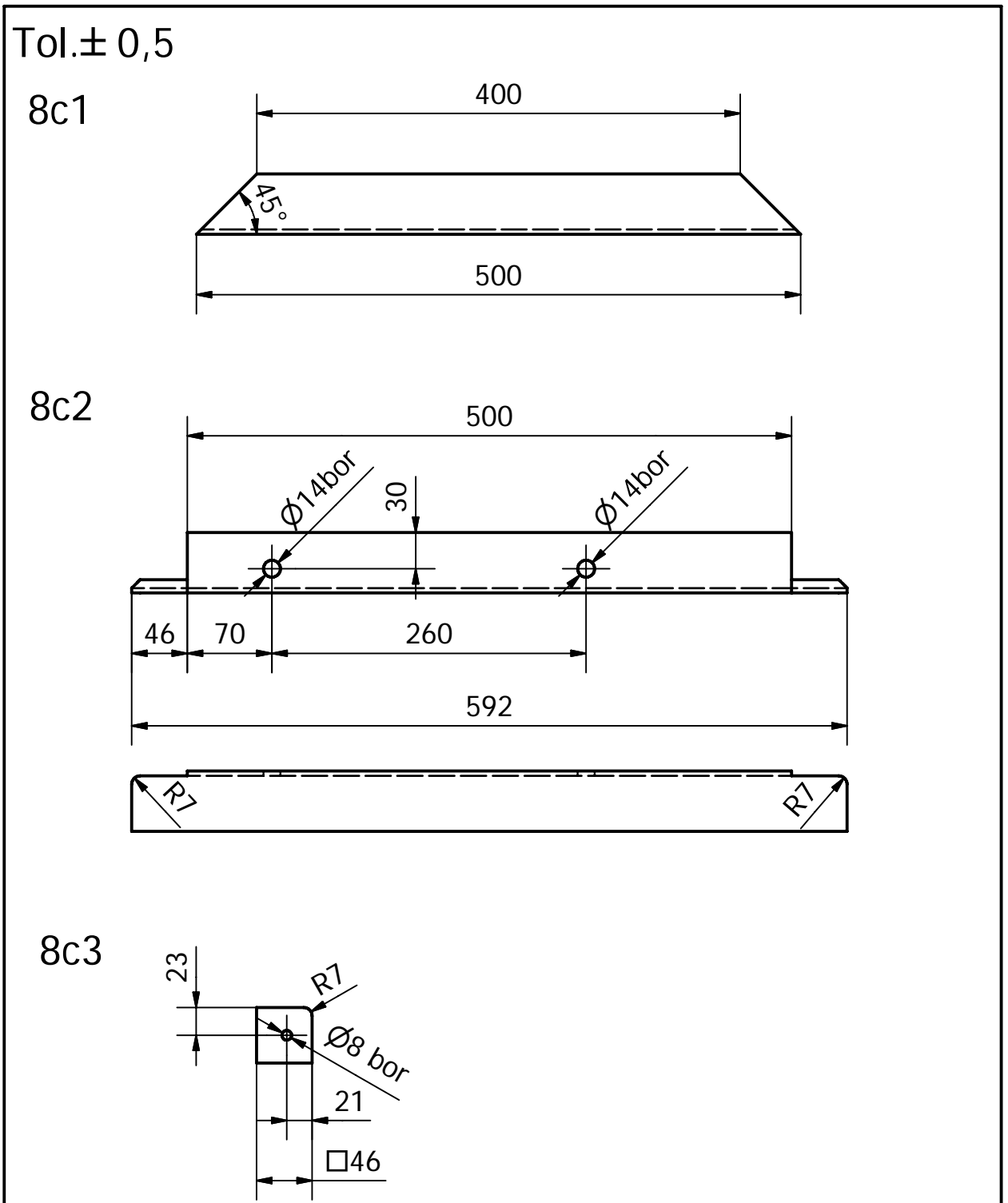
8c



8c5	Dudukan Cover Bawah	Bj Profil L	L50x50x4	1	
8c4	Bagian Kanan-Kiri	Bj Profil L	L50x50x4	2	
8c3	Dudukan Cover Bawah	Plat Baja	46x46x4	1	
8c2	Bagian Tengah	Bj Profil L	L50x50x4	1	
8c1	Bagian Depan-Belakang	Bj Profil L	L50x50x4	2	
No.	Nama Bagian	Bahan	Ukuran	Jml	catatan

	Skala : 1:8	Digambar : Surono	Ket.
	Satuan : mm	NIM : 06503241020	
	Tgl : 30/12/2009	Diperiksa : M.K Umam H, MT.	

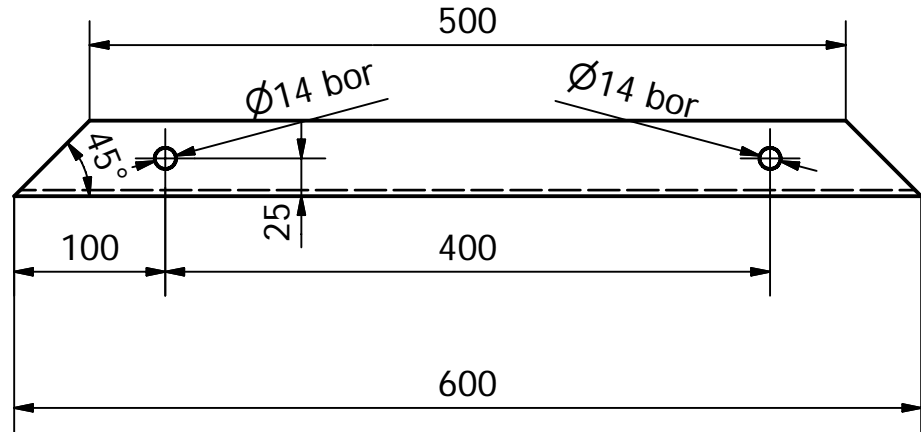
TEKNIK MESIN FT UNY	DUDUKAN PAPAN	A4
---------------------	---------------	-----------



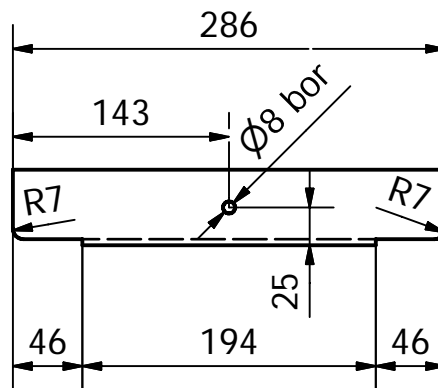
8c3	Dudukan Cover Bawah	Plat Baja	46x46x4	1	t=4
8c2	Bagian Tengah	Bj Profil L	L50x50x4	1	
8c1	Bagian Depan-Belakang	Bj Profil L	L50x50x4	2	
No.	Nama Bagian	Bahan	Ukuran	Jml	catatan
	Skala : 1:5	Digambar : Surono		Ket.	
	Satuan : mm	NIM : 06503241020			
	Tgl : 30/12/2009	Diperiksa : M.K Umam H, MT.			
TEKNIK MESIN FT UNY		DUDUKAN PAPAN			A4

Tol. ± 0,5

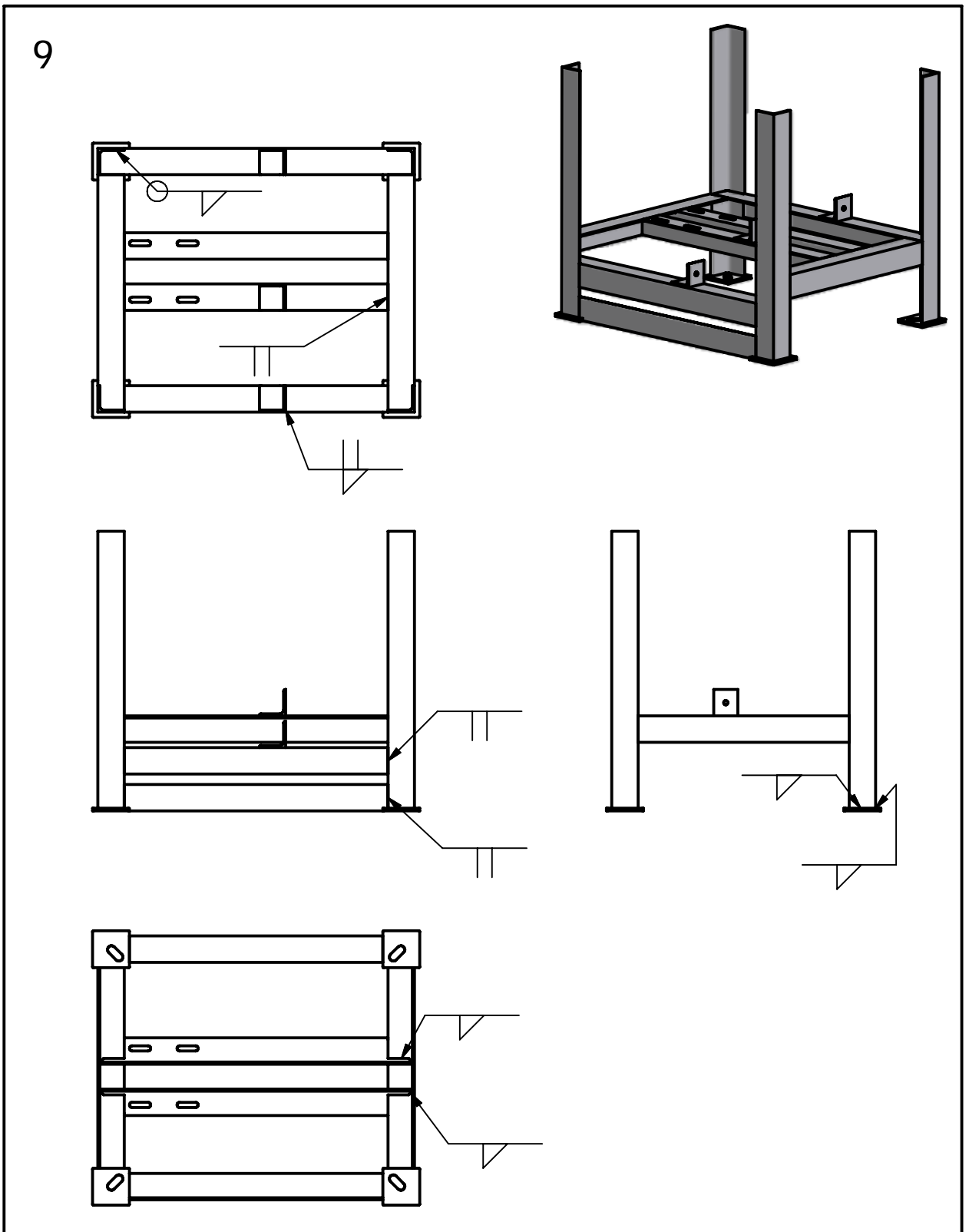
8c4



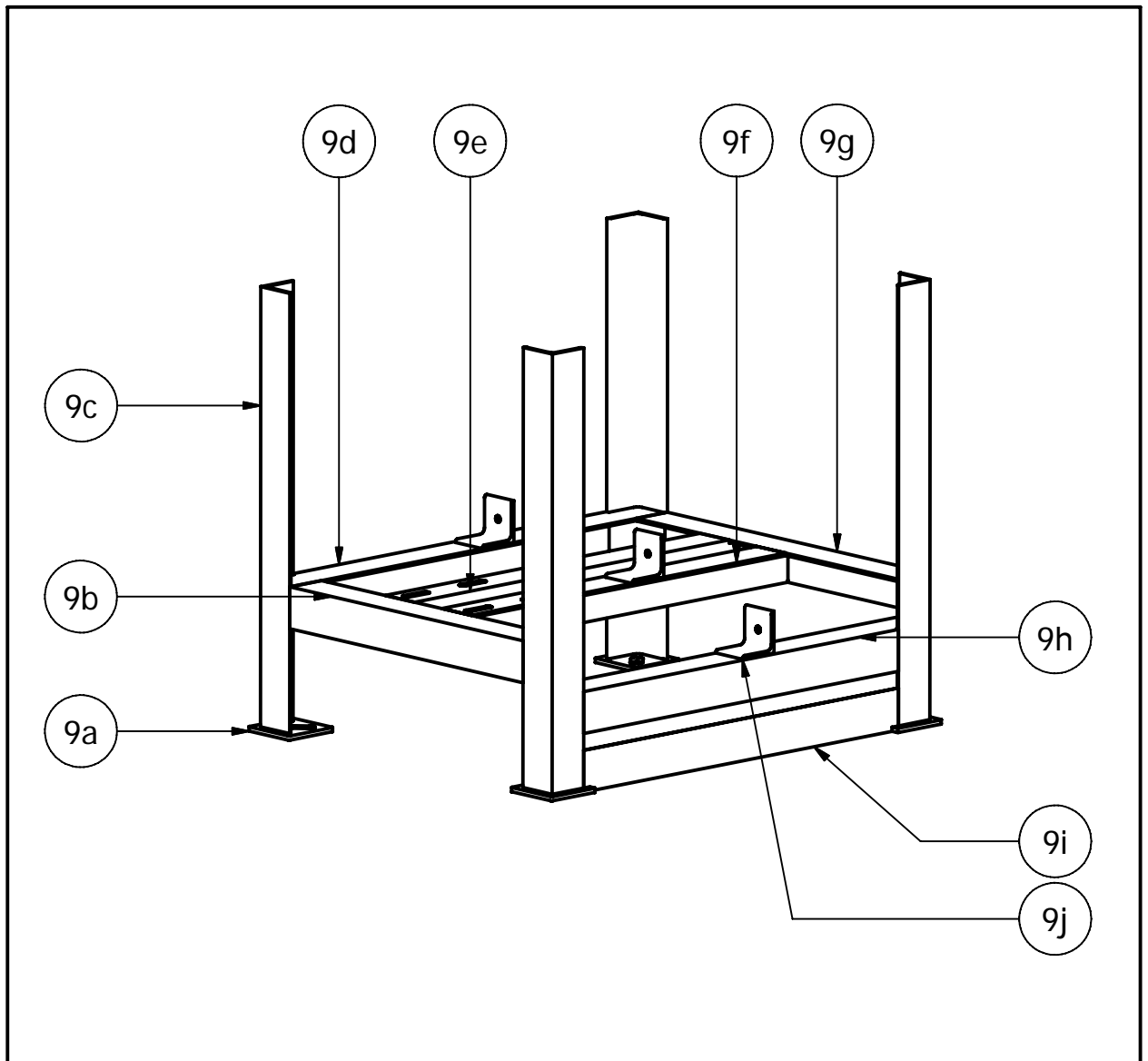
8c5



8c5	Dudukan Cover Bawah	Bj Profil L	L50x50x4	1	
8c4	Bagian Kanan-Kiri	Bj Profil L	L50x50x4	2	
No.	Nama Bagian	Bahan	Ukuran	Jml	catatan
	Skala : 1:5	Digambar : Surono		Ket.	
	Satuan : mm	NIM : 06503241020			
	Tgl : 30/12/2009	Diperiksa : M.K Umam H, MT.			
TEKNIK MESIN FT UNY		DUDUKAN PAPAN			A4



9	Rangka Meja	Bj Profil L	L50x50x4	1	
No.	Nama Bagian	Bahan	Ukuran	Jml	catatan
	Skala : 1:11	Digambar : Surono		Ket.	
	Satuan : mm	NIM : 06503241020			
	Tgl : 30/12/2009	Diperiksa : M.K Umam H, MT.			
TEKNIK MESIN FT UNY		RANGKA MEJA			A4



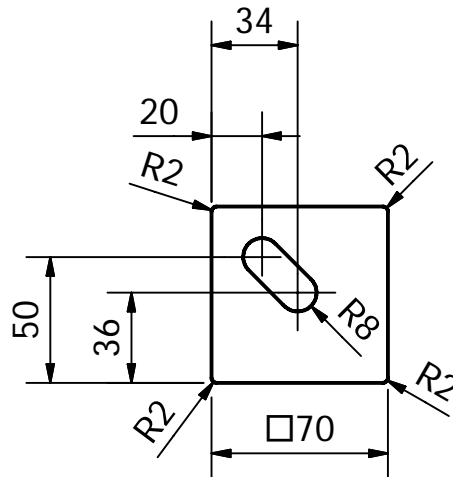
9j	Dudukan Cover Bawah	Bj Profil L	L50x50x4	3	
9i	Penahan Kiri 2	Bj Profil L	L50x50x4	1	
9h	Penahan Kiri 1	Bj Profil L	L50x50x4	1	
9g	Penahan Depan	Bj Profil L	L50x50x4	1	
9f	Dudukan Reducer 2	Bj Profil L	L50x50x4	1	
9e	Dudukan Reducer 1	Bj Profil L	L50x50x4	1	
9d	Penahan Kanan	Bj Profil L	L50x50x4	1	
9c	Tiang Penyangga	Bj Profil L	L50x50x4	4	
9b	Penahan Belakang	Bj Profil L	L50x50x4	1	
9a	Landasan	Plat Baja	70x70x5	4	
No.	Nama Bagian	Bahan	Ukuran	Jml	catatan

	Skala : 1:8	Digambar : Surono	Ket.
	Satuan : mm	NIM : 06503241020	
	Tgl : 30/12/2009	Diperiksa : M.K Umam H, MT.	

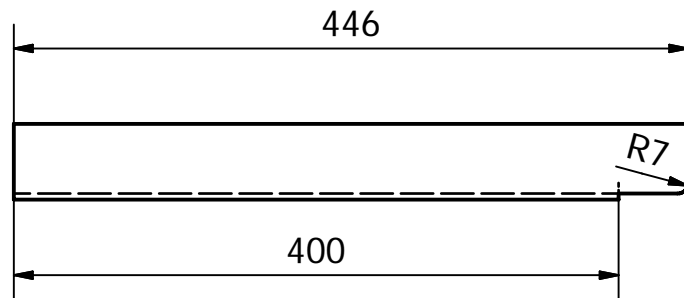
TEKNIK MESIN FT UNY	RANGKA MEJA	A4
---------------------	-------------	-----------

Tol.± 0,5

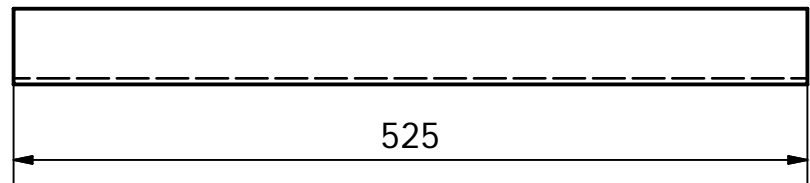
9a (1:3)



9b (1:5)



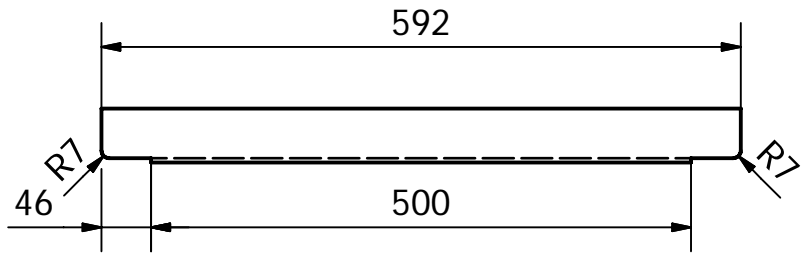
9c (1:5)



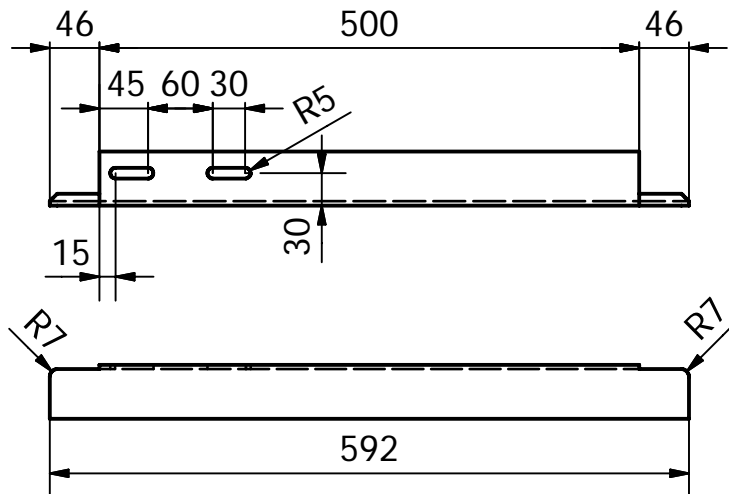
9c	Tiang Penyangga	Bj Profil L	L50x50x4	4	
9b	Penahan Belakang	Bj Profil L	L50x50x4	1	
9a	Landasan	Plat Baja	70x70x5	4	t=4
No.	Nama Bagian	Bahan	Ukuran	Jml	catatan
	Skala :	Digambar : Surono		Ket. Skala tertera dlm. gbr	
	Satuan : mm	NIM : 06503241020			
	Tgl : 30/12/2009	Diperiksa : M.K Umam H, MT.			
TEKNIK MESIN FT UNY		RANGKA MEJA			A4

Tol.± 0,5

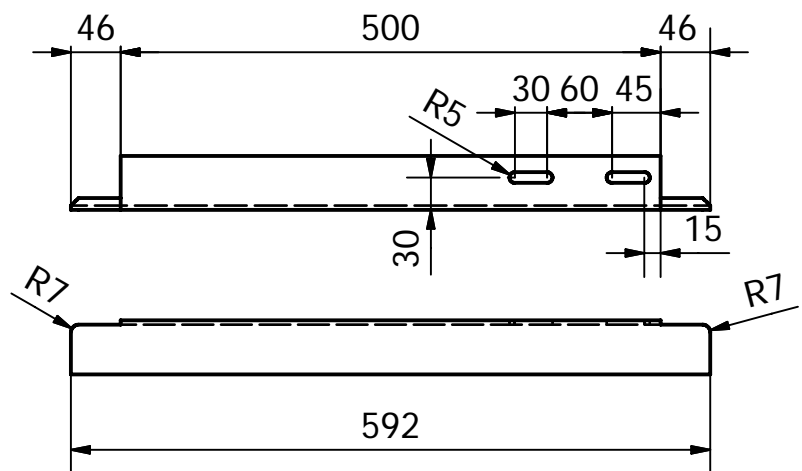
9d



9e



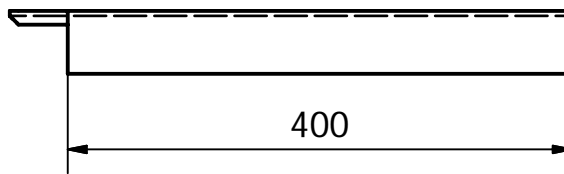
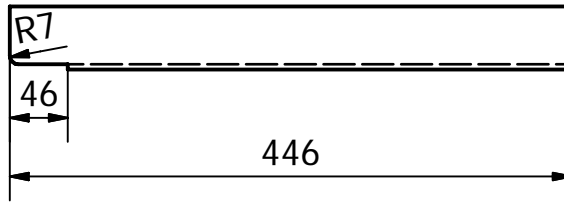
9f



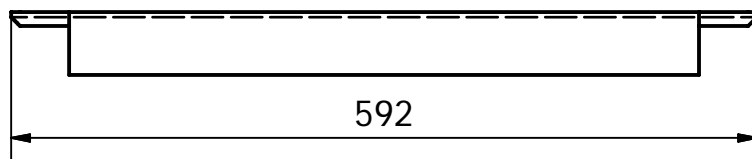
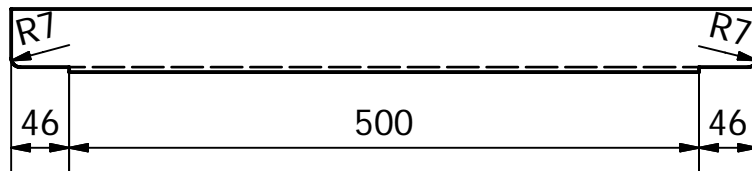
9f	Dudukan Reducer 2	Bj Profil L	L50x50x4	1	
9e	Dudukan Reducer 1	Bj Profil L	L50x50x4	1	
9d	Penahan Kanan	Bj Profil L	L50x50x4	1	
No.	Nama Bagian	Bahan	Ukuran	Jml	catatan
	Skala : 1:7	Digambar : Surono		Ket.	
	Satuan : mm	NIM : 06503241020			
	Tgl : 30/12/2009	Diperiksa : M.K Umam H, MT.			
TEKNIK MESIN FT UNY		RANGKA MEJA			A4

Tol.± 0,5

9g



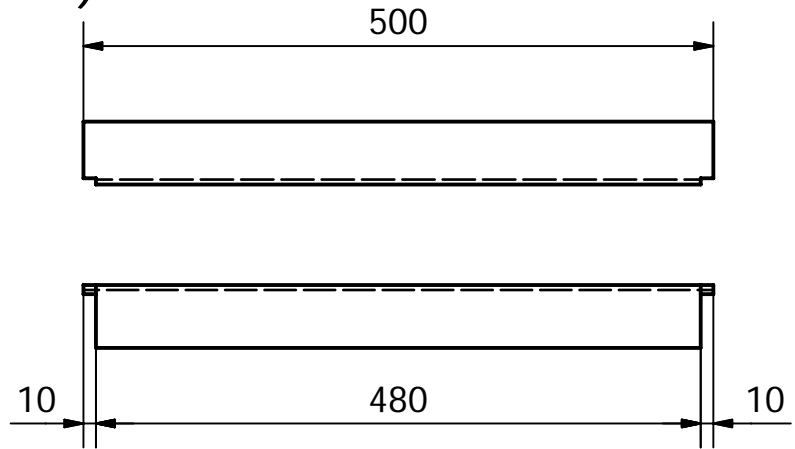
9h



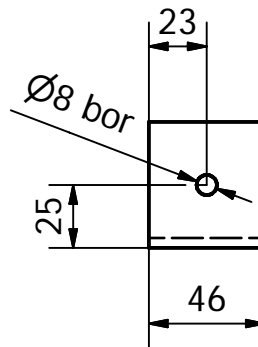
9h	Penahan Kiri 1	Bj Profil L	L50x50x4	1	
9g	Penahan Depan	Bj Profil L	L50x50x4	1	
No.	Nama Bagian	Bahan	Ukuran	Jml	catatan
	Skala : 1:6	Digambar : Surono		Ket.	
	Satuan : mm	NIM : 06503241020			
	Tgl : 30/12/2009	Diperiksa : M.K Umam H, MT.			
TEKNIK MESIN FT UNY		RANGKA MEJA			A4

Tol.± 0,5

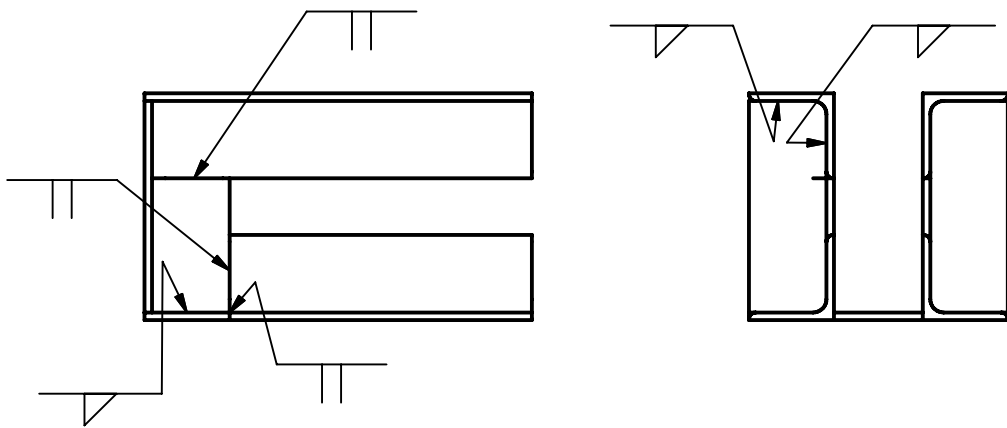
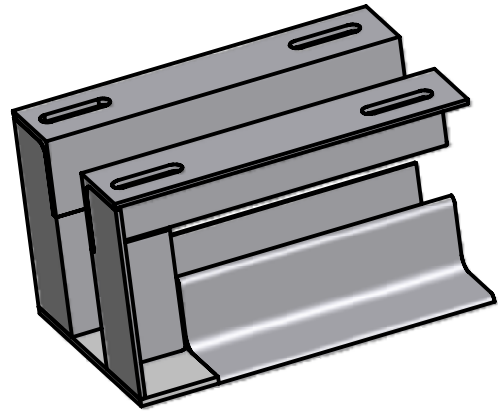
9i (1 : 6)



9j (1 : 3)

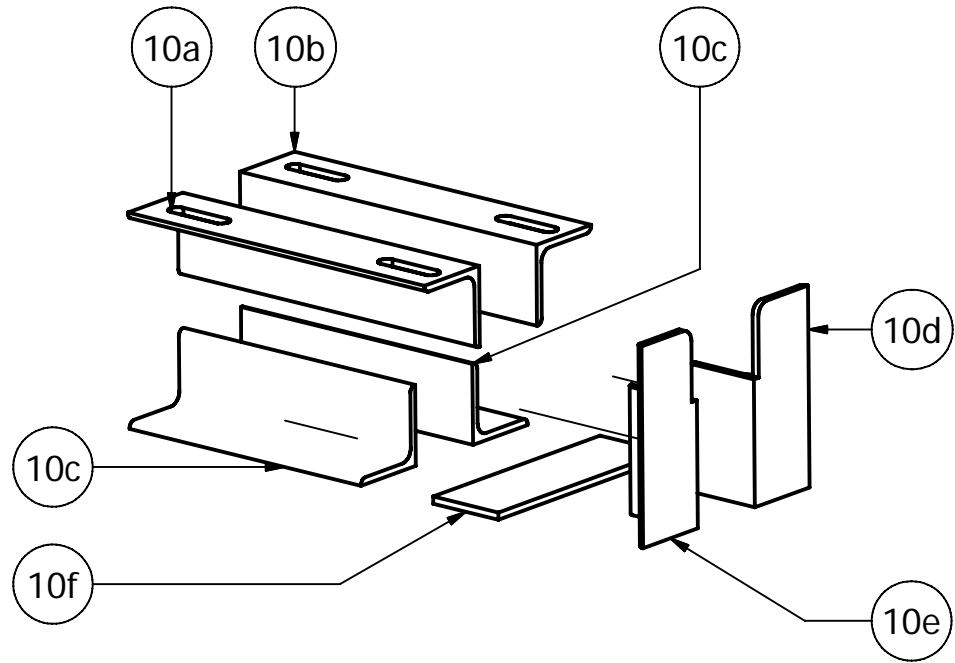


9j	Dudukan Cover Bawah	Bj Profil L	L50x50x4	3	
9i	Penahan Kiri 2	Bj Profil L	L50x50x4	1	
No.	Nama Bagian	Bahan	Ukuran	Jml	catatan
	Skala :	Digambar : Surono		Ket. Skala tertera dlm. gbr	
	Satuan : mm	NIM : 06503241020			
	Tgl : 30/12/2009	Diperiksa : M.K Umam H, MT.			
TEKNIK MESIN FT UNY		RANGKA MEJA			A4



No.	Nama Bagian	Bahan	Ukuran	Jml	catatan
	Skala : 1:4	Digambar : Surono		Ket.	
	Satuan : mm	NIM : 06503241020			
	Tgl : 30/12/2009	Diperiksa : M.K Umam H, MT.			
TEKNIK MESIN FT UNY		DUDUKAN MOTOR			A4

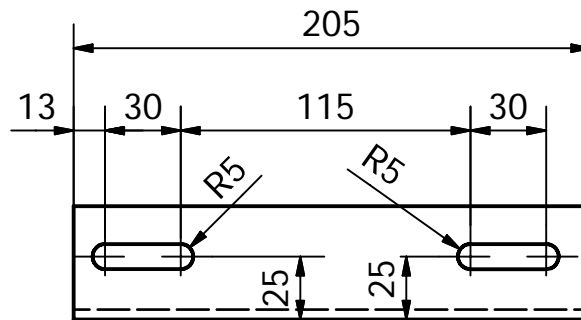
10



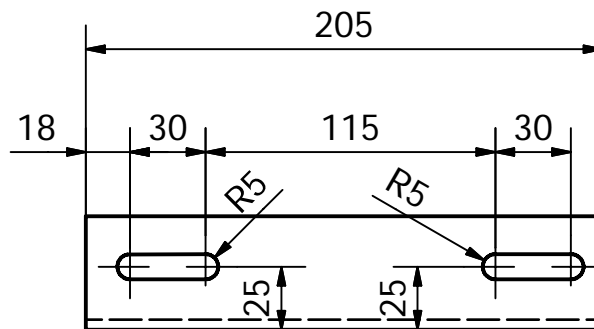
10f	Landasan	Plat Baja	147x50x4	1		
10e	Penyangga 2	Bj Profil L	L50x50x4	1		
10d	Penyangga 1	Bj Profil L	L50x50x4	1		
10c	Bagian Bawah	Bj Profil L	L50x50x4	2		
10b	Dudukan Atas 2	Bj Profil L	L50x50x4	1		
10a	Dudukan Atas 1	Bj Profil L	L50x50x4	1		
No.	Nama Bagian	Bahan	Ukuran	Jml	catatan	
	Skala : 1:4	Digambar : Surono		Ket.		
	Satuan : mm	NIM : 06503241020				
	Tgl : 30/12/2009	Diperiksa : M.K Umam H, MT.				
TEKNIK MESIN FT UNY		DUDUKAN MOTOR			A4	

Tol. ± 0,5

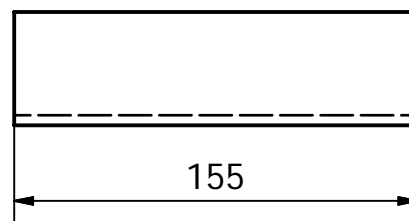
10a



10b



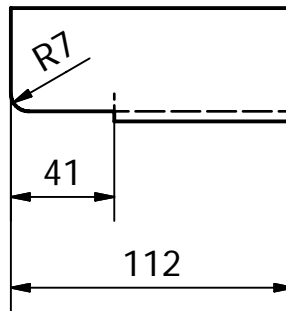
10c



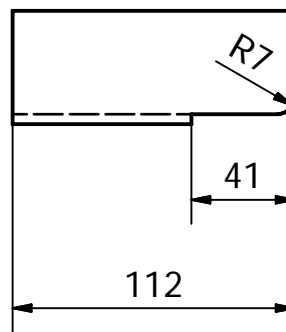
10c	Bagian Bawah	Bj Profil L	L50x50x4	2	
10b	Dudukan Atas 2	Bj Profil L	L50x50x4	1	
10a	Dudukan Atas 1	Bj Profil L	L50x50x4	1	
No.	Nama Bagian	Bahan	Ukuran	Jml	catatan
	Skala : 1:3	Digambar : Surono		Ket.	
	Satuan : mm	NIM : 06503241020			
	Tgl : 30/12/2009	Diperiksa : M.K Umam H, MT.			
TEKNIK MESIN FT UNY		DUDUKAN MOTOR			A4

Tol. ± 0,5

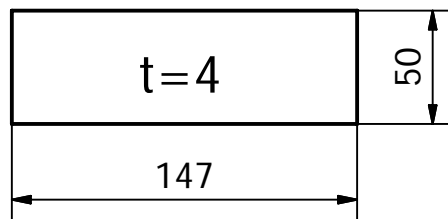
10d



10e

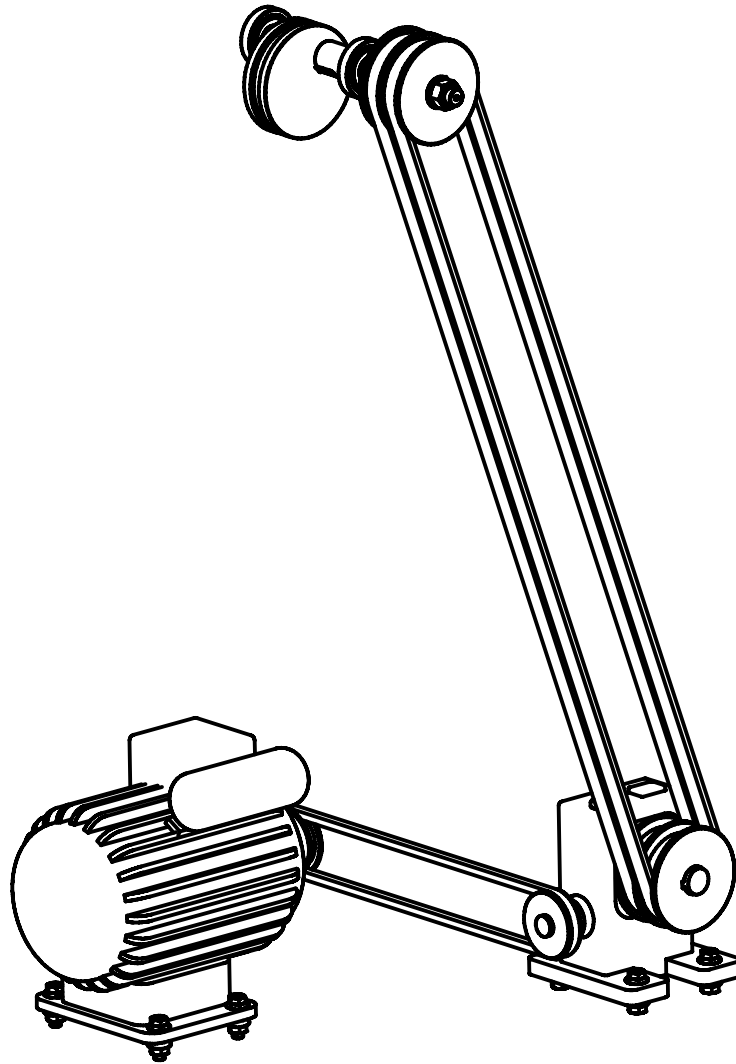


10f

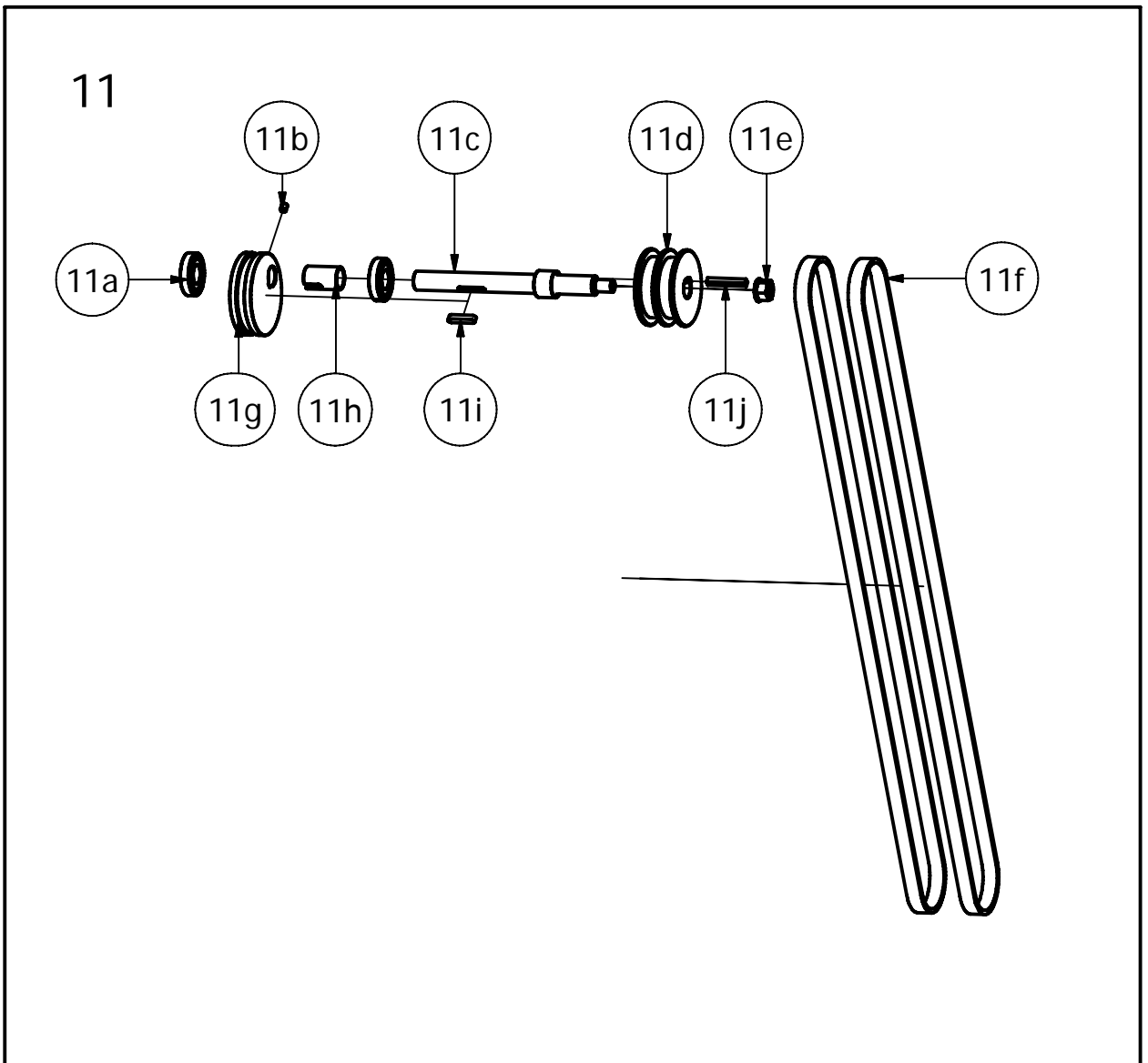


10f	Landasan	Plat Baja	147x50x4	1	
10e	Penyangga 2	Bj Profil L	L50x50x4	1	
10d	Penyangga 1	Bj Profil L	L50x50x4	1	
No.	Nama Bagian	Bahan	Ukuran	Jml	catatan
	Skala : 1:3	Digambar : Surono		Ket.	
	Satuan : mm	NIM : 06503241020			
	Tgl : 30/12/2009	Diperiksa : M.K Umam H, MT.			
TEKNIK MESIN FT UNY		DUDUKAN MOTOR			A4

11

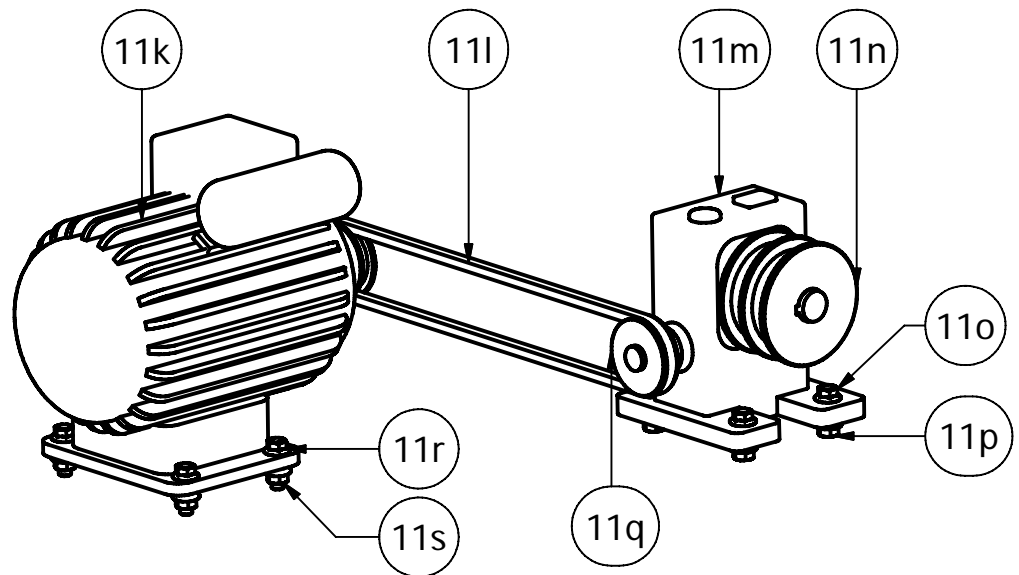


11	Bagian Transmisi				
No.	Nama Bagian	Bahan	Ukuran	Jml	catatan
	Skala : 1:7	Digambar : Surono		Ket.	
	Satuan : mm	NIM : 06503241020			
	Tgl : 30/12/2009	Diperiksa : M.K Umam H, MT.			
TEKNIK MESIN FT UNY		BAGIAN TRANSMISI			A4



11j	Pasak Pulley			1	Beli
11i	Pasak Engkol			1	Beli
11h	Ring Penahan Engkol	Pipa Baja	30x2x46,5	1	
11g	Engkol	ST 60	dia.108x30	1	
11f	V-Belt	Tipe A	A-79	2	Beli
11e	Mur Pulley		M16	1	Beli
11d	Pulley	Al Tipe A	4"	1	Beli
11c	Poros Engkol	S 45 C	dia.35x277	1	
11b	Baut Engkol	Bt.Tanam	M10	1	Beli
11a	Bearing		6205	2	Beli
No.	Nama Bagian	Bahan	Ukuran	Jml	catatan
	Skala : 1:9	Digambar : Surono		Ket.	
	Satuan : mm	NIM : 06503241020			
	Tgl : 30/12/2009	Diperiksa : M.K Umam H, MT.			
TEKNIK MESIN FT UNY		BAGIAN TRANSMISI			A4

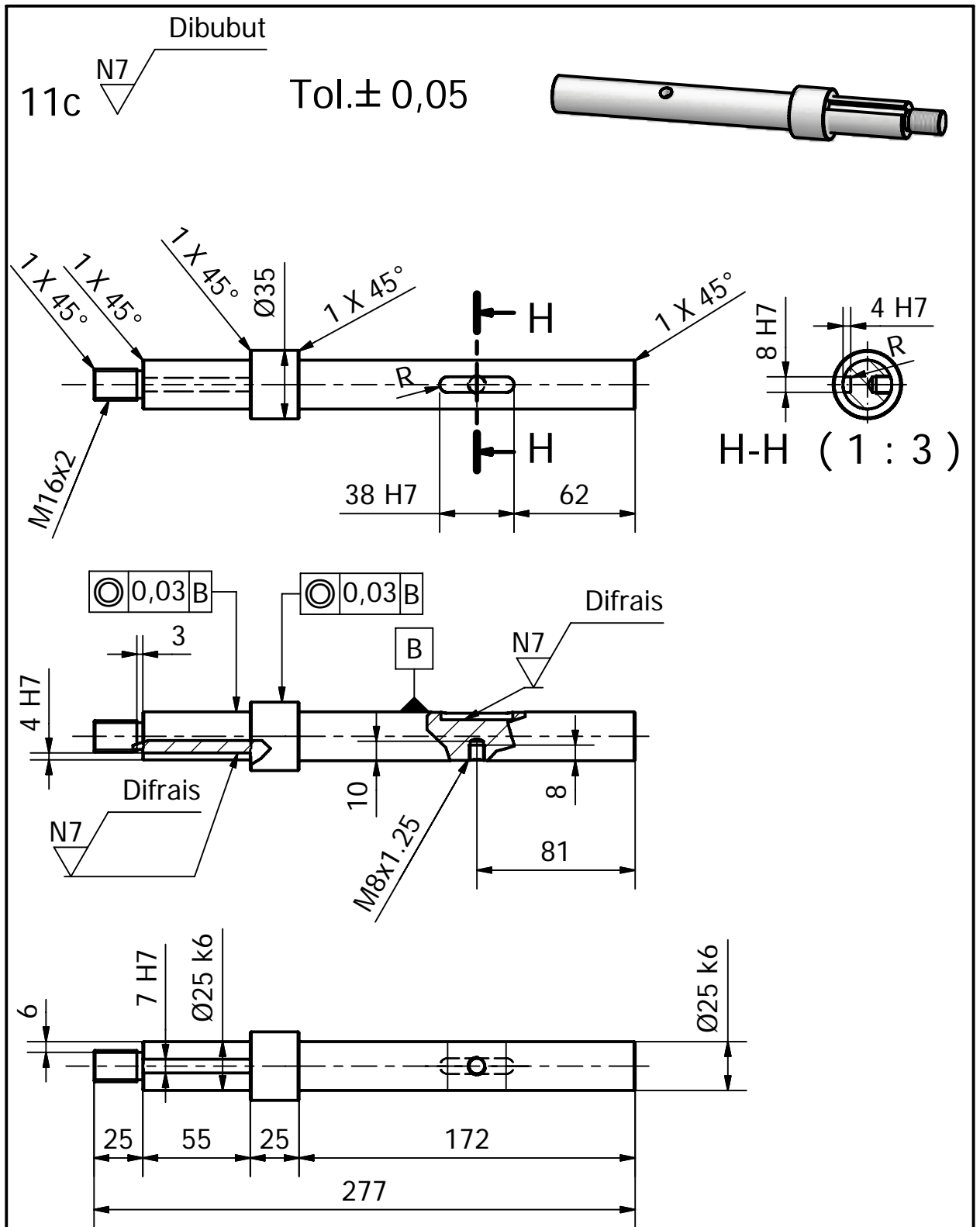
11



11s	Mur Motor		M10	4	Beli
11r	Baut Motor		M10x30	4	Beli
11q	Pulley Motor-Reducer	Al Tipe A	2,5"	2	Beli
11p	Mur Reducer		M10	4	Beli
11o	Baut Reducer		M10x30	4	Beli
11n	Pulley Reducer-Engkol	Al Tipe A	3"	1	Beli
11m	Speed Reducer		1:40	1	Beli
11l	V-Belt	Tipe A	A-35	1	Beli
11k	Motor Listrik AC		1HP	1	Beli
No.	Nama Bagian	Bahan	Ukuran	Jml	catatan

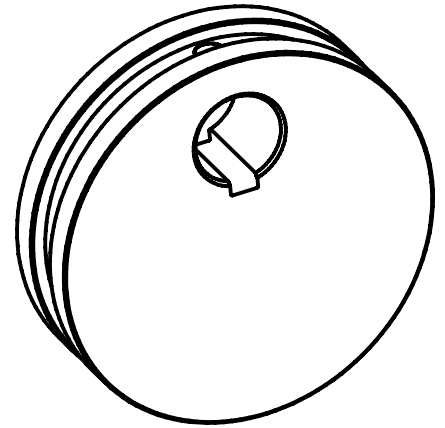
	Skala : 1:6	Digambar : Surono	Ket.
	Satuan : mm	NIM : 06503241020	
	Tgl : 30/12/2009	Diperiksa : M.K Umam H, MT.	

TEKNIK MESIN FT UNY	BAGIAN TRANSMISI	A4
---------------------	------------------	-----------

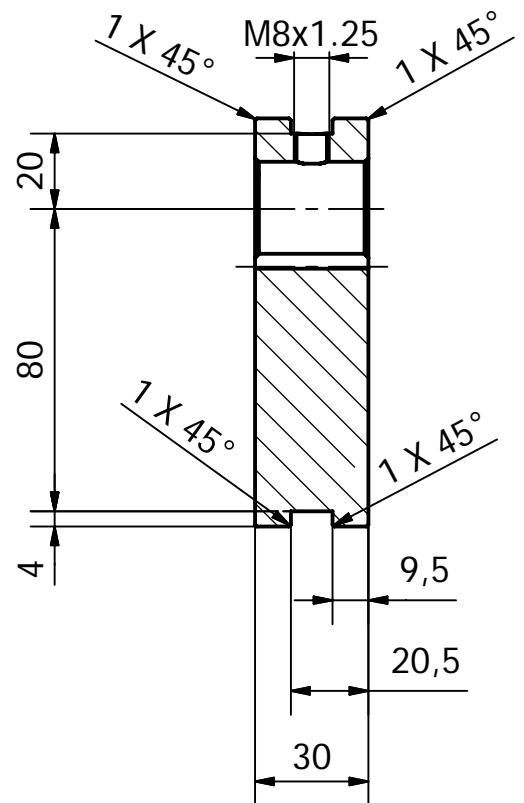
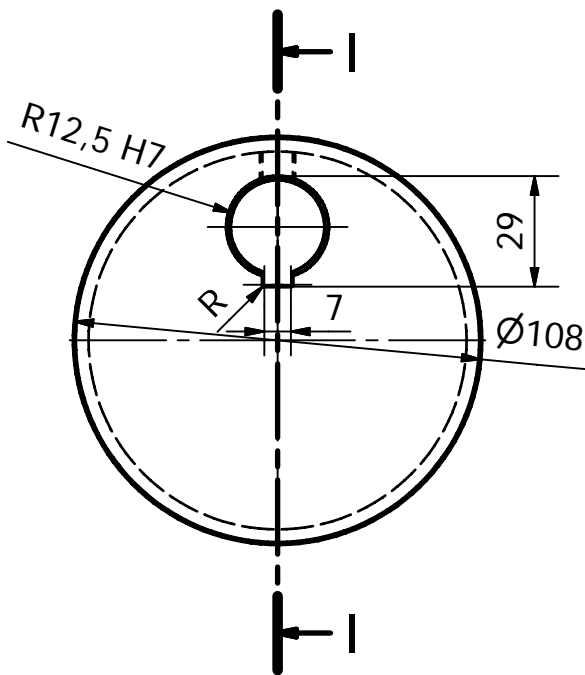


11c	Poros Engkol	S 45 C	dia.35x277	1	
No.	Nama Bagian	Bahan	Ukuran	Jml	catatan
	Skala : 1:3	Digambar : Surono		Ket.	
	Satuan : mm	NIM : 06503241020			
	Tgl : 30/12/2009	Diperiksa : M.K Umam H, MT.			
TEKNIK MESIN FT UNY		BAGIAN TRANSMISI			A4

11g ∇ N7 Dibubut Tol. $\pm 0,05$

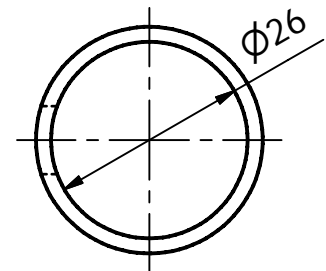
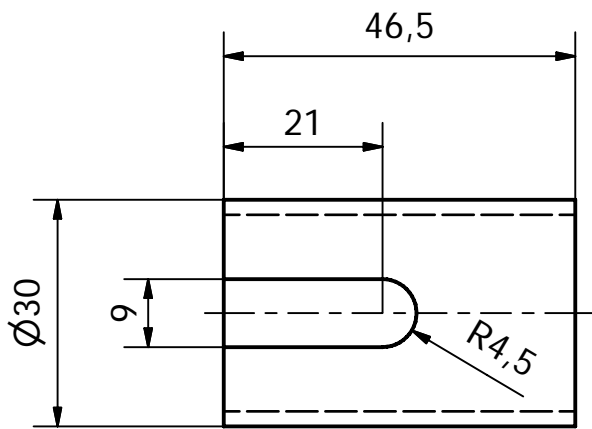
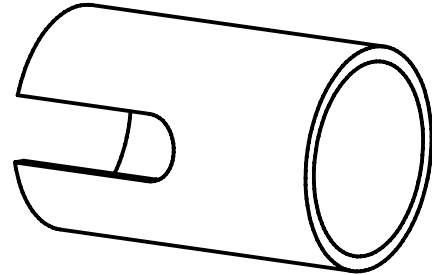


I-I (1 : 2)

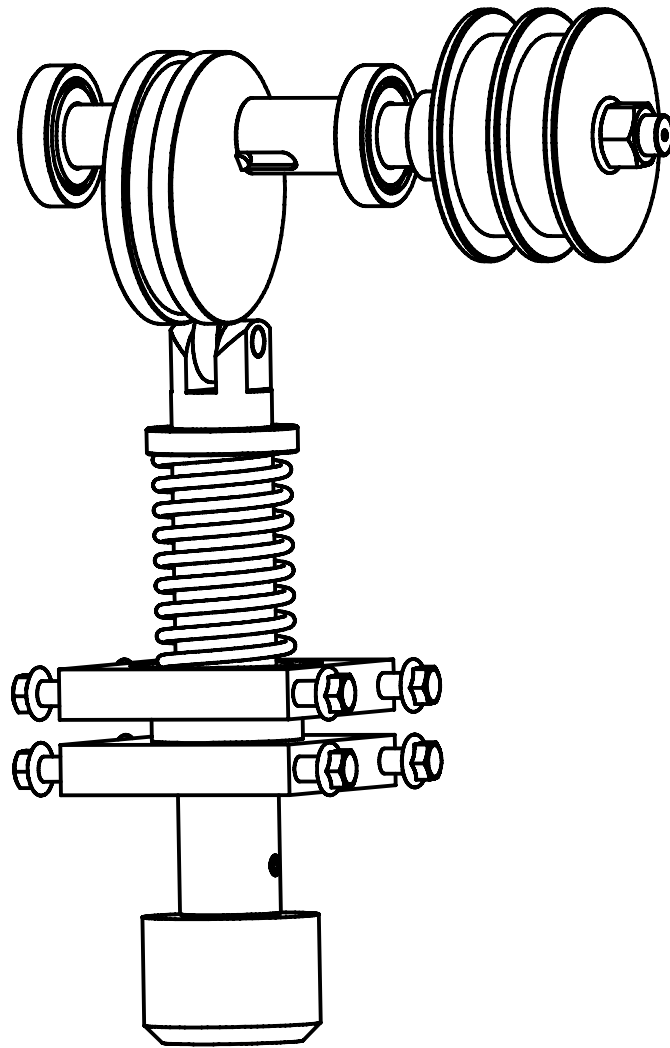


11g	Engkol	ST 60	dia.108x30	1	
No.	Nama Bagian	Bahan	Ukuran	Jml	catatan
	Skala : 1:2	Digambar : Surono		Ket.	
	Satuan : mm	NIM : 06503241020			
	Tgl : 30/12/2009	Diperiksa : M.K Umam H, MT.			
TEKNIK MESIN FT UNY		BAGIAN TRANSMISI			A4

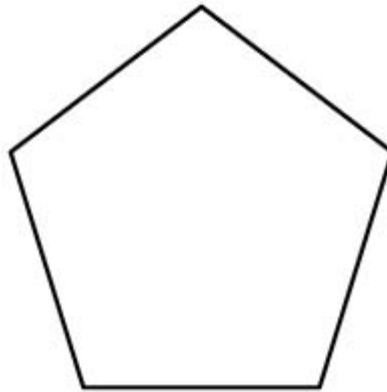
11h Tol.± 0,2



11h	Ring Penahan Engkol	Pipa Baja	30x2x46,5	1	
No.	Nama Bagian	Bahan	Ukuran	Jml	catatan
	Skala : 1:1	Digambar : Surono		Ket.	
	Satuan : mm	NIM : 06503241020			
	Tgl : 30/12/2009	Diperiksa : M.K Umam H, MT.			
TEKNIK MESIN FT UNY		BAGIAN TRANSMISI			A4



No.	Nama Bagian	Bahan	Ukuran	Jml	catatan
	Skala : 1:3	Digambar : Surono		Ket.	
	Satuan : mm	NIM : 06503241020			
	Tgl : 30/12/2009	Diperiksa : M.K Umam H, MT.			
TEKNIK MESIN FT UNY		KONSTRUKSI BAGIAN PEMOTONG			A4

Luas segi lima

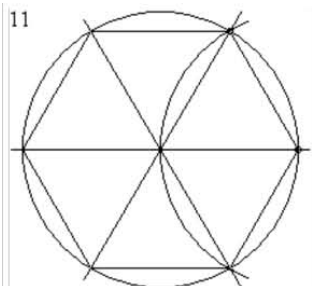
Dalam geometri, **pentagon** atau **segi lima** adalah poligon apapun yang bersisi lima. Meskipun begitu, istilah ini sering digunakan untuk merujuk kepada **segi lima sama sisi**, di mana semua sisinya memiliki panjang yang sama dan seluruh sudutnya sama besar (108°). Luas segi lima sama sisi dengan panjang sisi a adalah :

$$A = \frac{5a^2}{4} \cot \frac{\pi}{5} = \frac{a^2}{4} \sqrt{25 + 10\sqrt{5}} \simeq 1,72048a^2$$

- Halaman ini terakhir diubah pada 01:17, 19 Agustus 2009.
- Teks tersedia di bawah Lisensi Atribusi/Berbagi Serupa Creative Commons; ketentuan tambahan mungkin berlaku. Lihat Ketentuan Penggunaan untuk lebih jelasnya.

Sumber : http://id.wikipedia.org/wiki/Segi_lima
11/11/2009 7:25 PM

Luas segi Enam



11
Menggambar segienam beraturan dengan jangka dan mistar. Metode ini dituliskan oleh Euclides dalam *Elements*, Buku IV, Proposisi 15.

Dalam geometri, **segienam (heksagon)** adalah sebuah segibanyak dengan enam sisi dan enam titik sudut. Sebuah segienam beraturan memiliki simbol Schläfli $\{6\}$.

Segienam beraturan

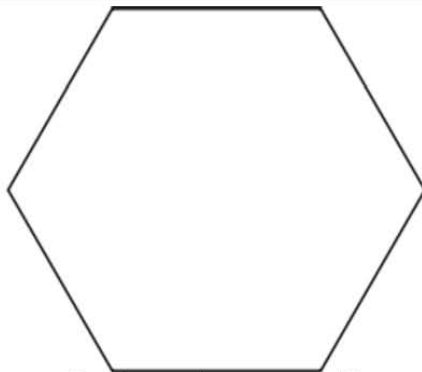

Suatu segienam beraturan adalah suatu segienam dengan panjang sisi dan besar sudut dalam yang sama. Sudut dalam pada segienam beraturan adalah 120° . Segienam beraturan memiliki enam simetri garis

dan 6 simetri putar. Sejumlah segienam dapat disusun bersama-sama dengan cara mempertemukan tiga segienam pada masing-masing salah satu sudutnya. Susunan ini digunakan lebah madu untuk membuat sarangnya, karena susunan segienam merupakan bentuk yang paling efisien dari segi ruang dan bahan bangunan.

Luas dari sebuah segienam beraturan dengan panjang sisi s dihitung dengan rumus

$$A = \frac{3\sqrt{3}}{2}t^2 \simeq 2.598076211s^2, \text{ sedangkan kelilingnya } 6t, \text{ diameter besar } 2t, \text{ dan diameter kecil } t\sqrt{3}.$$

Segienam di alam dan buatan manusia

Segienam beraturan	
	
Segienam beraturan, $\{6\}$	
sisi dan titik sudut	6
[[Simbol Schläfli	$\{6\}$ $t\{3\}$
Diagram Coxeter–Dynkin	
Grup simetri	Dihedral (D_6)
Luas (s=panjang sisi)	$A = \frac{3\sqrt{3}}{2}s^2$ $\simeq 2.598076211s^2.$
Sudut dalam	120°

Sumber : <http://id.wikipedia.org/wiki/Segienam>
11/11/2009 7:28 PM

CARA KERJA ALAT UJI TENSO LAB/MESDAN LAB.

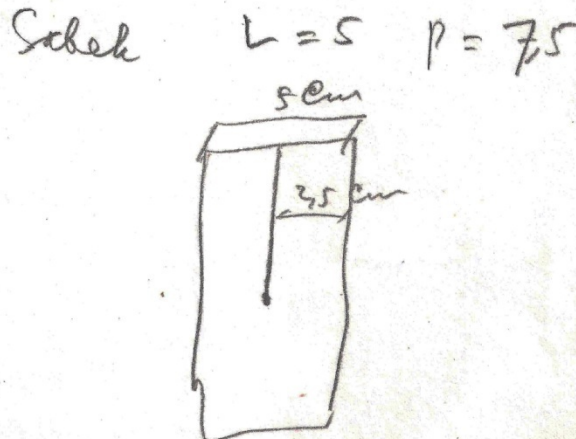
(Alat uji Kekuatan Tarik dan Mulur Kain)

Lab. Evaluasi Tekstil-Jur.TK.Konsentrasi Teknik Tekstil-FTI-UII

1. Hidupkan Mesin Tenso Lab. ,Serta hidupkan Komputer yang sudah dikonekkan dengan Alat Tenso Lab. *tarik = 2,5 cm x 7,5 cm*
2. Potong Kain dengan ukuran panjang 30 cm Lebar 2,5 cm *Sobel = 5 cm x 7,5 cm*
3. Kemudian Setting Alat Tenso Lab. Terlebih dahulu sesuai kebutuhan untuk uji Serat :
 - Jarak Klem penjepit serat atas dengan bawah 200 mm (20 cm)
 - Stop Force diisi = ~~200 cn~~ (Kg) Ketepatan putus kain mesin mati.
 - Kecepatan Tarik (Speed 300) *Sobel = 50*
 - Peak Sensibility % = 2.50 % *tarik = 450*
4. Kemudian Setting Program yang ada dalam komputer dengan pengisian sbb:
 - Satuan kekuatan pilih (Kg)
 - Jenis satuan Nomor Benang diisi tinggal pilih (-). *50 cm*
 - Jarak Klem penjepit diisi 200 mm , lalu tekan OK
5. Kemudian Kain dijepit pada Klem atas dan bawah pada Alat Tenso Lab., sebelum tombol STAR ditekan/dijalankan.dengan menunjukkan angka NOL Gram pada tampilan tenso Lab.
6. Kemudian di KLIK STAR ,Kain akan ke tarik keatas dan akan terdeski dikomputer sampai Kain putus ,dan mesin secara otomatis akan mati sendiri serta akan menunjukkan angka berapa kekuatan Tarik dan mulur seratnya (Dikomputer secara Statistik otomatis akan terhitung nilai rata-ratanya), Dan begitu pengujian seterusnya seperti langkah no.5-7.
7. Data akan tersimpan dan diberi nama file pengujinya ,Baru kita Print Out.

Spesifikasi Mesin Tenso Lab. :

Mesdan Lab. S.p.a
25087 SALO- ITALY
Model Tenso. 300
Type : 168 E
Serial No. : 397
Tahun Buatan : 1997



MESDAN-LAB strength tester

Di Ujikan Di Lab. Evatek Jur. Tekstil FTI-UII

Sample data

Customer UNY
Date / Time 09-06-09 14:07
Art code Klt. Bola K
Count 0 (Nm)
Operator SUPARDI RS
Color Kuning
Lot number 3

Test parameters

Tension length 50 (mm)
Test speed 50 (mm/min) - Ketepatan tarik
Load cell 300 (Kg) - Ketepatan H.S. alat
Pre-tensioning strength 50 (Kg) - Ketepatan H.S. berbanding Sand. putu

Remarks

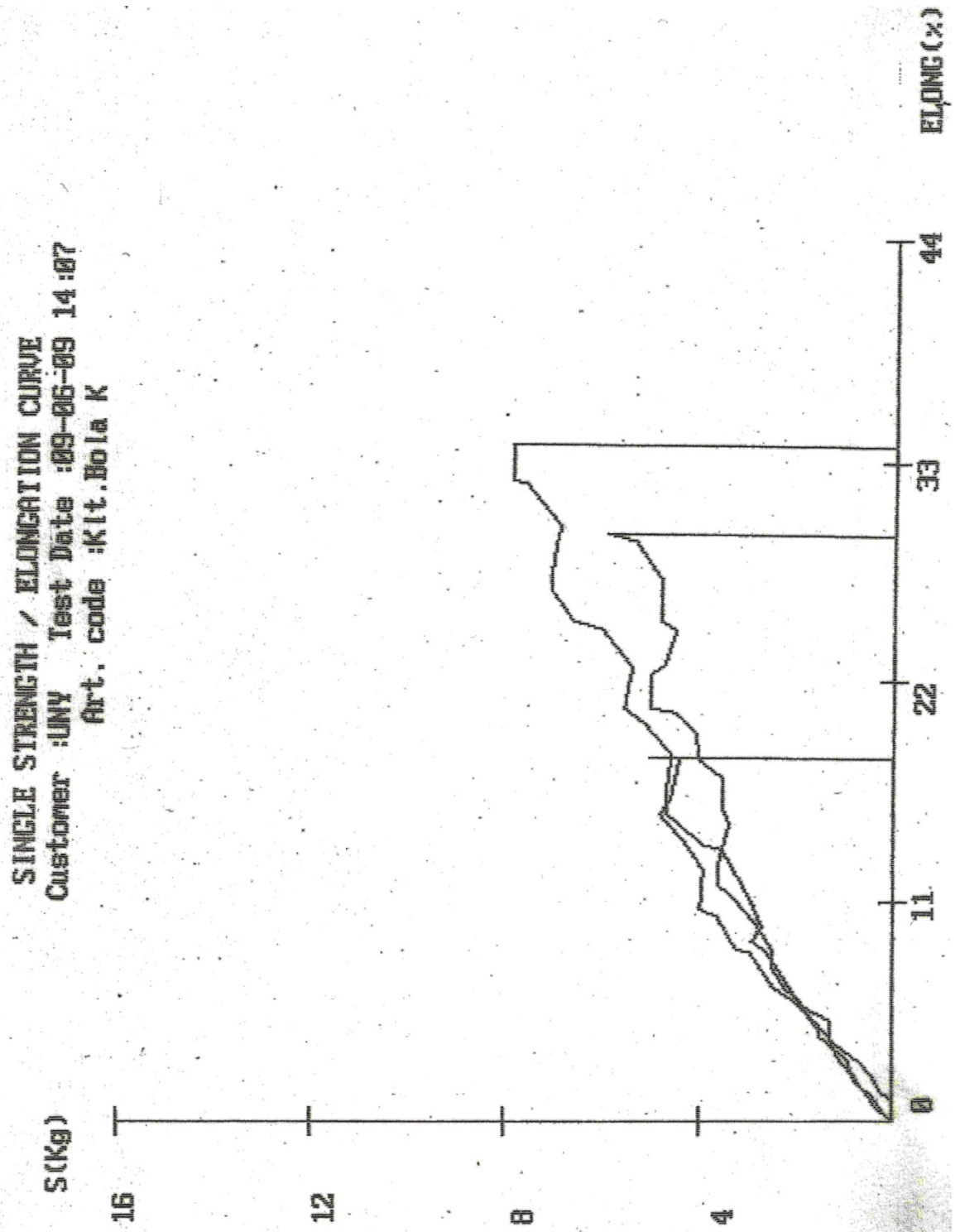
Uji Kekuatan Sobek & Mulur Kulit Bola Kaki, Milik : Sdr. Surono-T.Ms-UNY

Tests data

Test	Strength(Kg)	Elongation(%)	Tenacity (cN/Tex)
1	6.699	29.799	0.000
2	5.500	19.000	0.000
3	8.699	34.400	0.000

Statistical results

	Strength(Kg)	Elongation(%)	Tenacity (cN/Tex)
Maximum	8.699 (3)	34.400 (3)	0.000
Minimum	5.500 (2)	19.000 (2)	0.000
Mean	6.966	27.733	0.000
Range (R%)	45.923	55.530	45.923
Variation coeff. (CV%)	23.200	28.505	23.200
Mean deviation (D)	1.616	7.905	0.000
IC (95%)	4.015	19.636	0.000
Upper limit (95%)	10.981	47.369	0.000
Lower limit (95%)	2.951	8.097	0.000
IC (99%)	9.260	45.297	0.000
Upper limit (99%)	16.226	73.030	0.000
Lower limit (99%)	-2.294	-17.563	0.000



Faktor Koreksi

Mesin yang digerakkan		Penggerak					
		Momen punter puncak 200%			Momen punter puncak > 200%		
		Motor arus bolak-balik(momen normal, sangkar bajing, sinkron), motor arus searah(lilitan shunt)			Motor arus bolak-balik (momen tinggi, fasa tunggal, lilitan seri), motor arus 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 7,5 kW), mesin torak, peluncur, mesin perkakas, mesin percetakan	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6
Variasi beban sedang	Konveyor (ember, sekrap), pompa torak, kompresor, gilingan 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, dan Suga, 2004:165)

Baja karbon untuk konstruksi mesin dan baja batang yang difinis dingin untuk poros

Standar dan macam	Lambang	Perlakuan panas	Kekuatan tarik (kg/mm ²)
Baja karbon konstruksi mesin (JIS G 4501)	S 30 C	Penormalan	48
	S 35 C	“	52
	S 40 C	“	55
	S 45 C	“	58
	S 50 C	“	62
	S 55 C	“	66

(Sularso, dan Suga, 2004:3)

Hardness Conversion Table				
Tensile Strength (N/mm²)	Brinell Hardness (BHN)	Vickers Hardness (HV)	Rockwell Hardness (HRB)	Rockwell Hardness (HRC)
285	86	90		
320	95	100	56.2	
350	105	110	62.3	
385	114	120	66.7	
415	124	130	71.2	
450	133	140	75.0	
480	143	150	78.7	
510	152	160	81.7	
545	162	170	85.0	
575	171	180	87.1	
610	181	190	89.5	
640	190	200	91.5	
675	199	210	93.5	
705	209	220	95.0	
740	219	230	96.7	
770	228	240	98.1	
800	238	250	99.5	
820	242	255		23.1
850	252	265		24.8
880	261	275		26.4
900	266	280		27.1
930	276	290		28.5
950	280	295		29.2
995	295	310		31.0
1030	304	320		32.2

(<http://www.engineershandbook.com/Tables/hardness.htm>)

Tabel Diameter Poros (satuan mm)

4	10	*22,4	40	100	*224	400	
		24		(105)	240		
4,5	11	25	42	110	250	420	
					260		440
	*11,2	28		*112	280		450
5	12	30	45	120	300	460	
	*12,5	*31,5		48	*315		480
*5,6	14 (15)	32	50	125	320	500	
				130	340		530
		*35,5		35	*355		560
6	16 (17)	38	56	140	360	600	
				60	150		380
*6,3	18 19 20 22		60	160	630		
				63		170	
						180	
						190	
7			63	200			
						220	
				65			
*7,1			65				
				70			
8			70				
				71			
				75			
9			75	80			
				85			
				90			
			95				

(Sularso, dan Suga, 2004:9)

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

Tabel Modulus Elastisitas dan Angka Poisson

Bahan	Modulus elastisitas E		Modulus elastisitas geser G		Angka Poisson ν
	ksi	Gpa	ksi	Gpa	
Aluminium (murni)	10.000	70	3.800	26	0,33
Aluminium campuran	10.000-11.400	70-79	3.800-4.300	26-30	0,33
2014-T6	10.600	73	4.000	28	0,33
6061-T6	10.000	70	3.800	26	0,33
7075-T6	10.400	72	3.900	27	0,33
Kuningan	14.000-16.000	96-110	5.200-6.000	36-41	0,34
Kuningan merah (80% Cu, 20% Zn)	15.000	100	5.600	39	0,34
Kuningan naval	15.000	100	5.600	39	0,34
Batu bata (tekan)	1.500-3.500	10-24			
Perunggu	14.000-17.000	96-120	5.200-6.300	36-44	0,34
Perunggu mangan	15.000	100	5.600	39	0,34
Besi tuang	12.000-25.000	83-170	4.600-10.000	32-69	0,2-0,3
Besi tuang abu-abu	14.000	97	5.600	39	0,25
Beton (tekan)					0,1-0,2
Kekuatan rendah	2.000	18			
Kekuatan sedang	3.600	25			
Kekuatan tinggi	4.400	30			
Tembaga (murni)	16.000-18.000	110-120	5.800-6.800	40-47	0,33-0,36
Tembaga berilium (keras)	18.000	120	6.800	47	0,33
Kaca	7.000-12.000	48-83	2.800-5.000	19-34	0,2-0,27
Magnesium (murni)	6.000	41	2.200	15	0,35
Campuran	6.500	45	2.400	17	0,35
Monel (67% Ni, 30% Cu)	25.000	170	9.500	66	0,32
Nikel	30.000	210	11.400	80	0,31
Nilon	300-400	2,1-2,8			0,4
Karet	0,1-0,6	0,0007-0,004	0,03-0,2	0,0002-0,001	0,45-0,50
Baja	28.000-30.000	190-210	10.800-11.800	75-80	0,27-0,30
Batu (tekan)					
Granit	6.000-10.000	40-70			0,2-0,3
Batu kapur	3.000-10.000	20-70			0,2-0,3
Marmer	7.000-14.000	50-100			0,2-0,3
Titanium (murni)	15.500	110	5.800	40	0,33
Campuran	15.000-17.000	100-120	5.600-6.400	39-44	0,33
Tungsten	50.000-55.000	340-380	21.000-23.000	140-160	0,2
Kayu (lentur)					
Ash	1.500-1.600	10-11			
Douglas fir	1.600-1.900	11-13			
Ek (Oak)	1.600-1.800	11-12			
Cemara(Southern pine)	1.600-2.000	11-14			
Besi tempa	28.000	190	10.800	75	0,3

(James M. Gere, dan Stephen P. Timoshenko, 1996:514)

Tabel Batas Defleksi

Defleksi Akibat Pelengkungan/Tekuk	
Bagian Mesin Umum	0,0005 – 0,003 in/in panjang
Presisi Sedang	0,00001 – 0,0005 in/in
Presisi Tinggi	0,000001 – 0,00001 in/in
Defleksi Akibat Torsi	
Bagian Mesin Umum	0,001° - 0,01°/in panjang
Presisi Sedang	0,00002° - 0,0004°/in panjang
Presisi Tinggi	0,000001° - 0,00002°/in panjang

(Robert L. Mott, 2009 : 113)

Diameter minimum puli yang diizinkan dan dianjurkan (mm)

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

(Sularso, dan Suga, 2004:169)

Nomor Nominal Sabuk-V Standar

Penampang A			Penampang B		
13	*65	117	16	*68	*120
14	*66	*118	17	*69	121
15	*67	119	18	*70	*122
16	*68	*120	19	*71	123
*17	*69	121	20	*72	124
*18	*70	*122	21	*73	*125
*19	*71	123	22	*74	126
*20	*72	124	23	*75	127
*21	*73	*125	24	*76	*128
*22	*74	126	*25	*77	129
*23	*75	127	*26	*78	*130
*24	*76	*128	*27	*79	131
*25	*77	129	*28	*80	132
*26	*78	*130	*29	*81	133
*27	*79	131	*30	*82	134
*28	*80	132	*31	*83	*135
*29	*81	133	*32	*84	136
*30	*82	134	*33	*85	137
*31	*83	*135	*34	*86	138
*32	*84	136	*35	*87	139
*33	*85	137	*36	*88	*140
*34	*86	138	*37	*89	141
*35	*87	139	*38	*90	142
*36	*88	*140	*39	*91	143
*37	*89	141	*40	*92	144
*38	*90	142	*41	*93	*145
*39	*91	143	*42	*94	146
*40	*92	144	*43	*95	147
*41	*93	*145	*44	*96	148
*42	*94	146	*45	*97	149
*43	*95	147	*46	*98	*150
*44	*96	148	*47	*99	151
*45	*97	149	*48	*100	152
*46	*98	*150	*49	101	153
*47	*99	151	*50	*102	154
*48	*100	152	*51	103	*155
*49	101	153	*52	104	156
*50	*102	154	*53	*105	157
*51	103	*155	*54	106	158
*52	104	156	*55	107	159
*53	*105	157	*56	*108	*160
*54	106	158	*57	109	161
*55	107	159	*58	*110	162
*56	*108	*160	*59	111	163
*57	109	161	*60	*112	164
*58	*110	162	*61	113	*165
*59	111	163	*62	114	166
*60	*112	164	*63	*115	167
*61	113	*165	*64	116	168
*62	114	166	*65	117	169
*63	*115	167	*66	*118	*170
*64	116	168	*67	119	171

(Sularso, dan Suga, 2004 : 167)

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

(Sularso, dan Suga, 2004 : 168)

Faktor Koreksi K_θ

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

(Sularso, dan Suga, 2004:174)

Daerah Penyetelan Jarak Sumbu Poros

Nomor Nominal Sabuk	Panjang Keliling Sabuk	Ke sebelah dalam dari letak standart ΔC_t					Ke sebelah luar dari letak standart ΔC_t (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

(Sularso, dan Suga, 2004:174)

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

Simbol dengan grup kualitas	? Tipe dcoksidasi	No. bahan	Jenis baja menurut Euronorm 25	Kadar C (%)	Kekuatan		Penguasaan	
					σ_B sampai 100 mm ϕ (N/mm ²)	σ_s min (N/mm ²)	δ_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				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					
St 37-1	U	1.0110	Fe 37-A	0,20	360...440	240	25	105...125
	R	1.0111						
St 37-2	U	1.0112	Fe 37-B3FU	0,18				Baja tempa, biasa dipakai dikonstruksi mesin, untuk tangki dan ketel, mudah dilas.
	R	1.0114	Fe 37-B3FN					
St 37-3	RR	1.0116	Fe 37-C3	0,17				
St 42-1	U	1.0130	Fe 42-A	0,25	410...490	250	22	120...140
	R	1.0131						
St 42-2	U	1.0132	Fe 42-B3FU	0,25				Komponen pres dan tempa, poros beban sedang, batang engkol kecil, mudah dilas.
	R	1.0134	Fe 42-B3FN					
St 42-3	RR	1.0136	Fe 42-C3	0,23				
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				Poros beban tinggi, batang engkol mudah dikerjakan, sulit dikeraskan.
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				Baja konstruksi bangunan, mudah dilas.
St 70-2	R	1.0632	Fe 70-2	0,5	690...830	360	10	195...240

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

² Q : Tepi yang tidak retak; Z : batang tarik; P : tempa; Ro : untuk pipa.

³ U : tidak stabil, R : stabil, RR : dituang dalam keadaan sangat stabil.

⁴ Harga untuk tebal \leq 16 mm, untuk 16...40, σ_s ... 10 N/mm², untuk 40...100 mm, σ_s ... 20 N/mm² dipilih lebih rendah.

Sifat-sifat bahan bantalan luncur

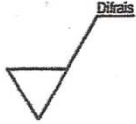
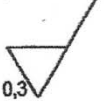
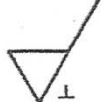
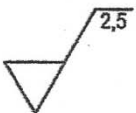
Bahan bantalan	Kekerasan H _B	Tekanan maksimum yang diperbolehkan (kg/mm ²)	Temperatur maks. Yang diperbolehkan (°C)
Besi cor	160-180	0,3-0,6	150
Perunggu	50-100	0,7-2,0	200
Kuningan	80-150	0,7-2,0	200
Perunggu fosfor	100-200	1,5-6,0	250
Logam putih berdasar Sn	20-30	0,6-1,0	150
Logam putih berdasar Pb	15-20	0,6-0,8	150
Paduan Cadmium	30-40	1,0-1,4	250
Kelmet	20-30	1,0-1,8	170
Paduan Aluminium	45-50	2,8	100-150
Perunggu timah hitam	40-80	2,0-3,2	220-250

(Sularso, dan Suga, 2004:109)

4 Standar ukuran penampang Bj P siku sama kaki

Penamaan	Standar ukuran penampang (mm)		r_1	r_2	Luas penampang (cm)	Berat kg / m	Posisi titik berat (cm)	Momen inersia (cm ⁴)				Radius girasi (cm)		Modulus penampang (cm ³)			
	A x A	T						Cx = Cy	Ix = Iy	Maks IU	Min IU	Ix = Iy	Max IU		Min IV	Max IV	Zx = Zy
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
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	1,42	2,26	0,590	0,908	1,140	0,585	0,661			
L 40	40 x 40	3	4,5	2	2,336	1,82	1,090	3,53	5,60	1,460	1,230	1,550	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	1,910			
L 45	45 x 45	4	6,5	3	3,492	2,74	1,24	6,50	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	7,91	12,5	3,290	1,360	1,720	0,874	2,460			
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	19,6	31,2	8,09	1,84	2,32	1,180	4,520			
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	29,4	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	58,9	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			

Simbol dengan tambahan perintah pengerjaan

Simbol	Pengertian
	Permukaan harus dikerjakan dengan mesin tertentu. Misalnya dengan mesin frais.
	Kelebihan ukuran yang harus diberikan pada permukaan. Misalnya harus diberi kelebihan ukuran sebesar 0,3 mm.
	Arah bekas pengerjaan (tekstur) yang diinginkan. Macam-macam arah bekas pengerjaan dapat dipilih seperti pada tabel 13.5.
	Panjang sampel (contoh) yang dianjurkan (lihat tabel 13.1).

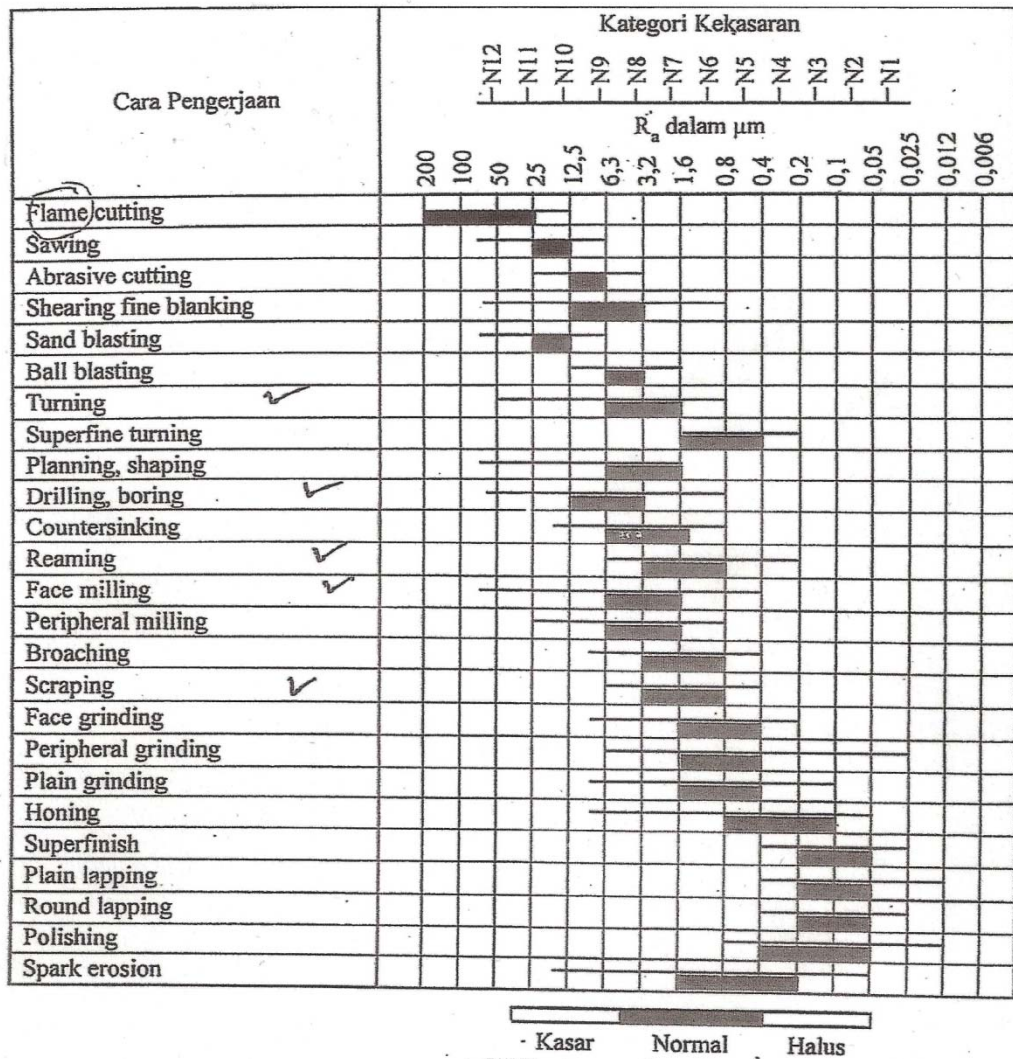
(Juhana, dan Suratman, 2000:245)

Nilai kekasaran dan tingkat kekasaran menurut ISO

Kekasaran R_a (μm)	Tingkat kekasaran	Panjang sampel (mm)
50	N12	8
25	N11	
12,5	N10	2,5
6,3	N 9	
3,2	N 8	0,8
1,6	N 7	
0,8	N 6	
0,4	N 5	
0,2	N 4	0,25
0,1	N 3	
0,05	N 2	
0,025	N 1	0,08

(Juhana, dan Suratman, 2000:242)

Nilai kekasaran yang dicapai oleh beberapa cara pengerjaan



(Juhana, dan Suratman, 2000:243)

Toleransi umum untuk ukuran linear

Ukuran nominal mm	0,5-3	3-6	6-30	30-120	120-315	315-1000	1000-2000
Penyimpangan yang diizinkan	Halus	± 0,05	± 0,05	± 0,1	± 0,15	± 0,2	± 0,3
	Sedang	± 0,1	± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5	± 0,8
	Kasar		± 0,2	± 0,5	± 0,8	± 1,2	± 2

(Juhana, dan Suratman, 2000:189)

Nilai-nilai toleransi untuk poros

Satuan dalam µm

Ukuran nominal	h II	d 10	h 10	d 9	h 9	e 8	f 8	h 8	f 7	h 7	g 6	h 6	j 6	js 6	k 6	m 6	n 6	p 6	r 6	s 6	t 6	u 6	g 5	h 5	j 5	js 5	k 5	m 5	n 5	p 5	
≤ 3	0 - 20 - 60	- 20 - 60	0 - 40 - 80	0 - 20 - 60	0 - 20 - 60	0 - 16 - 28	0 - 14 - 20	0 - 16 - 20	0 - 14 - 20	0 - 10 - 16	0 - 8 - 12	0 - 6 - 10	0 - 4 - 6	± 3 ± 2	6 + 8 0 + 2	10 + 10 4 + 4	12 + 12 6 + 6	16 + 16 20 + 20	20 + 14				+ 24 + 18	- 2 - 4	0 ± 2 - 2	± 2 - 2	4 + 6 0 + 2	6 + 8 2 + 6	8 + 10 6 + 6		
> 3 - 6	0 - 30 - 75	0 - 30 - 78	0 - 40 - 88	0 - 20 - 60	0 - 20 - 60	0 - 20 - 38	0 - 18 - 28	0 - 10 - 18	0 - 10 - 22	0 - 4 - 12	0 - 4 - 8	0 - 2 - 6	0 - 2 - 6	± 4 ± 3	9 + 12 1 + 4	16 + 16 8 + 8	20 + 20 12 + 12	23 + 19				+ 31 + 23	- 4 - 9	0 ± 3 - 2	± 2,5 - 2	6 + 9 1 + 4	9 + 13 4 + 8	13 + 17 8 + 12			
> 6 - 10	0 - 40 - 90	0 - 40 - 98	0 - 50 - 100	0 - 30 - 70	0 - 30 - 70	0 - 25 - 47	0 - 13 - 22	0 - 13 - 22	0 - 13 - 28	0 - 5 - 14	0 - 5 - 14	0 - 2 - 6	0 - 2 - 6	± 4,5 ± 3	10 + 15 1 + 6	19 + 19 10 + 10	24 + 23	28 + 23				+ 37 + 28	- 5 - 11	0 ± 4 - 2	± 3 - 2	1 + 12 1 + 6	16 + 16 10 + 10	21 + 15			
> 10 - 18	0 - 50 - 110	0 - 50 - 120	0 - 60 - 130	0 - 40 - 80	0 - 40 - 80	0 - 32 - 59	0 - 16 - 27	0 - 16 - 27	0 - 16 - 34	0 - 6 - 17	0 - 6 - 17	0 - 3 - 7	0 - 3 - 7	± 5,5 ± 4	12 + 18 1 + 7	23 + 23 12 + 12	29 + 28	34 + 28				+ 44 + 33	- 6 - 14	0 ± 5 - 3	± 4 - 3	9 + 15 1 + 7	20 + 20 12 + 12	26 + 13			
> 18 - 30	0 - 65 - 130	0 - 65 - 149	0 - 80 - 170	0 - 50 - 110	0 - 50 - 110	0 - 40 - 73	0 - 20 - 33	0 - 20 - 33	0 - 20 - 41	0 - 7 - 20	0 - 7 - 20	0 - 4 - 13	0 - 4 - 13	± 6,5 ± 5	15 + 21 2 + 8	28 + 28 15 + 15	35 + 35	41 + 35				+ 54 + 41	- 7 - 16	0 ± 5 - 4	± 4,5 - 4	11 + 17 2 + 8	24 + 22 15 + 22	31 + 22			
> 30 - 40	0 - 80 - 160	0 - 80 - 180	0 - 100 - 200	0 - 70 - 140	0 - 70 - 140	0 - 50 - 89	0 - 25 - 64	0 - 25 - 64	0 - 25 - 50	0 - 9 - 25	0 - 9 - 25	0 - 5 - 16	0 - 5 - 16	± 8 ± 7	18 + 25 2 + 9	33 + 33 17 + 17	42 + 43	50 + 43				+ 76 + 60	- 9 - 20	0 ± 6 - 5	± 5,5 - 5	13 + 20 2 + 9	28 + 26 17 + 26	37 + 26			
> 40 - 50	0 - 100 - 190	0 - 100 - 220	0 - 120 - 240	0 - 90 - 180	0 - 90 - 180	0 - 60 - 106	0 - 30 - 76	0 - 30 - 76	0 - 30 - 60	0 - 10 - 29	0 - 10 - 29	0 - 7 - 19	0 - 7 - 19	± 9,5 ± 8	21 + 30 2 + 11	39 + 42	51 + 43	60 + 43				+ 85 + 70	- 10 - 23	0 ± 6 - 7	± 6,5 - 7	15 + 24 2 + 11	33 + 30 20 + 32	45 + 32			
> 50 - 65	0 - 120 - 240	0 - 120 - 260	0 - 150 - 300	0 - 110 - 220	0 - 110 - 220	0 - 72 - 126	0 - 36 - 90	0 - 36 - 90	0 - 36 - 71	0 - 12 - 34	0 - 12 - 34	0 - 9 - 22	0 - 9 - 22	± 11 ± 10	25 + 35 3 + 13	45 + 45 23 + 23	59 + 50	68 + 50				+ 94 + 81	- 12 - 27	0 ± 6 - 9	± 7,5 - 9	18 + 28 3 + 13	38 + 33 23 + 37	52 + 37			
> 65 - 80	0 - 145 - 290	0 - 145 - 305	0 - 180 - 360	0 - 130 - 260	0 - 130 - 260	0 - 85 - 148	0 - 43 - 106	0 - 43 - 106	0 - 43 - 83	0 - 14 - 39	0 - 14 - 39	0 - 11 - 25	0 - 11 - 25	± 12,5 ± 11	28 + 40 3 + 15	52 + 52 27 + 43	68 + 43	79 + 43				+ 106 + 91	- 14 - 32	0 ± 7 - 11	± 9 - 11	21 + 33 3 + 15	45 + 27 43 + 43	61 + 43			
> 80 - 100	0 - 170 - 340	0 - 170 - 355	0 - 210 - 420	0 - 160 - 320	0 - 160 - 320	0 - 100 - 172	0 - 50 - 96	0 - 50 - 96	0 - 50 - 72	0 - 15 - 44	0 - 15 - 44	0 - 13 - 29	0 - 13 - 29	± 14,5 ± 13	33 + 46 4 + 17	60 + 60 31 + 50	79 + 50	88 + 50				+ 113 + 101	- 15 - 35	0 ± 7 - 13	± 10 - 13	24 + 37 4 + 17	51 + 50 31 + 50	70 + 50			
> 100 - 120	0 - 190 - 380	0 - 190 - 400	0 - 230 - 460	0 - 190 - 380	0 - 190 - 380	0 - 110 - 191	0 - 56 - 137	0 - 56 - 137	0 - 56 - 108	0 - 17 - 49	0 - 17 - 49	0 - 16 - 36	0 - 16 - 36	± 16 ± 15	36 + 52 4 + 20	66 + 66 34 + 56	88 + 56	98 + 56				+ 124 + 114	- 17 - 32	0 ± 7 - 16	± 11,5 - 16	27 + 43 4 + 20	57 + 56 36 + 56	79 + 56			
> 120 - 180	0 - 210 - 420	0 - 210 - 440	0 - 250 - 500	0 - 210 - 420	0 - 210 - 420	0 - 125 - 214	0 - 62 - 151	0 - 62 - 151	0 - 62 - 119	0 - 18 - 54	0 - 18 - 54	0 - 18 - 36	0 - 18 - 36	± 18 ± 17	40 + 57 4 + 21	73 + 73 37 + 62	98 + 62	108 + 62				+ 134 + 124	- 18 - 43	0 ± 7 - 18	± 12,5 - 18	29 + 46 4 + 21	62 + 62 37 + 62	87 + 62			
> 180 - 250	0 - 230 - 460	0 - 230 - 480	0 - 270 - 540	0 - 230 - 460	0 - 230 - 460	0 - 135 - 232	0 - 68 - 165	0 - 68 - 165	0 - 68 - 131	0 - 20 - 60	0 - 20 - 60	0 - 20 - 40	0 - 20 - 40	± 20 ± 19	45 + 63 5 + 23	80 + 80 40 + 68	108 + 68	118 + 68				+ 159 + 134	- 20 - 47	0 ± 7 - 20	± 13,5 - 20	32 + 50 5 + 23	67 + 68 40 + 68	95 + 68			

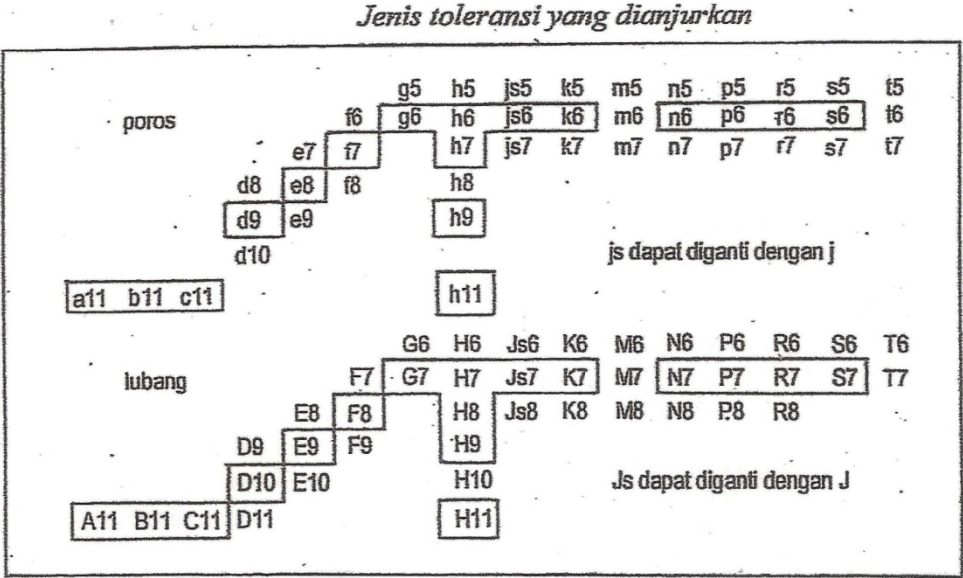
(Juhana, dan Suratman, 2000:197)

Nilai-nilai toleransi untuk lubang

Satuan dalam μm

Ukuran nominal	H	D	E	H	JS	N	P	E	F	H	F	G	H	J	JS	K	M	N	P	R	S	T	U	G	H	JS	K	M	N	P
≤ 3	+60	+60	+39	+25	±12	+4	+6	+28	+20	+14	+16	+12	+10	+4	±5	0	+2	+4	+6	+10	-14	-	-18	+8	+6	±3	0	-2	-4	-6
> 3 - 6	+75	+78	+50	+30	±15	0	-12	+38	+28	+18	+22	+16	+12	+6	±6	+3	0	-4	-8	-11	-15	-	-19	+12	+8	±4	+2	-1	-5	-9
> 6 - 10	+90	+98	+61	+36	±18	0	+15	+47	+35	+22	+28	+20	+15	+8	±7	+5	0	-4	-9	-13	-17	-	-22	+16	+9	±4,5	+2	-3	-7	-12
> 10 - 18	+100	+120	+75	+43	±27	0	-18	+59	+43	+21	+34	+24	+18	+10	±9	-6	0	-5	-11	-16	-21	-	-26	+17	+11	±5,5	+2	-4	-9	-15
> 18 - 30	+130	+149	+92	+52	±28	0	-22	+73	+53	+33	+41	+28	+21	+12	±10	+6	0	-7	-14	-20	-27	-	-33	+20	+13	±6,5	+2	-4	-11	-18
> 30 - 40	+160	+180	+112	+62	±31	0	-26	+89	+64	+39	+50	+34	+25	+14	±12	+7	0	-8	-17	-25	-34	-	-39	+25	+16	±8	+3	-4	-12	-21
> 40 - 50	+190	+220	+134	+74	±37	0	-32	+106	+76	+46	+60	+40	+30	+18	±15	+9	0	-9	-21	-30	-42	-	-45	+29	+19	±9,5	+4	-5	-14	-26
> 50 - 65	+220	+260	+159	+87	±43	0	-37	+126	+90	+54	+71	+47	+35	+22	±17	+10	0	-10	-24	-38	-58	-	-51	+34	+22	±11	+4	-6	-16	-30
> 65 - 80	+250	+305	+185	+100	±50	0	-43	+148	+106	+63	+83	+54	+40	+26	±20	+12	0	-12	-28	-40	-68	-	-66	+39	+25	±12,5	+4	-8	-20	-36
> 80 - 100	+290	+355	+215	+115	±57	0	-50	+172	+122	+72	+96	+61	+46	+30	±23	+13	0	-14	-33	-	-	-	-	+44	+29	±14,5	+5	-8	-22	-41
> 100 - 120	+320	+400	+240	+130	±65	0	-56	+191	+131	+81	+108	+69	+52	+36	±26	+16	0	-14	-36	-	-	-	-	+49	+32	±16	+5	-9	-25	-47
> 120 - 180	+350	+440	+265	+140	±70	0	-62	+214	+151	+89	+119	+75	+57	+39	±28	+16	0	-16	-88	-	-	-	-	+54	+36	±18	+7	-10	-26	-51
> 180 - 250	+400	+480	+290	+155	±77	0	-68	+232	+165	+97	+131	+83	+63	+43	±31	+18	0	-17	-45	-	-	-	-	+60	+40	±20	+8	-10	-27	-55
> 250 - 315	+440	+540	+330	+180	±90	0	-75	+270	+195	+110	+150	+95	+70	+50	±35	+20	0	-18	-108	-	-	-	-	+70	+50	±25	+10	-12	-30	-60
> 315 - 400	+480	+580	+360	+200	±100	0	-80	+300	+210	+120	+160	+100	+75	+55	±40	+22	0	-20	-120	-	-	-	-	+80	+60	±30	+12	-14	-34	-68
> 400 - 500	+500	+600	+400	+220	±110	0	-85	+330	+220	+130	+170	+110	+80	+60	±45	+25	0	-22	-130	-	-	-	-	+90	+70	±35	+14	-16	-40	-80

(Juhana, dan Suratman, 2000:196)



(Juhana, dan Suratman, 2000:194)

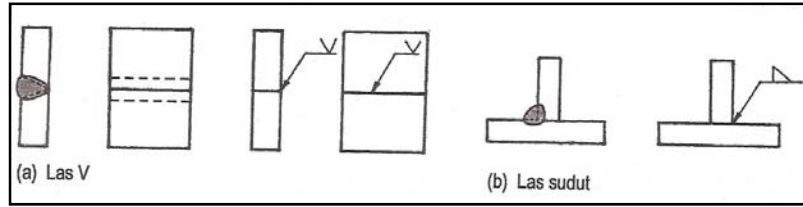
Jenis-jenis suaian yang dapat dipilih

Jenis suaian dan variasinya		Suaian yang disarankan	Ciri-ciri perakitan	Penggunaan
Suaian sesak (interference fit)	Press fit kuat	H7/u6 H7/t6	Hanya dapat dirakit dengan tekanan atau perbedaan temperatur gaya ikatan kuat	Hubungan roda gigi dan roda gila flens pada poros
	Press fit menengah	H7/s6 P7/h6* H7/r6 H7/p6	Hanya bisa dirakit dengan tekanan atau perbedaan temperatur, gaya ikatan kuat	Hubungan kopling, bus bantalan pada rumah roda atau batangnya, lapisan perunggu, pada hubungan-hubungan besi tuang
Suaian pas (transition fit)	Force fit	H7/m6 H7/h6*	Dirakit dengan tekanan	Rotor pada poros motor, ring gigi pada roda
	Wringing fit	K7/h6* H7/k6	Dirakit dengan palu tangan	Puli, kopling, roda gigi, roda gila, pemasangan roda kemudi dengan tuas
	Close sliding fit	H7/j6 H7/js6	Dirakit dengan tangan	Puli, roda gigi, roda kemudi, dan bus bantalan untuk dipasang dengan mudah
Suaian longgaran (clearance fit)	Sliding fit	H7/j6 H8/h9	Masih bisa digerakkan tangan selama ada pelumasan	Sarung senter kepala lepas, roda gigi pengganti, kerah pengencang
		H9/h9* H11/h9 H11/h11		Bagian-bagian yang mudah dirakit, bus antara, poros h11 dibuat dengan proses tarik dingin
	Close running fit	G7/h6* H7/g6	Dapat bergerak tanpa memperhatikan kelonggaran	Bantalan, peluncur presisi
	Running fit	H7/f7 H8/h6* H8/f7 F8/h9*	Perlu diperhatikan kelonggaran	Bantalan dengan kelonggaran yang perlu diperhatikan bantalan poros engkol dan batang engkol, bus bantalan pada poros
	Light running fit	H8/e8 E9/h9*	Kelonggaran agak besar	Pemakaian bantalan pada poros yang panjang, bantalan yang dipakai pada mesin-mesin pertanian
	Large running fit	H8/d9 D10/h9* H11/d9 D10/d11*	Kelonggaran besar	Penggunaan poros dalam mesin peralatan dan mesin torak dengan pemakaian bantalan jamak. Torak hidrolik yang bergerak dalam silinder, penggunaan bantalan luncur untuk temperatur tinggi
	Fit with big clearance and tolerance	C11/h9* C11/h11* H11/c11 A11/h11* H11/a11	Kelonggaran sangat besar	Pena pengunci, pegas, dan penyangga rem, untuk bantalan yang mempunyai temperatur tinggi maupun berbahaya karena kotoran dan tidak cukup pelumasan

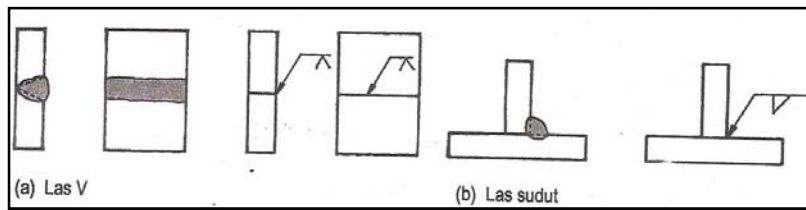
Tanda * untuk jenis suaian dengan basis poros

(Juhana, dan Suratman, 2000:194)

Penunjukan simbol dasar pengelasan sisi jauh (eropa)


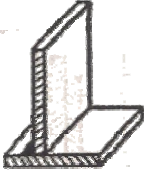
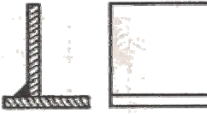

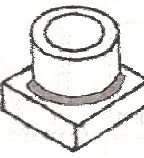
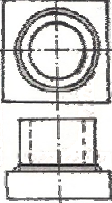
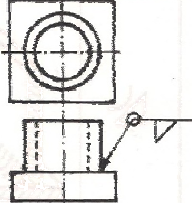

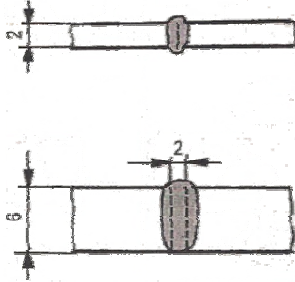
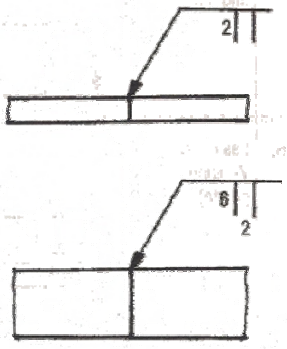
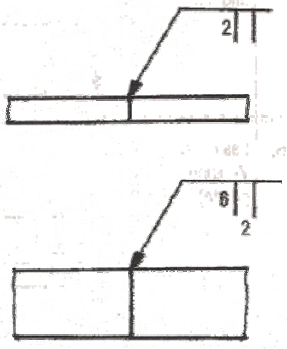
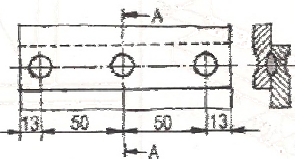
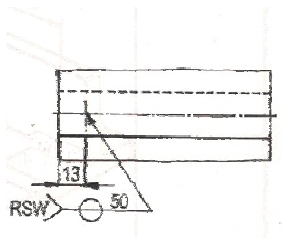
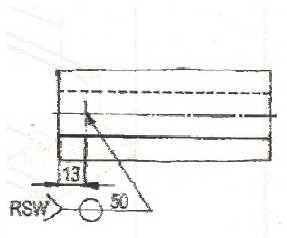


Penunjukan simbol dasar pengelasan sisi dekat (amerika)

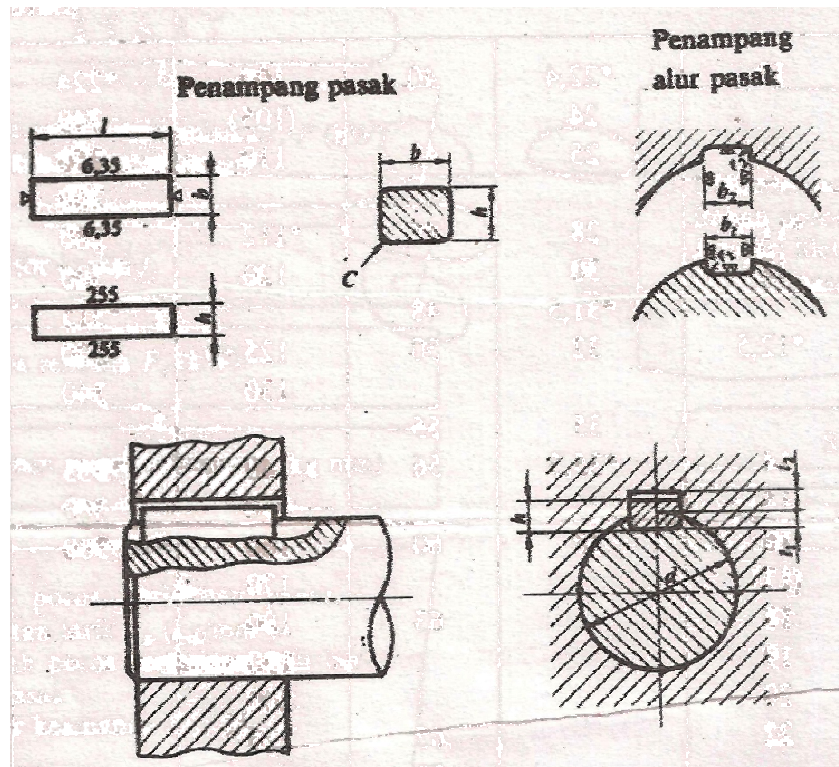


(Juhana, dan Suratman, 2000:286)

Contoh-contoh penggunaan simbol pengelasan

No.	Simbol / jenis pengelasan	Gambar sebenarnya	Gambar pandangan	Penunjukan simbol
1	 Las sudut			
				
2	 Las I			
3	Las titik dengan proses pengelasan Resistance Spot Weld (RSW)			

(Juhana, dan Suratman, 2000:289)



Ukuran-ukuran utama satuan (mm)

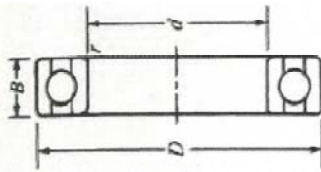
Ukuran nominal pasak bxh	Ukuran standar b, b ₁ , dan b ₂	Ukuran standar h		C	l*	Ukuran standar t ₁	Ukuran standar t ₂			r ₁ dan r ₂	Referensi	
		Pasak prismatis Pasak luncur	Pasak tirus				Pasak prismatis	Pasak luncur	Pasak tirus		Diameter poros yang dapat dipakai d**	
2x2	2	2		0,16-0,25	6-20	1,2	1,0		0,5	0,08-0,16	Lebih dari	6-8
3x3	3	3			6-36	1,8	1,4		0,9		8-10	
4x4	4	4		0,25-0,40	8-45	2,5	1,8		1,2	0,16-0,25	"	10-12
5x5	5	5			10-56	3,0	2,3		1,7		"	12-17
6x6	6	6			14-70	3,5	2,8		2,2		"	17-22
(7x7)	7	7	7,2	0,40-0,60	16-80	4,0	3,0	3,5	3,0	0,25-0,40	"	20-25
8x7	8	7			18-90	4,0	3,3		2,4		"	22-30
10x8	10	8			22-110	5,0	3,3		2,4		"	30-38
12x8	12	8			28-140	5,0	3,3		2,4		"	38-44
14x9	14	9			36-160	5,5	3,8		2,9		"	44-50
(15x10)	15	10	10,2		40-180	5,0	5,0	5,5	5,0		0,40	"
16x10	16	10		45-180	6,0	4,3		3,4	"	50-58		
18x11	18	11		50-200	7,0	4,4		3,4	"	58-65		
20x12	20	12		56-220	7,5	4,9		3,9	"	65-75		
22x14	22	14		63-250	9,0	5,4		4,4	"	75-85		
(24x16)	24	16	16,2	0,60-0,80	70-280	8,0	8,0	8,5	8,0	0,40-0,60	"	80-90
25x14	25	14			70-280	9,0	5,4		4,4		"	85-95
28x16	28	16			80-320	10,0	6,4		5,4		"	95-110
32x18	32	18			90-360	11,0	7,4		6,4		"	110-130

*l harus dipilih dari angka-angka berikut sesuai dengan daerah yang bersangkutan dalam tabel.

6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 32, 36, 40, 45, 50, 56, 63, 70, 80, 90, 100, 110, 125, 140, 160, 180, 200, 220, 250, 280, 320, 360, 400. (Sularso, dan Suga, 2004:10)

TABLE 14-3 Bearing selection data for single-row, deep-groove, Conrad-type ball bearings

A. Series 6200



Bearing number	Nominal bearing dimensions										Preferred shoulder diameter		Basic static load rating, C_o	Basic dynamic load rating, C
	d		D		B		r^B	Shoulder diameter		Bearing weight				
	mm	in	mm	in	mm	in		Shaft	Housing		lb	lb		
6200	10	0.3937	30	1.1811	9	0.3543	0.024	0.500	0.984	0.07	520	885		
6201	12	0.4724	32	1.2598	10	0.3937	0.024	0.578	1.063	0.08	675	1180		
6202	15	0.5906	35	1.3780	11	0.4331	0.024	0.703	1.181	0.10	790	1320		
6203	17	0.6693	40	1.5748	12	0.4724	0.024	0.787	1.380	0.14	1010	1660		
6204	20	0.7874	47	1.8504	14	0.5512	0.039	0.969	1.614	0.23	1400	2210		
6205	25	0.9843	52	2.0472	15	0.5906	0.039	1.172	1.811	0.29	1610	2430		
6206	30	1.1811	62	2.4409	16	0.6299	0.039	1.406	2.205	0.44	2320	3350		
6207	35	1.3780	72	2.8346	17	0.6693	0.039	1.614	2.559	0.64	3150	4450		
6208	40	1.5748	80	3.1496	18	0.7087	0.039	1.811	2.874	0.82	3650	5050		
6209	45	1.7717	85	3.3465	19	0.7480	0.039	2.008	3.071	0.89	4150	5650		
6210	50	1.9685	90	3.5433	20	0.7874	0.039	2.205	3.268	1.02	4650	6050		
6211	55	2.1654	100	3.9370	21	0.8268	0.059	2.441	3.602	1.36	5850	7500		
6212	60	2.3622	110	4.3307	22	0.8661	0.059	2.717	3.996	1.73	7250	9050		
6213	65	2.5591	120	4.7244	23	0.9055	0.059	2.913	4.390	2.18	8000	9900		
6214	70	2.7559	125	4.9213	24	0.9449	0.059	3.110	4.587	2.31	8800	10 800		
6215	75	2.9528	130	5.1181	25	0.9843	0.059	3.307	4.783	2.64	9700	11 400		
6216	80	3.1496	140	5.5118	26	1.0236	0.079	3.504	5.118	3.09	10 500	12 600		
6217	85	3.3465	150	5.9055	28	1.1024	0.079	3.740	5.512	3.97	12 300	14 600		
6218	90	3.5433	160	6.2992	30	1.1811	0.079	3.937	5.906	4.74	14 200	16 600		
6219	95	3.7402	170	6.6929	32	1.2598	0.079	4.213	6.220	5.73	16 300	18 800		
6220	100	3.9370	180	7.0866	34	1.3386	0.079	4.409	6.614	6.94	18 600	21 100		
6221	105	4.1339	190	7.4803	36	1.4173	0.079	4.606	7.008	8.15	20 900	23 000		
6222	110	4.3307	200	7.8740	38	1.4961	0.079	4.803	7.402	9.59	23 400	24 900		
6224	120	4.7244	215	8.4646	40	1.5748	0.079	5.197	7.992	11.4	26 200	26 900		

(Robert L. Mott, 2004:607)



Foto 1. Mesin Pencetak Kulit Bola



Foto 2. Uji Kinerja Mesin Pencetak Kulit Bola