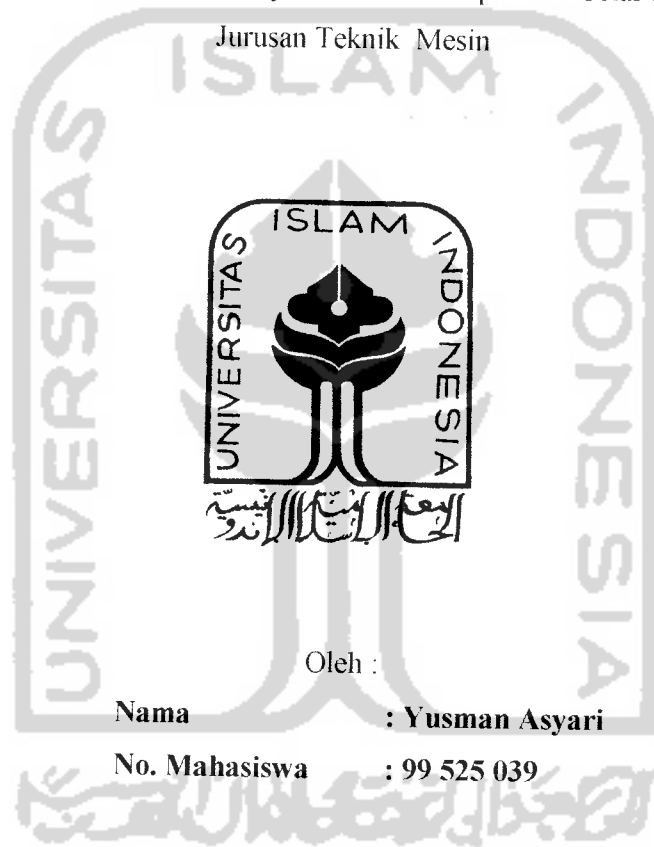


PERANCANGAN DAN PEMBUATAN
STAMPING MACHINE
UNTUK INDUSTRI KERAJINAN SKALA KECIL

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana pada

Jurusan Teknik Mesin



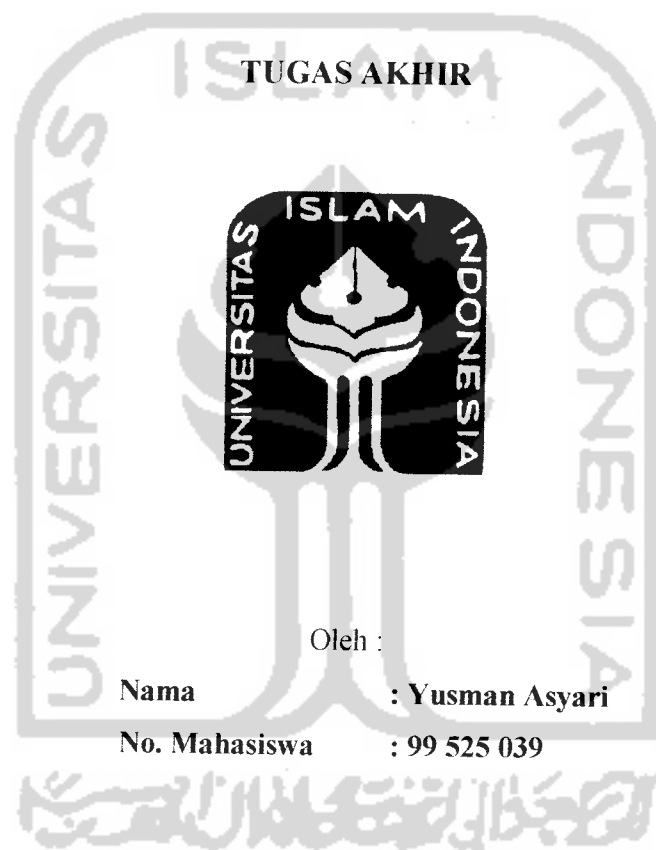
Oleh :

Nama : Yusman Asyari

No. Mahasiswa : 99 525 039

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGJAKARTA
2005

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN
STAMPING MACHINE
UNTUK INDUSTRI KERAJINAN SKALA KECIL

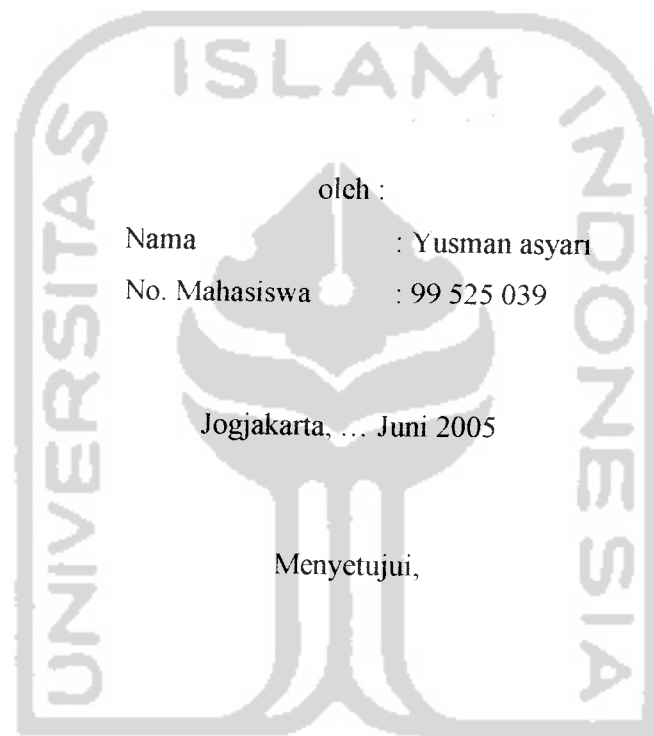


Oleh :
Nama : Yusman Asyari
No. Mahasiswa : 99 525 039

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGJAKARTA
2005

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING
PERANCANGAN DAN PEMBUATAN *STAMPING MACHINE*
UNTUK INDUSTRI KERAJINAN SKALA KECIL

TUGAS AKHIR



oleh :


Nama : Yusman asyari

No. Mahasiswa : 99 525 039

Jogjakarta, ... Juni 2005

Menyetujui,

Pembimbing I


Ir. Paryana Puspaputra, M. Eng

Pembimbing II


Risdiyono, ST

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI
PERANCANGAN DAN PEMBUATAN *STAMPING MACHINE*
UNTUK INDUSTRI KERAJINAN SKALA KECIL
TUGAS AKHIR

Oleh :

Nama : Yusman Asyari

No. Mahasiswa : 99 525 039

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin
Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

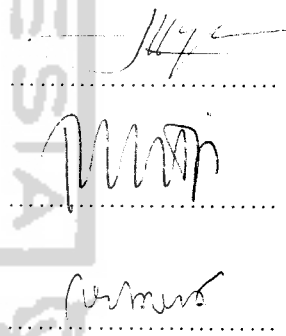
Jogjakarta, 1 Agustus 2005

Tim Penguji

Ir. Paryana Puspaputra, M.Eng
Ketua

Ir. Purtojo
Anggota I

Agung Nugroho Adi, ST
Anggota II



Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia



H. Bachrun Sutrisno, Msc

MOTTO

لايكلف الله نفساً إلا وسعها

“Allah tidak akan membebani seseorang kecuali sepadan dengan kemampuannya “ (Q.S Al-Baqarah : 286)

فإن مع العسر يسراً * إن مع العسر يسراً

“Sungguh bersama kesukaran pasti ada kemudahan;
Dan bersama kesukaran pasti ada kemudahan” (Q.S Asy-Syarah : 5-6)

“Banyak hal yang bias dilakukan dengan kecerdasan,
tapi cerdas tanpa hati nurani lebih berbahaya
karena bisa membuat kejahatan yang lebih dahsyat”

لَا يَجِدُكَ إِلَّا الْيَاسِرَ

Tugas Akhir ini kupersembahkan kepada :

Allah SWT...sang pencipta alam semesta pemilik semua ilmu pengetahuan
sebagai tanda pengabdian hamba dalam mempelajari ayat-ayat-Mu

Ebak & Emak (Drs.K. Mulyasi Usman.M.Pd dan Rohistuti) tercinta
yang telah memberikan, do'a,bimbingan dan harapan kepada ananda
dalam melihat dan menghadapi dunia yang tak pernah habis sepanjang waktu,
segala kebanggaan ada pada kalian

Jamang Usman (alm) tercinta
Yang telah memberikan petuah dalam mengarungi kehidupan.

Wah Septy Dehartati.SE,
Nyah Nelly Marhayati.M.Psi & Suami Abang Khairullah.SE.
yang telah menjadi contoh dan penyemangat

Adik-adik teroyang (Dian Fitriadi & Febrianti).....
Berusahalah, jangan pernah lengah
karena hidup ini lebih keras dari yang kalian bayangkan

Keponakan yang belum ketemu "Aditya Zaidan Makarim"
Patuh & berbaktilah terhadap kedua orang tua

Seseorang (D) yang kelak akan menjadi pendamping hidupku
Semoga kita selalu bersama dalam suka dan duka

AMSN

KATA PENGANTAR



Assalaamu'alaikum Wr.Wb.

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Shalawat dan salam semoga tercurah kepada Rasulullah Muhammad SAW beserta para keluarganya, sahabat dan para pengikutnya hingga akhir zaman.

Tugas Akhir berjudul “Perancangan dan Pembuatan *Stamping Machine* Untuk Industri Kerajinan Skala Kecil” ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

Tentunya penulisan tugas akhir tidak dapat terselesaikan dengan baik tanpa bantuan baik moral maupun spiritual dari berbagai pihak. Atas segala bantuan yang diberikan kepada penulis, baik berupa bimbingan, dorongan, kerjasama, fasilitas dan kemudahan lainnya maka pada kesempatan ini penulis menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. H. Bachrun Sutrisno, Msc, selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia Yogyakarta

2. Bapak Ir.Paryana Puspaputra M.Eng, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia sekaligus sebagai pembimbing tugas akhir yang telah meluangkan waktunya sampai terselesaikannya tugas akhir ini.
3. Bapak Risdiyono. ST, selaku pembimbing tugas akhir yang telah mencurahkan ilmu pengetahuannya dan meluangkan waktu sampai terselesaikannya tugas akhir ini.
4. Bapak dan Ibu Dosen serta karyawan FTI UII yang telah membimbing dan membantu baik kegiatan akademis maupun administratif
5. Dan untuk semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam laporan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran dari para pembaca demi kemajuan penulis di masa mendatang.

Harapan penulis laporan ini dapat membantu mengembangkan ilmu pengetahuan penulis pada khususnya dan pembaca pada umumnya.

Wassalaamu'alaikum Wr.Wb.

Jogjakarta, Juli 2005

Penulis

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN *STAMPING MACHINE* UNTUK INDUSTRI KERAJINAN SKALA KECIL

Abstraksi :

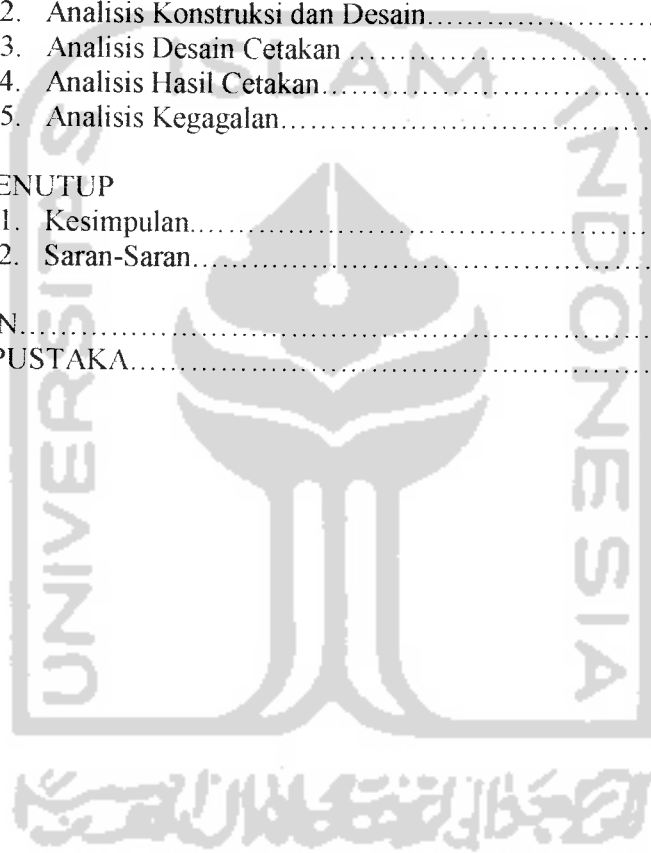
Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat sebuah alat yang bisa digunakan untuk melakukan proses stamping pada spesimen pelat alumunium. Hasil dari proses ini adalah produk kerajinan untuk industri kecil. Pada prinsipnya, proses pembentukan ini dilakukan dengan pengepresan spesimen menggunakan cetakan (pons and dies) yang terpasang pada stamping machine. Pembuatan desain cetakan dilakukan dengan menggunakan software ArtCAM versi 7.0., sedangkan proses pemesinannya menggunakan mesin CNC Roland tipe MDX 20. Material cetakan terbuat dari acrylic. Untuk menjamin terjadinya kesejajaran antara cetakan atas (pons) dengan cetakan bawah (die), maka dibuat suatu system linier guide yang terletak pada sudut cetakan. Setelah dilakukan proses uji coba, dapat disimpulkan bahwa pelat alumunium limbah industri percetakan mampu dibentuk menjadi berbagai produk kerajinan melalui proses stamping dengan alat yang sederhana. Fleksibilitas dari alat dapat ditingkatkan dengan membuat cetakan yang bervariasi. Diharapkan pada tahap selanjutnya alat yang digunakan sudah terintegrasi dengan proses punching.

Kata kunci : pelat alumunium, proses *stamping*, kerajinan

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
MOTTO.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAKSI.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR NOTASI.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
1.6. Sistematika Penulisan.....	4
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1. Teori Kekuatan Material.....	5
2.2. Proses Pembentukan Logam.....	8
2.2.1 Pengerjaan panas logam.....	8
2.2.2 Pengerjaan dingin logam.....	10
2.3. Proses <i>Stamping</i>	13
2.3.1. Menggunting.....	14
2.3.2. Mencetak lubang (<i>Blanking</i>).....	14
2.3.3. Membelah.....	15
2.3.4. Pembengkokan.....	15
2.3.5. Menarik.....	16
2.4. Pembuatan Cetakan.....	16
2.5. Hidrolik.....	17
BAB III PERANCANGAN ALAT	
3.1. Kriteria dan Spesifikasi Alat.....	19
3.2. Rancangan Alat.....	20
3.3. Perhitungan Perancangan Alat.....	21
3.3.1. Penentuan beban.....	22
3.3.2. Perhitungan lengan.....	23
3.3.3. Perhitungan baut lengan.....	25
3.3.4. Perhitungan kekuatan cetakan (<i>acrylic</i>).....	28

3.4. Rancangan Cetakan.....	29
3.4.1. Pembuatan desain.....	29
3.4.2. Pembuatan relief.....	30
3.5. Proses Pemesinan.....	31
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
4.1. Analisis Hasil Komputasi.....	33
4.1.1. Analisis lengan.....	34
4.1.2. Analisis baut lengan.....	35
4.2. Analisis Konstruksi dan Desain.....	36
4.3. Analisis Desain Cetakan.....	38
4.4. Analisis Hasil Cetakan.....	39
4.5. Analisis Kegagalan.....	41
BAB V PENUTUP	
5.1. Kesimpulan.....	42
5.2. Saran-Saran.....	42
LAMPIRAN.....	xiii
DAFTAR PUSTAKA.....	xiv



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Kurva tegangan-regangan	6
Gambar 2.2. Tegangan utama pada pembebanan sederhana	7
Gambar 2.3.A. Tegangan geser pada pembebanan sederhana	7
Gambar 2.3.B. Gabungan antara tegangan geser dan tarik	7
Gambar 2.4. Gabungan antara tegangan utama geser dan tarik	8
Gambar 2.5. Pengaruh pengerolan pada bentuk dan besar butir	9
Gambar 2.6. Penempaan timpa dengan <i>die</i> tertutup	10
Gambar 2.7. Penempaan <i>upset</i>	10
Gambar 2.8. Proses tarik – tekan	11
Gambar 2.9. Mesin pembentukan rol	12
Gambar 2.10. Proses <i>coining</i>	12
Gambar 2.11. Proses cetak timbul <i>stamping</i>	13
Gambar 2.12.A. <i>Pons</i> menyentuh logam	14
Gambar 2.12.B. Perubahan plastis	14
Gambar 2.12.C. Terjadi retakan	14
Gambar 2.13. Operasi cetak lubang (<i>blanking</i>)	14
Gambar 2.14. Contoh operasi membelah	15
Gambar 2.15. Pengembalian kembali dalam proses pembengkokan	15
Gambar 2.16.A. Flens lurus	16
Gambar 2.16.B. Flens mulur	16
Gambar 2.16.C. Flens mengerut	16
Gambar 2.17. Operasi pembentukan sederhana	16
Gambar 2.18. Prinsip hidrolis	17
Gambar 3.1. <i>Stamping machine</i> tampak isometric	20
Gambar 3.2. Faktor pembentukan	22
Gambar 3.3. Sketsa lengan	23
Gambar 3.4. Diagram benda bebas lengan	24
Gambar 3.5. Pemodelan lengan	25
Gambar 3.6. Diagram benda bebas baut lengan	26
Gambar 3.7. Pemodelan baut lengan	28
Gambar 3.8. Data grafis 2D <i>bitmap</i> dan <i>vector</i>	30
Gambar 3.9. Data 3D <i>male</i> dan <i>female</i>	31
Gambar 3.10. Mesin CNC Roland tipe MDX-20	32
Gambar 4.1.A. Model lengan yang menunjukkan tegangan <i>von mises</i>	34
Gambar 4.1.B. Daerah yang menderita tegangan terbesar	34
Gambar 4.2.A. Distribusi tegangan <i>von mises</i> pada baut lengan	35
Gambar 4.2.B. Daerah yang menderita tegangan terbesar	35
Gambar 4.3. Cetakan hasil pemesinan	39
Gambar 4.4. Hasil uji <i>stamping Machine</i>	40
Gambar 4.5. Hipotesis hasil uji cetakan 3	41

DAFTAR NOTASI

σ_y	=	tegangan luluh
σ_u	=	tegangan maksimum
σ_t	=	tegangan plastis
σ_{ult}	=	tegangan tarik
σ_{Acy}	=	tegangan luluh <i>acrylic</i>
F_t	=	gaya total lengan
F_{lengan}	=	gaya lengan
W	=	faktor pembentukan
α_B	=	sudut pembentukan akhir
α_S	=	sudut pembentukan awal
R_B	=	radius pembentukan akhir
R_S	=	radius pembentukan awal
t	=	tebal spesimen
M	=	momen
b, h	=	ukuran penampang
I/c	=	modulus irisan

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pada umumnya percetakan koran menggunakan pelat alumunium untuk mencetak tulisan atau gambar di koran. Seringkali setelah melakukan pencetakan, pelat alumunium yang digunakan tidak dipakai lagi. Akibatnya banyak pelat alumunium yang terbuang sia-sia dari sisa produksi, padahal melihat dari jenis materialnya, pelat alumunium masih dapat dimanfaatkan, misalkan didaur ulang menjadi produk kerajinan, seperti bros, medali, *sign making* dan lain sebagainya.

Salah satu cara pembuatan produk kerajinan itu adalah dengan menggunakan metode *stamping*, dimana bentuk dari hasil *stamping* ini akan menghasilkan kontur atau relief. Sehingga diharapkan dari bahan sisa produksi ini dapat menghasilkan produk kerajinan yang memiliki nilai jual.

Tugas akhir ini mengambil judul "*Perancangan dan Pembuatan Stamping Machine untuk Industri Kerajinan Skala Kecil*". Alat ini berfungsi untuk membuat relief pada pelat sesuai dengan desain yang kita buat. Sehingga dengan alat *stamping* ini pembuatan produk kerajinan lebih mudah. *Stamping machine* ini relatif lebih sederhana dibandingkan *stamping stamping* yang ada di pasaran, karena dimensi ukuran dan beratnya dibuat skala kecil.

Untuk membuat cetakan yang variatif, maka desain dari cetakan haruslah mudah untuk dibuat, mulai dari pendesainan cetakan sampai ke pemesinan dilakukan secara bertahap dan saling berkaitan.

Untuk industri kerajinan skala kecil seperti pengrajin perak, atau yang lainnya, diharapkan dengan alat ini dapat mendukung dalam produktifitas hasil kerja, sehingga *stamping machine* ini memiliki prospek yang cukup baik.

1.2. Rumusan Masalah

Dari latar belakang diatas dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang alat *stamping* yang dapat membuat bermacam bentuk relief dan mudah dioperasikan ?
2. Bagaimana menganalisis desain alat yang akan dibuat agar lebih efisien dengan hasil yang maksimal ?
3. Bagaimana mewujudkan desain alat ke bentuk nyata melalui proses produksi ?

1.3. Batasan Masalah

Dalam melaksanakan penelitian diperlukan adanya batasan masalah, sehingga penulis dapat lebih menyederhanakan dan mengarahkan penelitian agar tidak menyimpang dari yang diteliti. Batasan disini meliputi :

1. Dalam penelitian difokuskan pada perancangan dan pembuatan *stamping machine*.
2. Benda uji menggunakan pelat alumunium diameter 40 mm dan tebal 1 mm
3. Pengoperasian menggunakan dongkrak hidrolik berkekuatan 3 ton
4. Cetakan *stamping* (*pons* dan *die*) terbuat dari *acrylic*

1.4. Tujuan

Membuat alat *stamping* yang fleksibel, sederhana, mudah untuk dioperasikan dan dapat membentuk bermacam relief.

1.5. Manfaat Penelitian

Semua penelitian yang dilakukan pada hakekatnya selalu diharapkan mempunyai manfaat. Antara lain adalah :

1. Bagi Industri

Tugas akhir ini diharapkan dapat bermanfaat untuk membantu industri menengah kebawah seperti pengrajin perak, atau industri lainnya yang membutuhkan, sehingga dalam pembuatan produk kerajinan atau sejenisnya dapat lebih menyingkat waktu dan mempermudah proses produksi.

2. Bagi Penulis

Menambah pengetahuan tentang perancangan dan pembuatan terhadap sebuah alat dengan mengetahui faktor-faktor yang menjadi pertimbangan dan tahapan yang harus dilakukan dalam proses perancangan dan pembuatan alat.

3. Bagi Fakultas

Untuk menambah koleksi bahan mengenai masalah-masalah di bidang perancangan dan pembuatan alat yang dapat meningkatkan pengetahuan para mahasiswa atau pembaca.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini terdiri masing-masing bab yaitu antara lain: BAB I PENDAHULUAN, berisi tentang latar belakang masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat dari tugas akhir ini. BAB II LANDASAN TEORI, berisikan penjelasan-penjelasan tentang teori kekuatan material, proses pembentukan logam, proses perancangan alat dan proses pembuatan cetakan. BAB III PERANCANGAN ALAT, menjelaskan tentang proses perancangan alat mulai dari penentuan kriteria dan spesifikasi alat, sketsa rancangan alat, pemodelan komponen dan geometri, dimensi dan material yang digunakan. BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN, berisi tentang analisis terhadap rancangan alat secara komputasi menggunakan perangkat lunak, antara lain analisis konstruksi dan desain. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN, kesimpulan mengenai semua uraian yang telah dijabarkan pada bab-bab sebelumnya dan juga dilengkapi saran-saran, agar sistem dapat dijalankan dengan baik, efektif dan efisien.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Teori Kekuatan Material

Sifat elastis dan plastis berhubungan erat dengan sifat bahan. Saat mengalami pertambahan tegangan secara kontinyu, maka regangan terjadi. Pada batas elastis, apabila pemberian tegangan dihentikan maka bahan akan kembali ke bentuk semula. Hal ini sesuai dengan hukum Hooke yang menyatakan bahwa setiap bahan memiliki batas elastisitas tertentu yang secara empiris menunjukkan sebuah nilai, sehingga perbandingan rata-rata antara tegangan dengan regangan memiliki kecenderungan selalu konstan. [AMS90]

$$\frac{\sigma}{\varepsilon} = E = \text{Konstan} \quad (2-1)$$

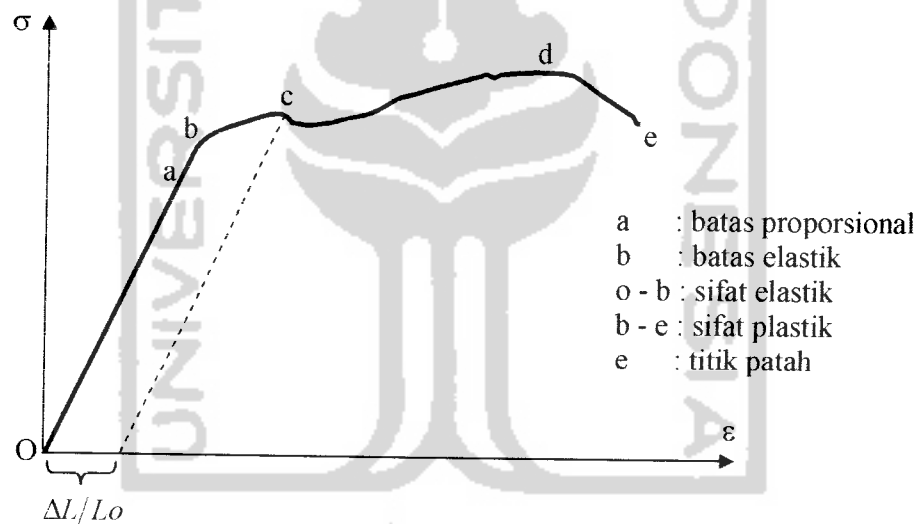
$\sigma = \text{tegangan}$

$\varepsilon = \text{regangan}$

$E = \text{modulus elastis (modulus young 's)}$

Saat bahan terus mengalami pertambahan tegangan sampai melebihi batas elastisnya maka bahan akan mengalami perubahan bentuk secara permanen (*plastic deformation*) secara *uniform*. Sehingga pada suatu nilai tegangan tertentu, saat bahan mulai terdeformasi permanen hukum Hooke tidak berlaku lagi. Kemudian dilanjutkan dengan terjadinya deformasi terpusat (*necking*) pada daerah tertentu dari bahan sampai akhirnya terjadinya patahan.

Data sifat mekanis bahan didapat berdasarkan hasil uji terhadap *specimen* dengan memberikan beban secara aksial dengan pertambahan tegangan yang kontinyu sampai benda uji patah. Data dari pertambahan panjang dan tegangan diambil secara frekuentif. Semakin tinggi tingkat sensitifitas alat ukur dan frekuensi pengambilan data, maka data yang menunjukkan sifat mekanis bahan semakin akurat. Pada pengujian ini dapat diketahui tegangan luluh (*yield strength* / σ_y) dan tegangan tarik maksimum (*ultimate tensile strength* σ_u). Pada Gambar 2.1 dibawah ini merupakan data dari data sifat mekanis beberapa jenis bahan.



Gambar 2.1. Kurva tegangan-regangan untuk berbagai jenis bahan

Kegagalan pada suatu pada material akan terjadi saat tegangan utama yang diberikan sama dengan tegangan luluhnya. (Gambar 2.2)



Gambar 2.2. Tegangan utama pada pembebanan sederhana

Pada kasus ini, kegagalan terjadi saat :

$$\sigma_x = \sigma_1 = \frac{\sigma_y}{n} \quad (2-2)$$

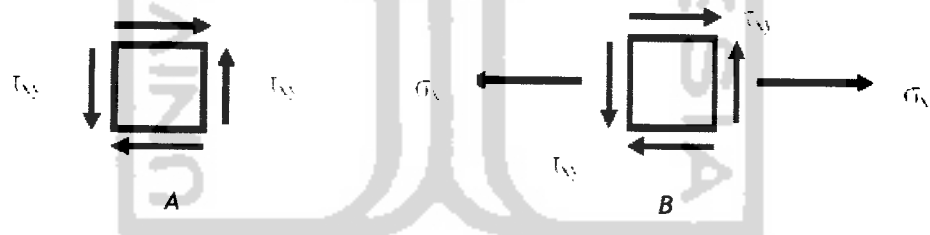
σ_x = Tegangan normal arah x

σ_1 = Tegangan utama (principal stress)

σ_y = Tegangan luluh (yield strength)

n = faktor keamanan

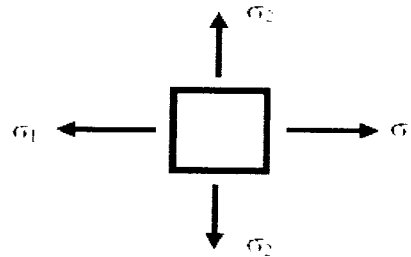
Pada berbagai kasus pembebanan terdapat lebih dari satu komponen tegangan normal yang terjadi, sebagai contoh pada terdapat pula komponen tegangan geser atau bahkan gabungan antara tarik dan geser. (Gambar 2.3.A dan 2.3.B)



Gambar 2.3. A. Tegangan geser pada pembebanan sederhana
B. Gabungan antara tegangan geser dan tarik

Berbagai permasalahan pembebanan dapat disederhanakan dengan pendekatan secara biaksial (*plane stress*) dengan menghilangkan salah satu tegangan pada pembebanan tiga dimensi.

Perpaduan antara pembebanan tarik dan geser menjadi lebih sederhana dengan menentukan nilai tegangan utamanya. (Gambar 2.4)



Gambar 2.4. Gabungan antara tegangan utama geser dan tarik

Tegangan utama (*principal stress*) pada sistem dua dimensi :

$$\sigma_1, \sigma_2 = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2} \quad (2-3)$$

2.2. Proses Pembentukan Logam

Proses pembentukan logam adalah proses pembuatan benda kerja yang didasarkan pada sifat plastis material, sehingga dalam proses ini tidak akan dihasilkan tatal. Pemanfaatan logam untuk keperluan selanjutnya dapat dilakukan beberapa proses untuk mengubah bentuk logam. Agar mengalami deformasi plastik, secara umum ada dua jenis proses pengerjaan mekanik pada logam yang dilakukan, yaitu :

2.2.1. Pengerjaan panas logam

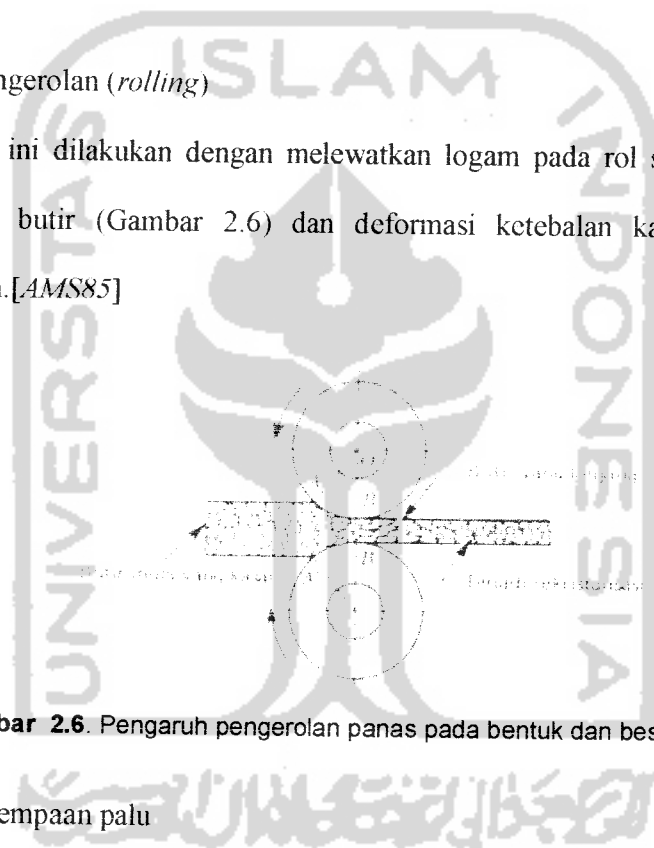
Proses pengerjaan panas dilakukan diatas suhu rekristalisasi material. Material yang akan dibentuk dipanaskan terlebih dahulu sampai melebihi suhu rekristalisasinya. Pada suhu ini tidak terjadi gejala pengerasan pada material sehingga proses pembentukan mudah dilakukan.

Pada proses pengerjaan panas, diperlukan gaya deformasi yang lebih kecil dibanding gaya deformasi pada proses pengerjaan dingin.

Umumnya logam komersil dalam pembentukan melalui pengerjaan panas, sehingga komposisi paduan logam mempunyai pengaruh untuk mengetahui suhu rekristalisasinya. Proses perubahan menjadi batang, lembaran dan profil dilakukan melalui pengerjaan panas ini. Berberapa proses utama pengerjaan panas logam adalah:

2.2.1.1 Pengerolan (*rolling*)

Proses ini dilakukan dengan melewati logam pada rol sehingga terjadi penghalusan butir (Gambar 2.6) dan deformasi ketebalan karena pengaruh penggilingan. [AMS85]



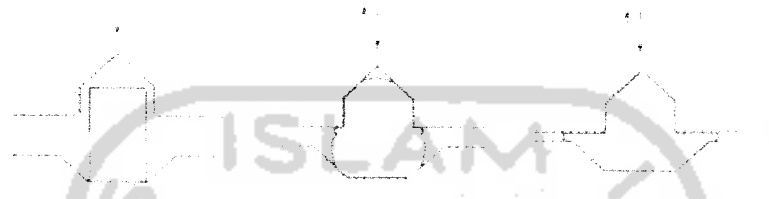
Gambar 2.6. Pengaruh pengerolan panas pada bentuk dan besar butir

2.2.1.2 Penempaan palu

Penempaan palu dilakukan dengan menggunakan perkakas tangan dan *die* datar. Proses ini merupakan cara penempaan tertua yang dikenal. Biasanya dilakukan oleh pandai besi. Untuk benda yang rumit dan ketelitian tinggi tidak dapat dilakukan pada proses ini. [AMS85]

2.2.1.3 Penempaan timpa

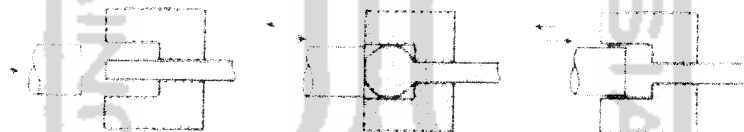
Penempaan timpa dilakukan dengan menggunakan *die* tertutup. Benda kerja terbentuk karena tekanan atau impact yang bertubi-tubi sehingga memaksa logam panas yang plastis memenuhi dan mengisi bentuk *die* (Gambar 2.7). [AMS85]



Gambar 2.7. Penempaan timpa dengan *die* tertutup

2.2.1.4 Penempaan *upset*

Pada penempaan batang berpenampang rata dijepit dalam *die* dan ujung dipanaskan ditekan sehingga mengalami perubahan bentuk sebagaimana terlihat pada Gambar 2.8. [AMS85]



Gambar 2.8. Penempaan *upset*

2.2.2. Pengerjaan dingin logam

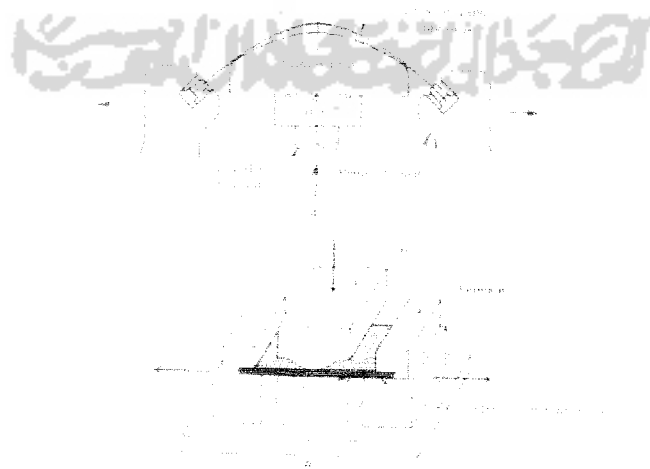
Proses ini dilakukan di bawah suhu rekristalisasi logam. (biasanya dilakukan pada suhu ruang). Diperlukan tegangan yang lebih besar daripada tegangan elastik logam agar terjadi deformasi permanen. Proses ini akan meningkatkan kekuatan, memperbaiki kemampuan permesinan, meningkatkan ketelitian dimensi dan menghaluskan permukaan logam. Jenis proses dan peralatan pada pengerjaan

panas mungkin dipergunakan pada proses ini, hanya yang harus diperhatikan bahwa gaya yang diperlukan dan metode penyaluran panas berbeda.

Sebagai suatu proses perubahan bentuk yang sebagian besar merupakan proses lanjutan dari pengerjaan panas, pengerjaan dingin hanya terbatas untuk bahan yang ulet, karena bahan menjadi rapuh bila mengalami pengerjaan dingin secara berlebihan.

2.2.2.1 Proses tarik – tekan

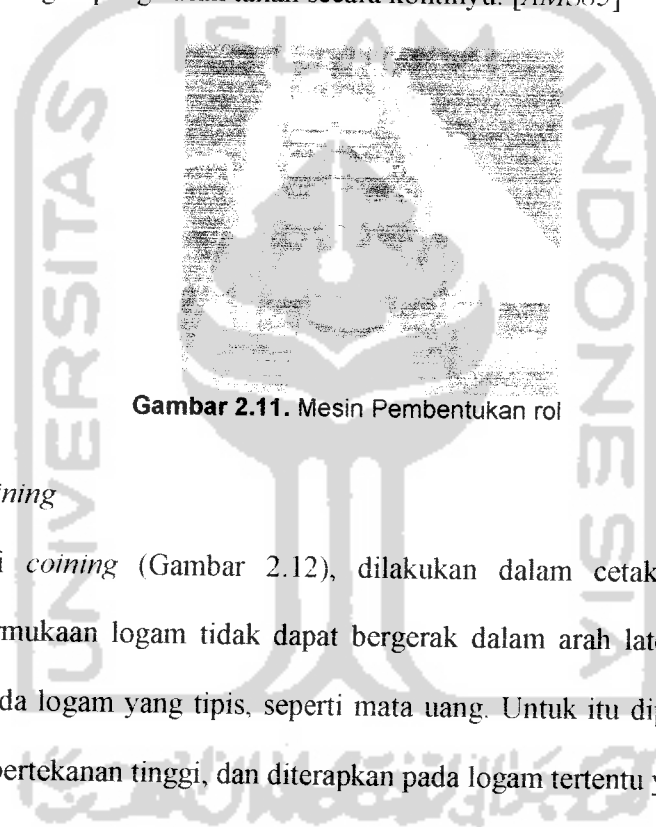
Pada proses tarik, die dipasang pada ram dan die dapat bergerak dalam arah vertikal. Lembaran logam dijepit dan penjepit dapat bergerak dalam arah horizontal. Proses ini dapat dimanfaatkan untuk jumlah produk yang sedikit maupun banyak. Pada proses kombinasi tarik – tekan gaya yang diperlukan tidak terlalu besar, meskipun kerugian bahan cukup tinggi karena harus dijepit. Proses ini banyak digunakan untuk membuat bagian pesawat terbang, penutup mesin dan industri kendaraan bermotor. Tampak proses tarik – tekan pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10. Proses tarik – tekan

2.2.2.2 Pembentukan rol

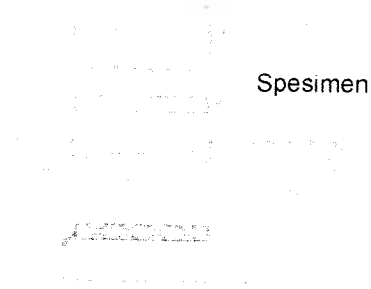
Pembentukan pipa dan tabung dengan menggunakan mesin pembentukan rol dingin yang terdiri dari beberapa pasangan rol yang secara progresif memberi bentuk pada lembaran logam sehingga membentuk bentuk pipa. Pada Gambar 2.11 merupakan mesin pembentukan rol yang terdiri dari lima pasang rol yang dilanjutkan dengan pengelasan tahan secara kontinyu. [AMS85]



Gambar 2.11. Mesin Pembentukan rol

2.2.2.3 *Coining*

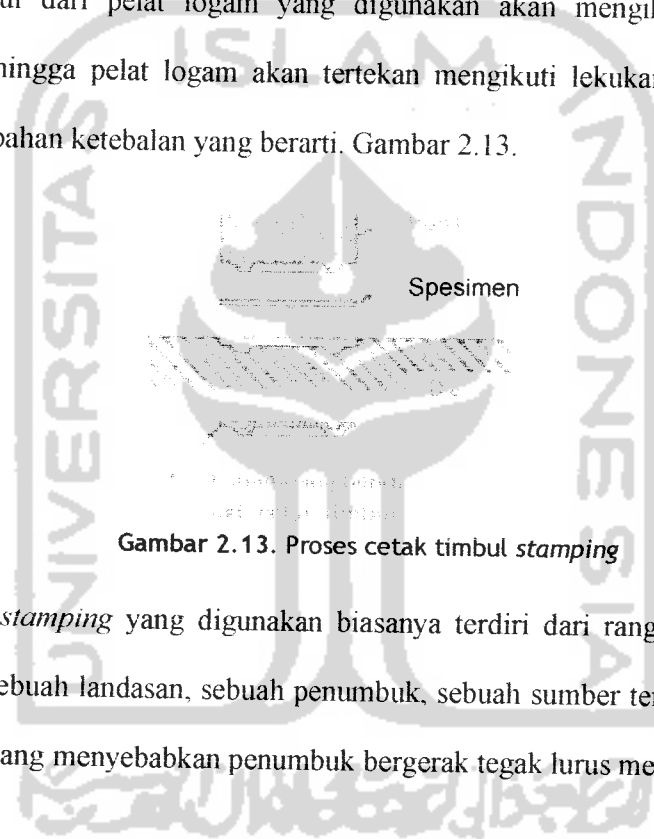
Operasi *coining* (Gambar 2.12), dilakukan dalam cetakan sedemikian sehingga permukaan logam tidak dapat bergerak dalam arah lateral. Proses ini dilakukan pada logam yang tipis, seperti mata uang. Untuk itu diperlukan mesin pres khusus bertekanan tinggi, dan diterapkan pada logam tertentu yang lunak.



Gambar 2.12. Proses *coining*

2.2.2.4 Cetak timbul *stamping*

Pada proses ini tidak memerlukan tekanan yang besar seperti pada proses *coining*, pons yang digunakan mempunyai lekukan sehingga hanya menyentuh sebagian dari spesimen. Biasanya proses *stamping* digunakan untuk membuat kerajinan seperti; bros, pelat nama, medali, tanda pengenal, dan perhiasan. Relief yang muncul dari pelat logam yang digunakan akan mengikuti konfigurasi cetakan, sehingga pelat logam akan tertekan mengikuti lekukan cetakan tanpa terjadi perubahan ketebalan yang berarti. Gambar 2.13.



Gambar 2.13. Proses cetak timbul *stamping*

Mesin *stamping* yang digunakan biasanya terdiri dari rangka mesin yang menopang, sebuah landasan, sebuah penumbuk, sebuah sumber tenaga, dan suatu mekanisme yang menyebabkan penumbuk bergerak tegak lurus menuju landasan.

2.3. Proses *Stamping*

Proses *stamping* biasanya terdiri dari *pons* dan *die*. Pada umumnya mesin *stamping* digunakan untuk pengerjaan jenis tertentu saja, akan tetapi beberapa mesin *stamping* juga dapat melakukan pengerjaan lainnya, seperti operasi pembentukan, pencetakan dan pemotongan dilakukan bersamaan. Sehingga untuk cetak *pons* dan *die*nya harus dirancang khusus.

Stamping mempunyai kemampuan berproduksi cepat karena waktu operasi hanya membutuhkan satu langkah penumbukan ditambah waktu yang diperlukan untuk mengisi stok.

2.3.1. Menggunting

Pemotongan logam termasuk menegangkan dalam pengguntingan melebihi kekuatan batasnya diantara tepi-tepi tajam yang berdekatan seperti ditunjukkan dalam Gambar 2.14. Dengan tekanan yang diberikan pons kepada benda kerja, tekanan mula-mula menimbulkan perubahan bentuk plastis untuk mengambil tempat sebagaimana pada B dalam gambar. Pada batas kekuatan benda kerja retakan makin maju, dan jika kelonggarannya dan kedua tepinya memiliki ketajaman yang sama, maka keretakannya akan bertemu ditengah lembaran seperti ditunjukkan pada gambar C. besarnya kelonggaran, yang merupakan bagian penting dalam desai cetakan, tergantung pada kekerasan bahan. [AMS85]

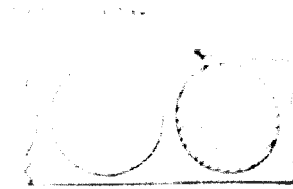


Gambar 2.14. A. Pons menyentuh logam
B. Perubahan plastis
C. Terjadi selesai

2.3.2. Mencetak lubang *blanking*

Seperti dalam Gambar 2.15., operasi memotong luasan datar menjadi suatu bentuk yang diinginkan dan biasanya merupakan tingkat awal dalam sederetan

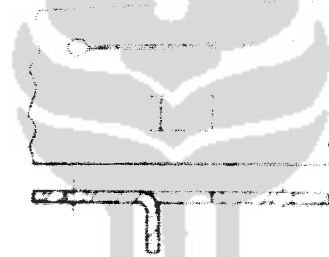
operasi. Dalam hal ini pons harus datar dan cetakan diberikan suatu sudut pemotongan sehingga bagian yang diselesaikan akan datar. [AMS85]



Gambar 2.15. Operasi cetak lubang (*blanking*)

2.3.3. Membelah

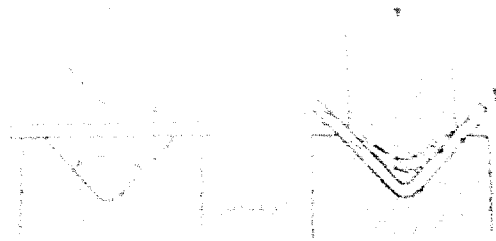
Membuat pemotongan tidak penuh dalam lembaran seperti dalam Gambar 2.16.



Gambar 2.16. Contoh operasi membelah

2.3.4. Pembengkokan

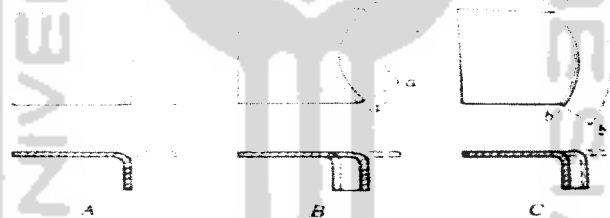
Selama operasi pembengkokan sumbu netral dari potongan digerakkan menghadap sisi kompresi yang menarik lebih banyak serat dalam regangan. Ketebalan keseluruhan agak berkurang, dan lebarnya bertambah pada sisi kompresi dan menyempit pada sisi lainnya. Logam yang telah dibengkokkan menyimpan sebagian dari elastisitasnya semula, dan terdapat sedikit pengembalian elastis setelah pons dilepas. Seperti terlihat pada Gambar 2.17.



Gambar 2.17. Pengembalian kembali dalam proses pembengkokan

2.3.5. Menarik

Dalam gambar 2.18.A., adalah penarikan lurus sederhana. B, flens yang dikerutkan, dan C flens yang dimulurkan. Penarikan pada umumnya dilakukan untuk pembentukan lembaran logam tipis, tetapi cukup untuk mengatasi kerutan atau mulur. [AMS85]



Gambar 2.18. A. Flens lurus
B. Flens mulur
C. Flens mengerut

2.4. Pembuatan Cetakan

Perangkat cetakan yang ditunjukkan gambar 2.19. adalah digolongkan sebagai cetakan sederhana, hanya satu operasi yang dilaksanakan dengan setiap langkah penumbukan.

Gambar 2.19. Operasi pembentukan sederhana

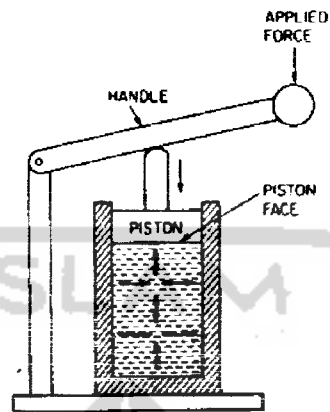
Untuk membuat cetakan yang sederhana dapat dilakukan dengan pengerjaan freis, akan tetapi untuk relief cetakan yang kompleks pembuatan dengan menggunakan mesin perkakas tidak maksimal. Sehingga diperlukan bantuan software untuk mendesain cetakannya. Serta menggunakan mesin CNC untuk melakukan pemesinan karena memiliki kepresisian yang tinggi, disamping relatif lebih mudah dalam melakukan pemesinan, cukup dengan mentransfer kode-kode dari rangkaian desain yang kita buat.

2.5. Hidrolik

Dongkrak hidrolik merupakan salah satu aplikasi dari sebuah sistem hidrolik yang menggunakan fluida cair (oli) sebagai media untuk memindahkan energi dari satu tempat ke tempat yang lain.

Fluida cair digunakan sebagai media karena bersifat tak mampat (*incompressible*), volumenya tidak berubah pada saat diberi tekanan. Saat berada pada sistem tertutup tekanan yang diberikaan tidak akan mengubah volume dan tekanan akan diteruskan dengan sama besar ke semua permukaan tempat fluida. Sehingga energi akan diteruskan dengan efisiensi hampir 100 % apabila tidak ada kerusakan dalam sistem. Hal ini sesuai dengan hukum Pascal yang menyatakan

bahwa apabila fluida pada tempat tertutup diberi tekanan maka tekanan akan diteruskan ke segala arah dengan sama besar. [JOH80]



Gambar 2.20. Prinsip hirdotik

Saat fluida cair berada pada sebuah silinder (Gambar 2.20) kemudian *handle* yang terhubung dengan piston diberi gaya, maka fluida cair akan meneruskan gaya dengan sama besar ke setiap dinding silinder.

BAB III

PERANCANGAN ALAT

3.1. Kriteria dan Spesifikasi Alat

Menurut buku Teknologi Mekanik yang diterjemahkan oleh Sriati Djafrie,[AMS85] bahwa ada tiga kriteria dasar yang melandasi produksi ekonomis, yaitu :

1. Suatu desain fungsional yang sederhana dan memiliki mutu estetika yang memadai.
2. Pemilihan bahan yang tepat berdasarkan pertimbangan sifat fisis, penampilan, harga, dan pembuatan atau permesinannya.
3. Pemilihan proses memproduksi yang mampu menghasilkan produk dengan ketelitian dan penyelesaian permukaan yang memenuhi persyaratan dan dengan harga yang serendah mungkin.

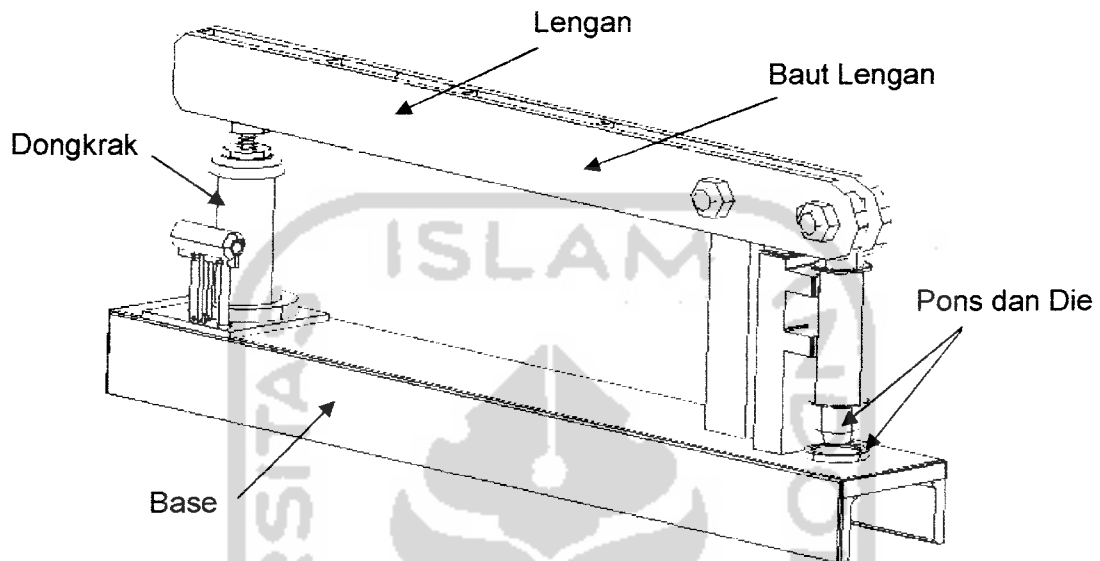
Ketiga kriteria yang disebutkan diatas merupakan faktor yang harus diperhatikan dalam sebuah proses produksi, sehingga produksi yang dilakukan menjadi lebih efisien.

Dari rancangan alat *stamping* yang dilakukan terdapat beberapa spesifikasi komponen utama antara lain :

1. Sumber tenaga menggunakan dongkrak hidrolik berkekuatan 3 ton.
2. Lengan dan tumpuan menggunakan besi baja pelat.
3. Landasan (*base*) dan penumpu *pons* menggunakan besi baja U.
4. Penumbuk (*pons*) menggunakan besi baja silinder.
5. Cetakan *stamping* menggunakan material *acrylic*

3.2. Rancangan Alat

Sketsa dari rancangan alat yang akan dibuat adalah sebagai berikut :



Gambar 3.1. *Stamping machine* tampak isometri

Stamping machine ini terdiri dari lima bagian utama, yaitu *base*, *dongkrak*, *pons*, *lengan*, dan *baut lengan*. *Base* berfungsi sebagai penumpu atau penyangga dari komponen lainnya, *dongkrak* berfungsi sebagai sumber tenaga dari mesin *stamping*, *pons* berfungsi sebagai penumbuk benda kerja, *lengan* berfungsi untuk meneruskan gaya dari *dongkrak* sehingga gaya yang dihasilkan lebih besar, dan *baut lengan* berfungsi sebagai penghubung antara tumpuan, *pons* dan *lengan*.

Saat proses *stamping*, bagian *lengan* bergerak seperti sistem pengungkit untuk meneruskan gaya dari *dongkrak* hidrolik. Dengan mekanisme ini gaya yang diberikan oleh *dongkrak* meningkat, sehingga tegangan plastis yang diinginkan dapat tercapai. *Pons* bergerak secara aksial menuju *dies*, dengan relief yang telah kita persiapkan sehingga terbentuklah produk *stamping* yang diinginkan.

3.3. Perhitungan Perancangan Alat

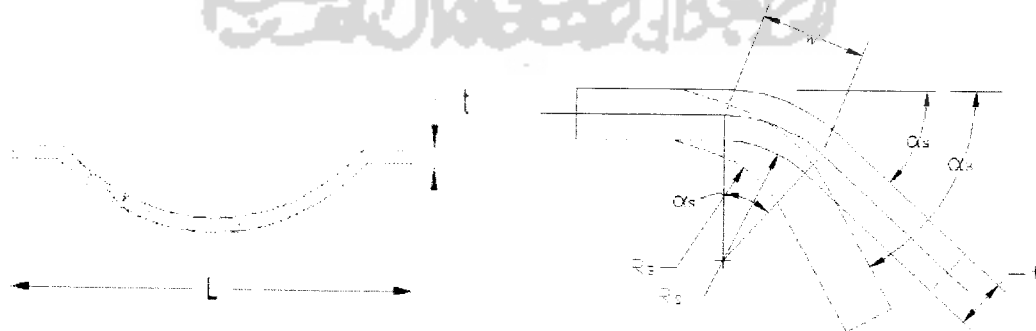
Perhitungan perancangan alat ini dilakukan pada perencanaan terhadap komponen-komponen penyusunnya, yang terdiri dari :

- Lengan
- Baut lengan
- Kekuatan cetakan (*acrylic*)

3.3.1. Penentuan Beban

Beban ditentukan berdasarkan dari jenis pelat yang digunakan yaitu pelat alumunium. Sehingga dalam penentuan beban menggunakan data - data sifat mekanis dari material alumunium *alloy*(Al).[AVA76]

Bahan	Tegangan Luluh (σ_y) Mpa	Tegangan Maksimum (σ_u) Mpa
Alumunium <i>alloy</i>	100	200



Gambar 3.2. Faktor pembentukan [IVA97]

3.3.1.1 Tegangan yang dibutuhkan agar terjadi deformasi permanen :

$$\sigma_t = \frac{\sigma_u + \sigma_y}{2}$$

$$\sigma_t = \frac{200 + 100}{2}$$

$$\sigma_t = 150 \text{ Mpa}$$

$$\therefore W = \alpha_B \left(R_B + \frac{t}{2} \right) - \alpha_S \left(R_S + \frac{t}{2} \right)$$

$$W = 35 \left(30 + \frac{1}{2} \right) - 0 \left(0 + \frac{1}{2} \right)$$

$$W = 1067,5$$

$$\therefore Ft = \frac{\sigma_t \cdot W \cdot t^2}{L}$$

$$Ft = \frac{150 \times 10^6 \cdot 1067,5 \cdot 1^2}{40}$$

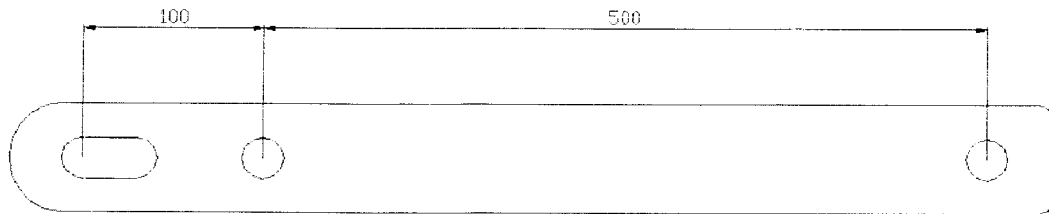
$$Ft = 4003,12 \text{ N}$$

3.3.2. Perhitungan Lengan

Diasumsikan ukuran lengan adalah :

Tebal = 14 mm ; Panjang = 700 mm; Jumlah = 2 buah

Sketsa lengan :

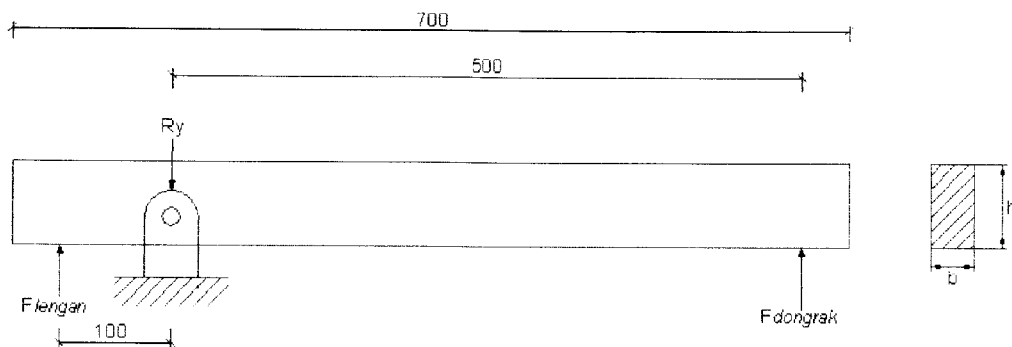


Gambar 3.3. Sketsa lengan

3.3.2.1 Pada lengan terdapat dua buah gaya luar yang bekerja saat proses penekanan (Gambar 3.3), yaitu :

- Gaya lengan ($F_{lengan} = 4003,12 \text{ N}$) pada jarak 100 mm dari pusat
- Gaya dongkrak ($F_{dongkrak}$) yang dibutuhkan :

$$\begin{aligned} \sum MA = 0 &\Rightarrow 0 = F_{lengan} \cdot 100 - F_{dongkrak} \cdot 500 \\ &= 4003,12 \cdot 100 - F_{dongkrak} \cdot 500 \\ F_{dongkrak} &= \frac{4003,12 \cdot 100}{500} \\ &= 800,62 \text{ N} \end{aligned}$$



Gambar 3.4. Diagram benda bebas lengan

3.3.2.2 Penentuan material : [AVA76]

Bahan	Tegangan Tarik (σ_{ult}) Mpa	Tegangan Luluh (σ_y) Mpa
AISI 4042	1613	1455

3.3.2.3 Penentuan ukuran penampang lengan :

Lengan mengalami beban lentur murni, sehingga :

$$\sigma_y = \frac{M_{\max}}{I \cdot c} \Rightarrow I/c = \frac{1}{6} \cdot bh^2 \quad (b = 0,014 \text{ m})$$

$$= \frac{6 \times 0,6 \times F^{\text{dongkrak}}}{bh^2}$$

$$h = \sqrt{\frac{6 \times 0,6 \times 9810}{0,014 \cdot 1455 \times 10^6}} \Rightarrow h = \sqrt{\frac{6 \times 0,6 \times 9810}{0,014 \cdot 1455 \times 10^6}}$$

$$h = 38,05 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$h = 39 \text{ mm}$$

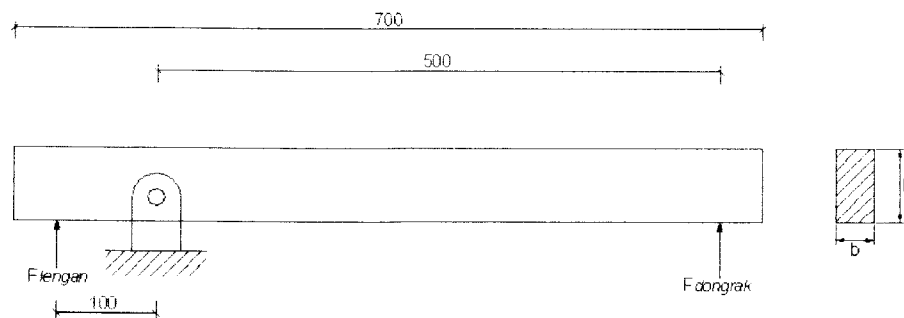
3.3.2.4 Untuk keperluan analisis menggunakan perangkat lunak, maka pemodelan yang dilakukan pada lengan adalah :

- Lengan dimodelkan berupa sebuah batang :
Panjang (l) = 700 mm, Penampang ($b \times h$) = 14 mm \times 42 mm
- Material *High Strength Steel* ($E = 1,9 \times 10^{11}$ MPa) diasumsikan homogen. [MSC95]

- Tumpuan adalah berupa pin pada penyangga lengan
- Beban-beban yang bekerja pada model :

F_{lengan} pada jarak 100 mm dari tumpuan

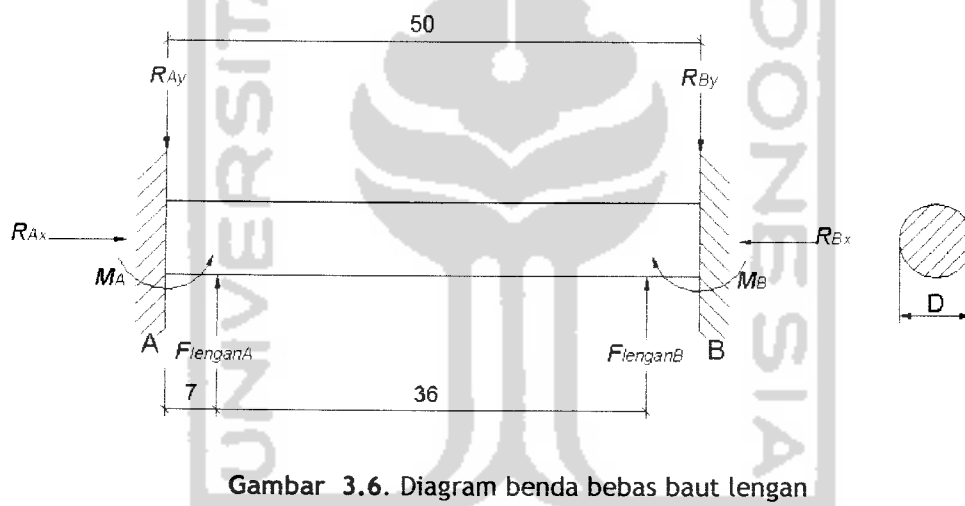
F^{dongkrak} pada jarak 500 mm dari tumpuan



Gambar 3.5. Pemodelan lengan

3.3.3. Perhitungan Baut Lengan

3.3.3.1 Gaya-gaya yang terjadi secara biaksial pada baut lengan :



Gambar 3.6. Diagram benda bebas baut lengan

$$\sum F_x = 0 \Rightarrow 0 = R_{Ax} - R_{Bx}$$

$$R_{Ax} = R_{Bx} \dots\dots\dots (1)$$

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow 0 = F_{lenganA} - F_{lenganB} - R_{Ax} - R_{Ay}$$

$$F_{lenganA} - F_{lenganB} = R_{Ay} + R_{By}$$

$$(4003,12 + 4003,12) \text{ N} = R_{Ay} + R_{By}$$

$$(8006,24) \text{ N} = R_{Ay} + R_{By} \dots\dots\dots (2)$$

$$\sum M_A = 0 \Rightarrow 0 = (R_{By} \times 0,05) - (F_{lenganA} \times 0,007 + F_{lenganB} \times 0,043)$$

$$= (RBy \times 0,05) = (4003,12 \times 0,007 + 4003,12 \times 0,043)$$

$$RBy = \frac{(4003,12 \times 0,007) + (4003,12 \times 0,043)}{0,05}$$

$$RBy = 4003 \text{ N} \dots \dots \dots (3)$$

$$RAy = (F_{lenganA} - F_{lenganB}) - RBy$$

$$= (8006,24 - 4003) \text{ N}$$

$$RAy = 4003,24 \text{ N}$$

3.3.3.2 Penentuan material : [AVA76]

Bahan	Tegangan Tarik σ_{ult} (Mpa)	Tegangan Luluh σ_y (Mpa)
Baja Karbon 1.5 % C	1475	600

3.3.3.3 Penentuan diameter baut :

$$\sigma_y = \frac{M}{I \cdot c} \Rightarrow I/c = \frac{\pi \cdot D^3}{32}$$

$$I/c = \frac{M}{\sigma_y} \quad D^3 = I/c \cdot \frac{32}{\pi}$$

$$= \frac{200,15}{600 \times 10^6} \text{ m}^3$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{3,39 \times 10^{-6} \cdot 32}{\pi}}$$

$$= 3,39 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$D = 1,5 \times 10^{-2} \text{ m} \approx 15 \text{ mm}$$

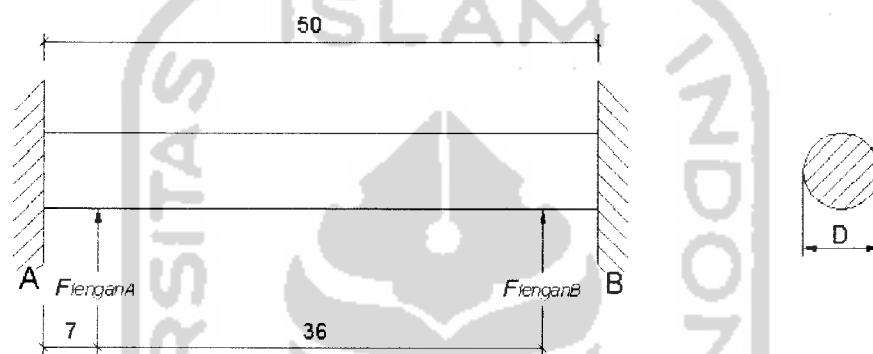
3.3.3.4 Untuk keperluan analisis menggunakan perangkat lunak, maka pemodelan yang dilakukan pada baut lengan adalah :

- Baut Lengan dimodelkan berupa sebuah silinder :

Panjang (l) = 50 mm, Diameter (D) = 15 mm

- Material *Carbon Steel* ($E = 1,9 \times 10^{11}$ MPa) diasumsikan homogen.[MSC95]
- Tumpuan tetap pada kedua ujungnya (*fixed*)
- Beban-beban yang bekerja pada model :

$F_{lenganA}$ dan $F_{lenganB}$ pada jarak 7 mm dan 43 mm dari tumpuan A



Gambar 3.7. Pemodelan Baut Lengan

3.3.4. Perhitungan Kekuatan Cetakan

Pada saat proses *stamping* beban yang harus diterima cetakan cukup besar sehingga perlu diperhitungkan kekuatan cetakan, yaitu :

3.3.4.1 Penentuan material :[ACR05]

Bahan	Tegangan Tarik σ_{ult} (Mpa)	Tegangan Luluh σ_y (Mpa)
Acrylic	131	103

3.3.4.2 Penentuan gaya reaksi cetakan :

Tegangan yang diberikan cetakan agar pelat terdeformasi permanen \leq tegangan luluh material cetakan (*acrylic*), Maka besarnya tegangan cetakan :

$$\therefore Ft = \sigma_{Acy} \cdot A$$

$$\sigma_{Acy} = \frac{Ft}{A}$$

$$\sigma_{Acy} = \frac{4003,12}{\frac{\pi}{4} \cdot (0,04^2)} \Rightarrow \sigma_{Acy} = 3187197,45 \text{ N/m}^2 \approx 3,18 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{Acy} \leq \sigma_y$$

\Rightarrow Material *acrylic* mampu menahan beban yang diberikan lengan

3.4. Rancangan Cetakan

Pada proses *stamping* bagian permukaan spesimen atau benda kerja harus mengalami deformasi plastis, agar relief yang kita inginkan dapat terbentuk. Pada bagian permukaan benda kerja akan mengalami tegangan yang berbeda. Akibat tegangan tak seragam yang terjadi pada permukaan benda kerja, akan menimbulkan deformasi yang tidak merata. Padahal proses *stamping* yang diharapkan adalah menghasilkan hasil kerajinan yang halus.

Untuk meminimalkan dampak negatif dari fenomena diatas pada proses *stamping* dapat dilakukan dengan memperhatikan desain, ketebalan benda kerja, ketinggian relief cetakan, material benda kerja, serta alat *stamping* yang digunakan.

3.4.1. Pembuatan Desain

Pembuatan desain cetakan menggunakan bantuan software ArtCAM versi 0.7, dengan software CAM ini desain cetakan dapat dengan mudah dibuat menjadi produk tiga dimensi kualitas tinggi dimulai dengan gambar *bitmap* dua dimensi atau gambar *vektor*. Software ArtCAM menyalurkan ide kedalam produk akhir

lebih cepat dibanding dengan menggunakan cara konvensional lainnya. Bahkan untuk bentuk relief yang rumit dan memiliki ketelitian yang tinggi dengan menggunakan ArtCAM dapat dikerjakan dengan cepat, sedangkan apabila dikerjakan dengan alat-alat yang biasa proses tersebut memerlukan konsentrasi yang tinggi untuk mengerjakannya.

3.4.2. Pembuatan relief

Setelah desain gambar selesai dibuat maka tahap selanjutnya adalah membuat relief bentuk tiga dimensinya. Untuk membuat relief pada desain cetakan menggunakan dua cara yakni, dengan data grafis *bitmap* dan data grafis *vektor*. Bentuk data grafis tersebut seperti Gambar 3.8.



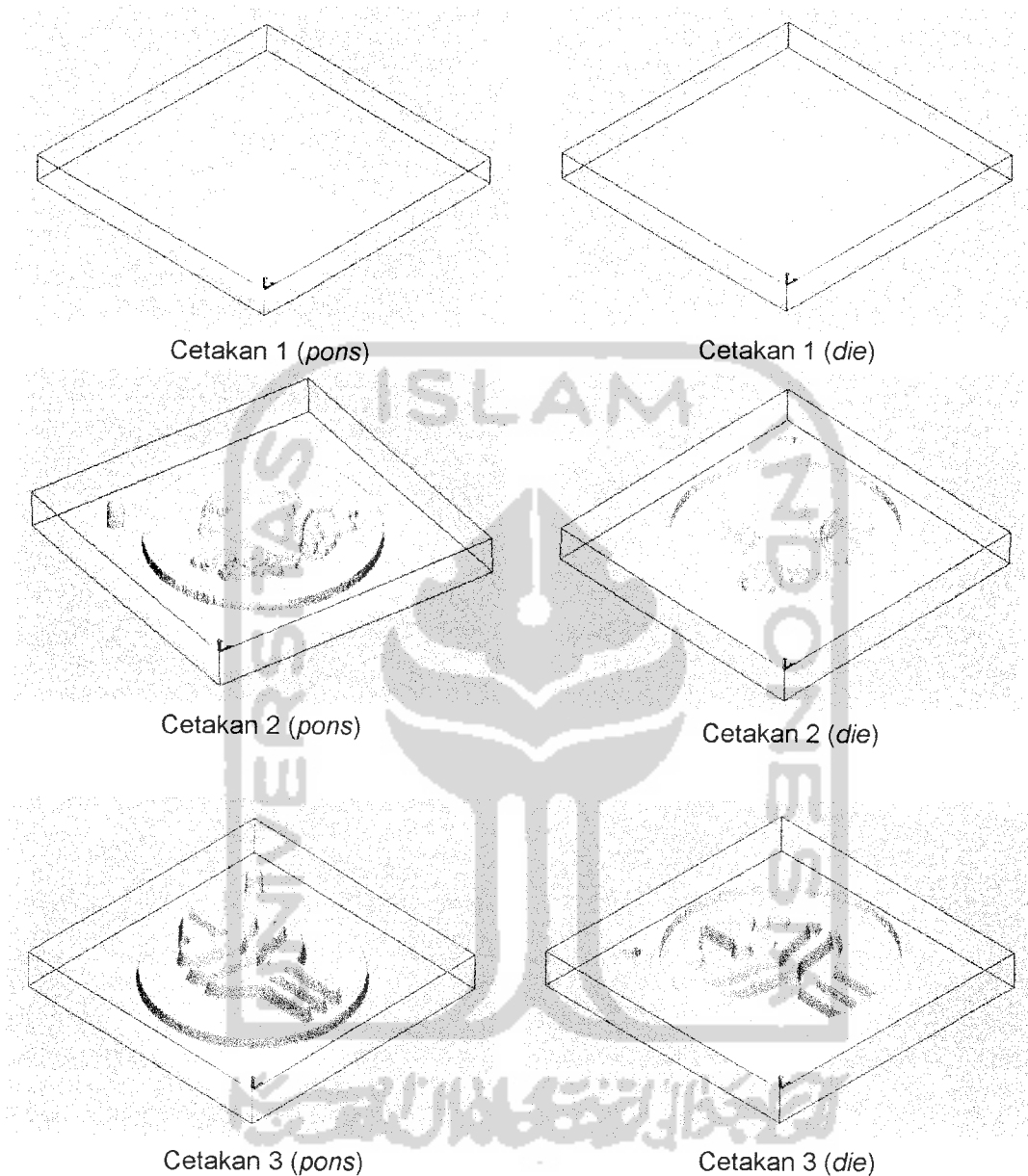
Data Grafis *Bitmap*
Cetakan 1

Data Grafis *Bitmap*
Cetakan 2

Data Grafis *Vector*
Cetakan 3

Gambar 3.8. Data grafis 2D *bitmap* dan *vektor*

Dari hasil data grafis 2D tersebut diolah menjadi data relief 3D dengan memberikan ketinggian pada data grafis tersebut.

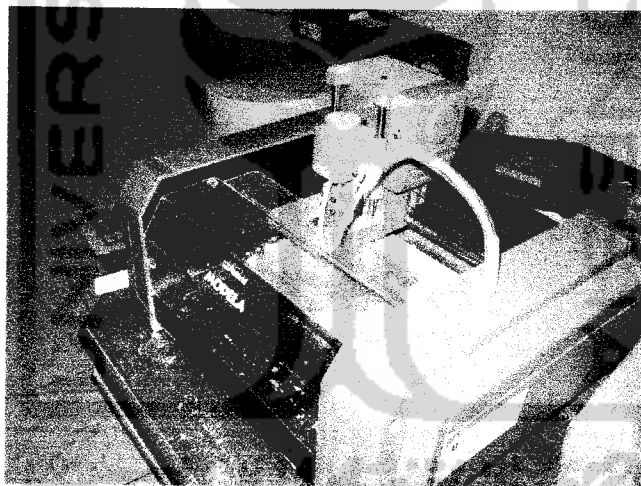


Gambar 3.9. Data 3D *male* dan *female*

Hasil pengolahan data tersebut dibuat dua bentuk (*male-female*) yang nantinya akan dijadikan cetakan untuk proses *stamping*. *Male* bentuknya reliefnya timbul, yang digunakan sebagai *pons*, sedang *female* bentuknya tenggelam, yang digunakan sebagai *die*.

3.5. Proses Pemesinan

Setelah proses desain cetakan selesai, langkah selanjutnya adalah melakukan simulasi pemesinan, dengan menentukan parameter pemesinan dan pahat yang digunakan, dapat memberikan gambaran pada saat proses pemesinan yang sebenarnya. Simulasi pemesinan sangat penting dalam menghindari kesalahan pada saat pemesinan. Setelah semuanya berjalan sesuai dengan yang diinginkan barulah proses pemesinan dilakukan, cukup dengan mengimpor data simulasi dari ArtCAM ke mesin CNC Roland MDX-20. Selanjutnya mesin CNC akan bekerja membuat relief yang kita inginkan.



Gambar 3.10. Mesin CNC Roland tipe MDX-20

BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

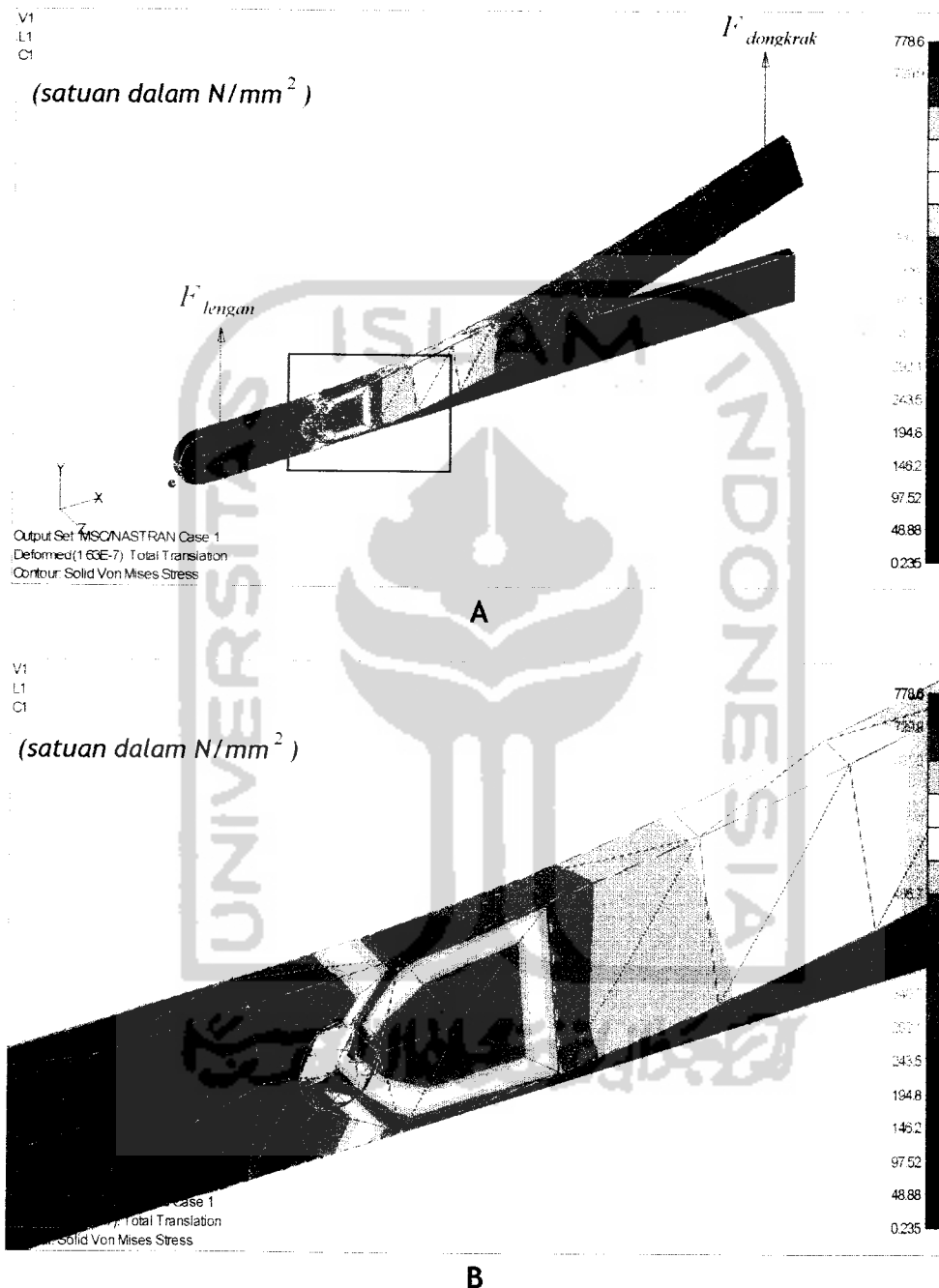
Beberapa analisis komponen alat *stamping* menggunakan metode elemen hingga dengan bantuan perangkat lunak (*Nastran*). Analisis terhadap rancangan alat *stamping* ini hanya dilakukan pada komponen lengan dan baut lengan yang dianggap mengalami tegangan yang cukup besar. Analisis pada lengan untuk mengetahui seberapa besar defleksi yang terjadi, pada proses *stamping*. Sehingga setelah proses analisis dilakukan dapat diketahui unjuk kerja dari komponen tersebut terhadap kondisi dari pembebanannya, sehingga dapat diketahui kondisi rancangan alat.

Dari hasil analisis akan menunjukkan apakah rancangan telah sesuai dengan apa yang diharapkan, dan apabila terjadi beberapa kesalahan dapat dilakukan tindakan perbaikan pada proses perancangan.

4.1. Analisis Hasil Komputasi

Berdasarkan pemodelan yang dilakukan pada komponen lengan dan baut lengan, maka dibawah ini merupakan data hasil analisis yang dilakukan :

4.1.1 Analisis lengan



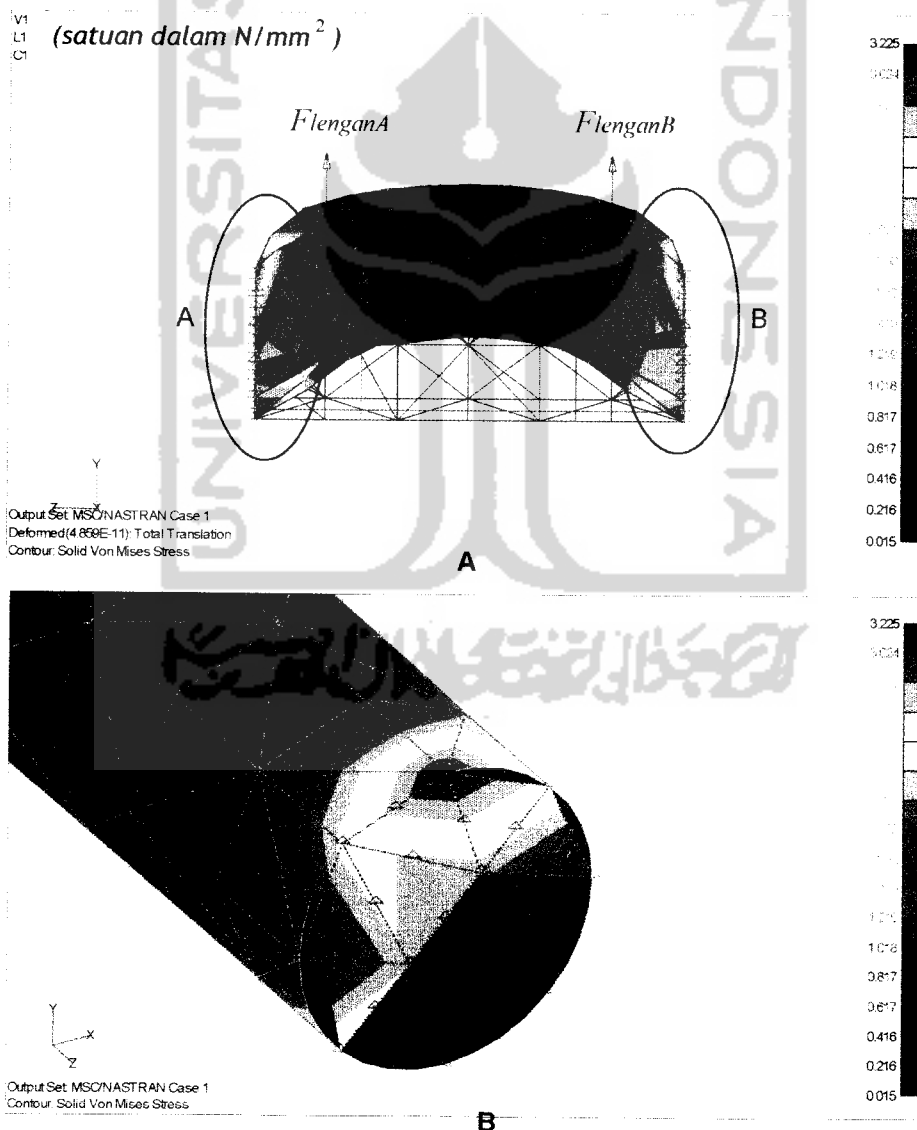
Gambar 4.1.A. Model lengan yang menunjukkan distribusi tegangan *Von Mises*
B. Daerah yang menderita tegangan terbesar

Pada model hasil analisis diketahui bahwa tegangan *von mises* yang terjadi mencapai $778,6 N/mm^2$ (bagian yang berwarna merah), yang terdapat pada

daerah sekitar tumpuannya dan total translasi sebesar $1,63 \times 10^{-7}$ mm. Bagian yang berwarna kelabu merupakan model yang tidak terdeformasi.

Dibandingkan dengan data mekanis bahan, tegangan yang terjadi pada saat kondisi pembebanan tegangan *von mises* yang terjadi masih dibawah tegangan luluhnya. Nilai total translasi yang terjadi sangat kecil, sehingga dapat diabaikan.

4.1.2 Analisis baut lengan :



Gambar 4.2. A. Distribusi tegangan *Von Mises* pada baut lengan
B. Daerah yang menderita tegangan terbesar

Pada model hasil analisis diketahui bahwa tegangan *von mises* yang terjadi mencapai $3,225 \text{ N/mm}^2$ (bagian yang berwarna merah), ada dua tempat yang terjadi tegangan terbesar yaitu pada daerah tumpuan *A* dan *B* serta total translasi yang terjadi sebesar $4,859 \times 10^{-11} \text{ mm}$. Bagian yang berwarna kelabu merupakan model yang tidak terdeformasi (Gambar 4.2.A. dan B).

Dibandingkan dengan data mekanis bahan, tegangan yang terjadi pada saat kondisi pembebanan tegangan *von mises* yang terjadi masih dibawah tegangan luluhnya. Nilai total translasi yang terjadi sangat kecil, sehingga dapat diabaikan.

4.2. Analisis Konstruksi Dan Desain

Dari kontur model, daerah yang dominan berwarna merah merupakan daerah yang memiliki potensi untuk mengalami kegagalan apabila tegangan yang terjadi melebihi dari tegangan luluh bahan.

Nilai yang terdapat pada bagian sebelah kanan model menunjukkan nilai tegangan *von mises* yang terjadi. Nilai yang menunjukkan warna merah merupakan tegangan maksimal yang terjadi, translasi pada model masih berada pada batas aman, karena tegangan *von mises* yang terjadi masih dibawah tegangan luluhnya. Seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Komponen	Material	<i>Von Mises Stress</i> (N/mm^2)	Tegangan Luluh (σ_v) Mpa
<i>Lengan</i>	<i>High Strength Steel</i>	778,6	1455
Baut Lengan	<i>Carbon Steel</i>	3,225	600

Tabel 4.1. Tabel Komponen, Material, tegangan von misses, tegangan luluh

Pada proses perancangan, berbagai asumsi diberikan untuk memudahkan proses perhitungan. Hal ini menjadikan banyak faktor pada kondisi riil yang diabaikan. Sehingga pada kondisi sebenarnya masih dimungkinkan terjadi beberapa kesalahan.

Material yang digunakan pada perhitungan adalah material ideal yang direncanakan. Pada pemodelan komponen, material yang digunakan adalah material standar yang tersedia pada Nastran yaitu *High Strength Steel SI* ($E = 1,9 \times 10^{11}$ MPa) dan *Carbon Steel SI* ($E = 1,9 \times 10^{11}$ MPa). Hal ini dikarenakan pada kondisi yang sebenarnya, material yang direncanakan sangat sulit didapat.

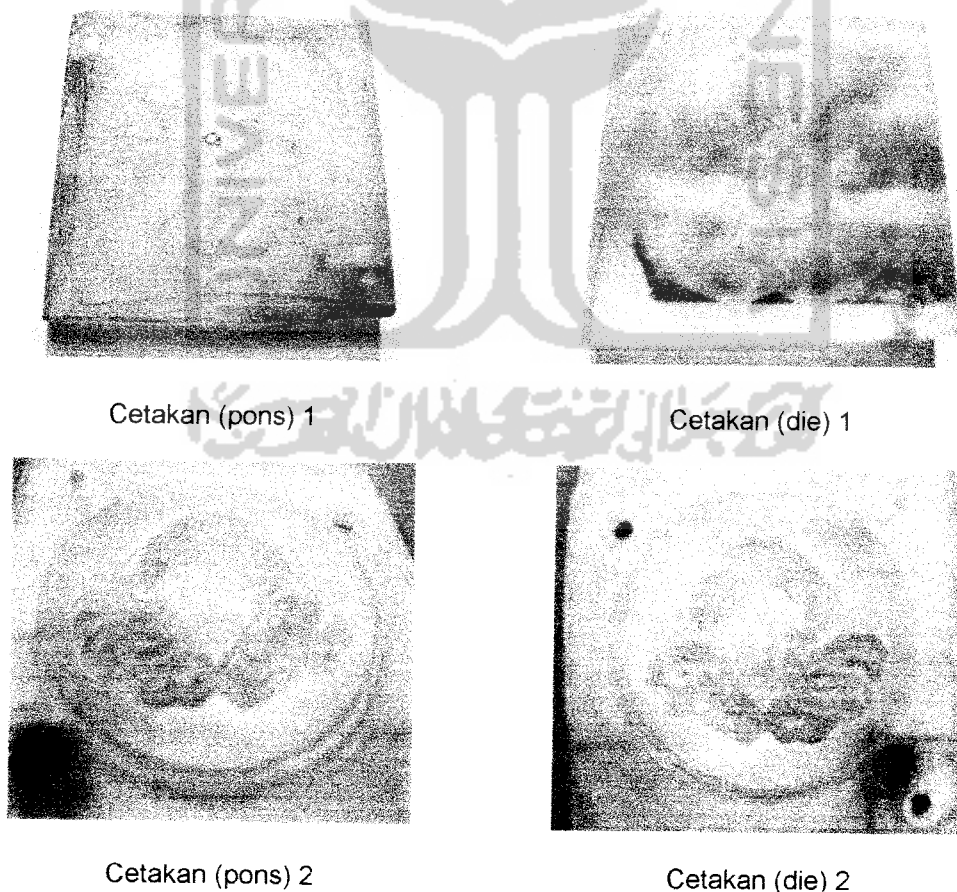
Pada kenyataannya, material yang digunakan sebagian besar bukan merupakan material standar lagi. Material telah melalui proses lebih lanjut, seperti proses *heat treatment* dan *rolling*. Sehingga dapat dipastikan bahwa sifat mekanis bahan akan jauh lebih baik daripada material standar. Dengan sifat mekanis yang lebih baik, maka unjuk kerja material yang digunakan pada kondisi riil akan jauh lebih baik.

Idealnya, pembuatan alat merujuk pada perancangan yang telah dibuat yang telah melalui proses analisis, tetapi terdapat banyak keterbatasan dalam melakukan pembuatan pada konstruksi maupun desainnya, sulitnya menentukan jenis material dikarenakan ketidaksediaan material yang ada di pasaran, spesifikasi dari alat bersifat saling membatasi dan keterbatasan mesin yang digunakan pada saat proses produksi alat.

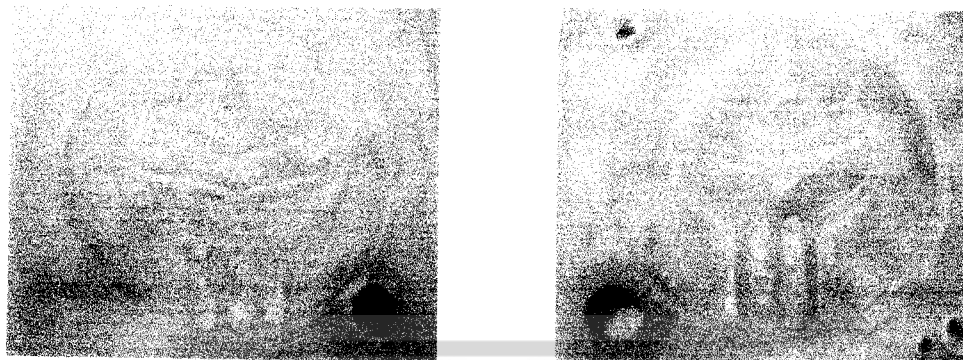
Secara umum desain alat dapat memperlihatkan unjuk kerja yang cukup baik saat bekerja pada pembebanan statik yang terjadi. Hal itu ditunjukkan oleh hasil komputasi nastran.

4.3. Analisis Desain Cetakan

Dari hasil desain yang kita buat dalam ArtCAM, dapat langsung dikirim ke mesin CNC untuk dilakukan pemesinan. Berikut hasil pemesinan menggunakan mesin CNC Roland tipe MDX 20 yang digunakan sebagai cetakan dalam proses *stamping* (Gambar 4.3) :



Gambar 4.3 Cetakan hasil pemesinan



Cetakan (pons) 3

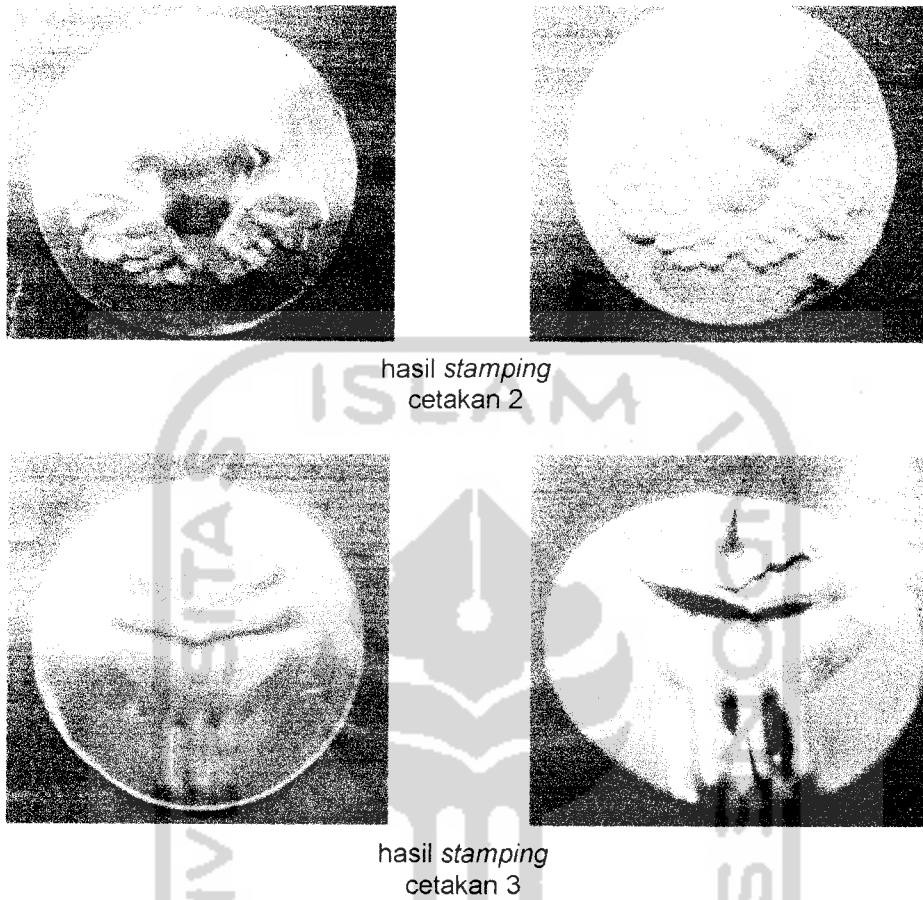
Cetakan (die) 3

Gambar 4.3 (lanjutan) Cetakan hasil pemesinan

4.4. Analisis Hasil Cetakan

Setelah dilakukan proses uji coba beberapa material pelat yang digunakan sebagai spesimen, seperti pelat alumunium sisa percetakan, pelat minuman kaleng dan pelat baterai, dapat disimpulkan bahwa material pelat tersebut mampu dibentuk menjadi berbagai produk kerajinan melalui proses *stamping* dengan alat yang sederhana. Berikut adalah hasil produk yang dihasilkan dari proses *stamping*.(Gambar 4.4.)

hasil *stamping*
cetakan 1Gambar 4.4 Hasil uji *stamping machine*



Gambar 4.4(lanjutan) Hasil uji *stamping machine*

Dari hasil yang diperoleh, untuk cetakan 1 hasil dari pengujian cukup baik, akan tetapi sulit untuk memposisikan spesimen berada tepat ditengah cetakan. Untuk cetakan 2 dan 3 hasil yang diperoleh cukup baik karena telah menggunakan *linier guide* yang menjamin kesejajaran antara *pons* dan *die* yang terletak pada sudut cetakan. Pada cetakan 3 mengalami kegagalan dimana beberapa spesimen terjadi robekan, sehingga hasilnya tidak maksimal. Pada cetakan 2, walaupun diberikan beban maksimal spesimennya tidak rusak. Dari analisis yang dilakukan, terdapat beberapa hal yang mempengaruhi hasil cetakan diantaranya; beban yang diberikan, material spesimen, desain cetakan, material cetakan, bentuk cetakan, dan lain sebagainya.

4.5. Analisis Kegagalan

Kegagalan yang terjadi pada cetakan 3 diperkirakan terjadi karena desain cetakan terlalu ekstrim, karena sudut yang akan dibentuk terlalu tajam sehingga faktor pembentukannya menjadi kecil, akibatnya hasil produk tersebut rusak. Untuk mengatasi kegagalan ini ada beberapa cara antara lain, cetakan harus ditipiskan atau ketinggiannya dikurangi, sehingga sudut α_B yang dibentuk tidak terlalu besar, Cara lain adalah dengan mengurangi beban yang diberikan sampai keadaan tertentu sehingga spesimen tidak sampai robek. Akan tetapi untuk saat ini *stamping machine* yang digunakan belum memiliki kontrol beban, sehingga pada percobaan hasil yang didapat untuk cetakan 3 tidak dapat maksimal (konstan). (Gambar 4.5.)



Gambar 4.5. Hipotesis hasil uji cetakan 3

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Dari penelitian ini dapat dibuat alat *stamping*, yang dirancang untuk pembuatan relief dengan bermacam desain, dengan diameter maksimal 40 mm dan ketebalan maksimal 1 mm.

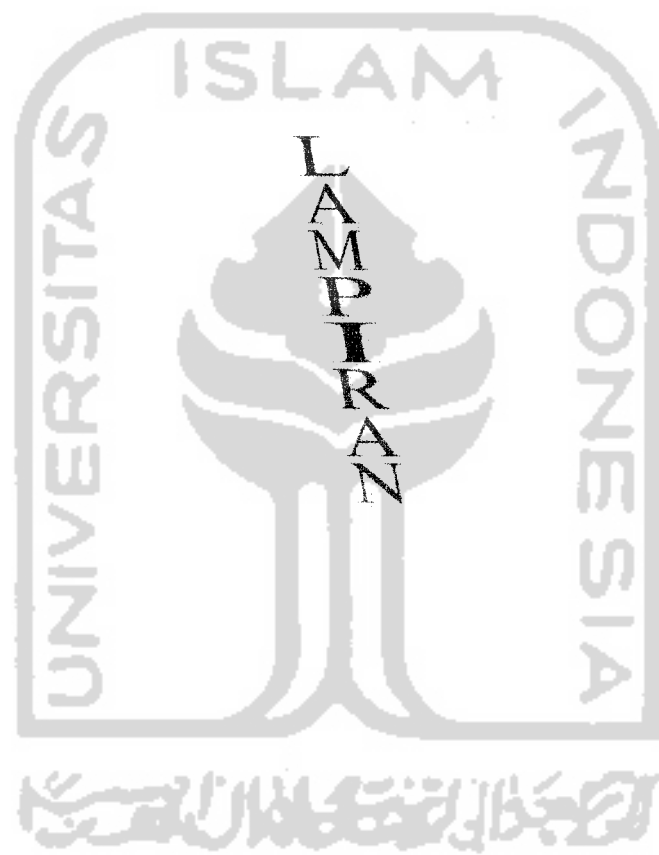
Pelat alumunium yang digunakan sebagai spesimen mampu dibentuk menjadi berbagai produk kerajinan melalui proses *stamping* dengan alat yang sederhana.

Fleksibilitas alat dapat ditingkatkan dengan membuat cetakan yang lebih bervariasi.

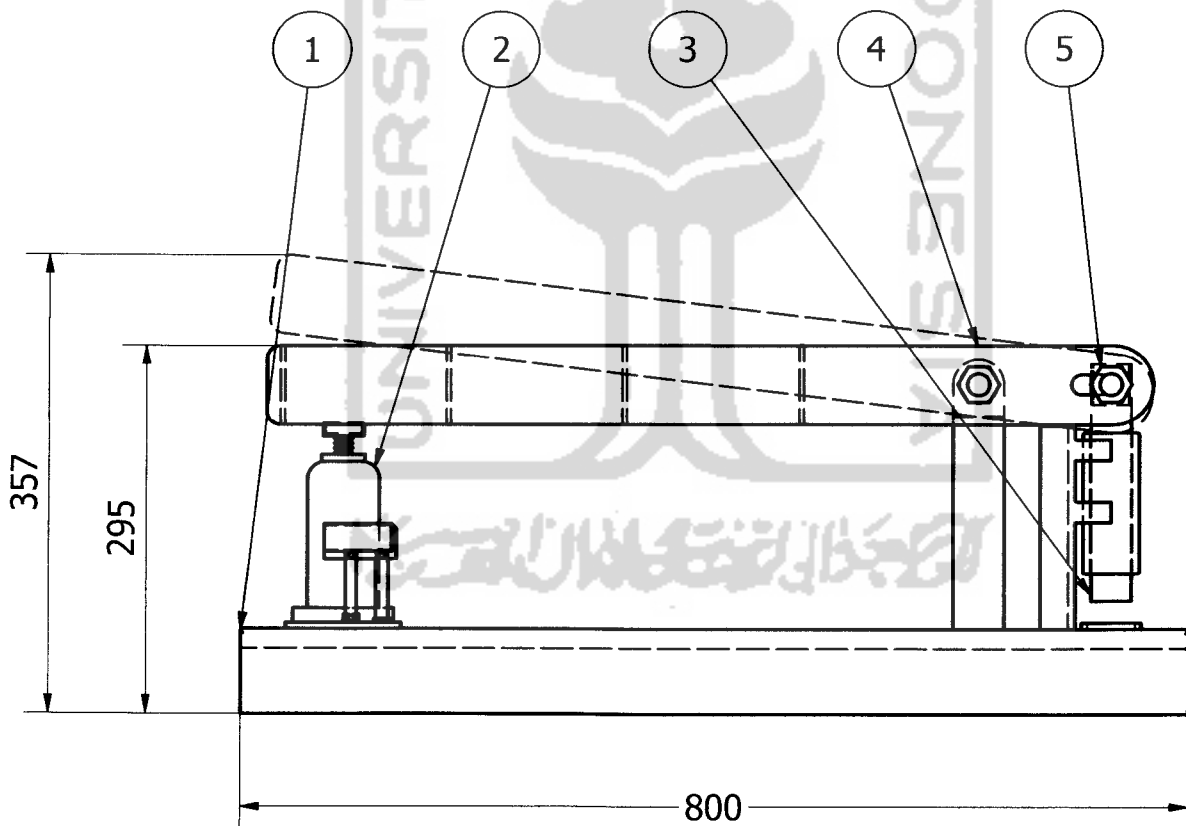
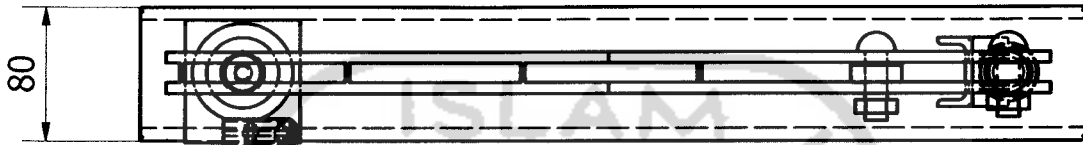
5.2. Saran - saran

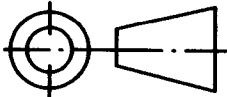
Saran-saran berikut dapat diberikan untuk pengembangan penelitian selanjutnya :

1. Diharapkan pada tahap selanjutnya alat *stamping* yang digunakan sudah terintegrasi dengan proses *punching*
2. Penentuan besar tekanan yang diterima oleh spesimen dapat ditambahkan indikator tekanan, sehingga beban yang diberikan dapat dikontrol.
3. Dalam pembuatan cetakan perlu diperhatikan bentuk, ketinggian relief dan faktor pembentuknya (*W*).



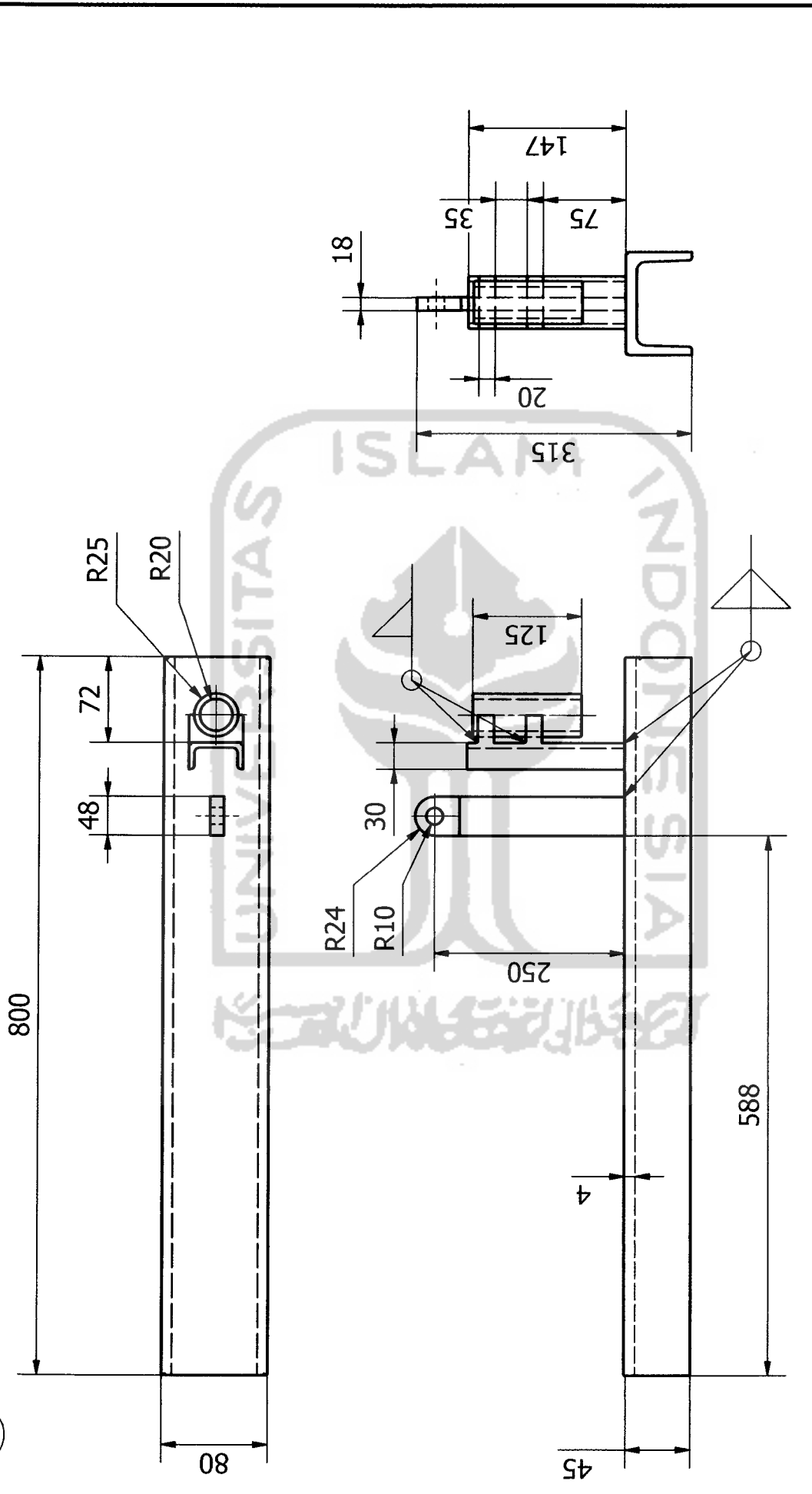
No.	Nama Bagian	Bahan	Jumlah	Catatan
1	Base Stamping	High Strength Steel	1	
2	Dongkrak Hidrolik	AISI 4340 Steel	1	3 Ton
3	Pons Stamping	AISI 4130	1	
4	Lengan Stamping	AISI 4042	1	
5	Baut Lengan	Baja Karbon 1,3%	2	M16 x 3

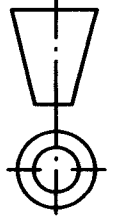


	SKALA : 1 : 6	DIGAMBAR : Yusman Asyari	Peringatan :
	SATUAN : Millimeter	JURUSAN : Teknik Mesin	
	TANGGAL : 23/06/2005	DISETUJUI : Risdiyono,ST	
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA	Stamping Machine		2005 A4

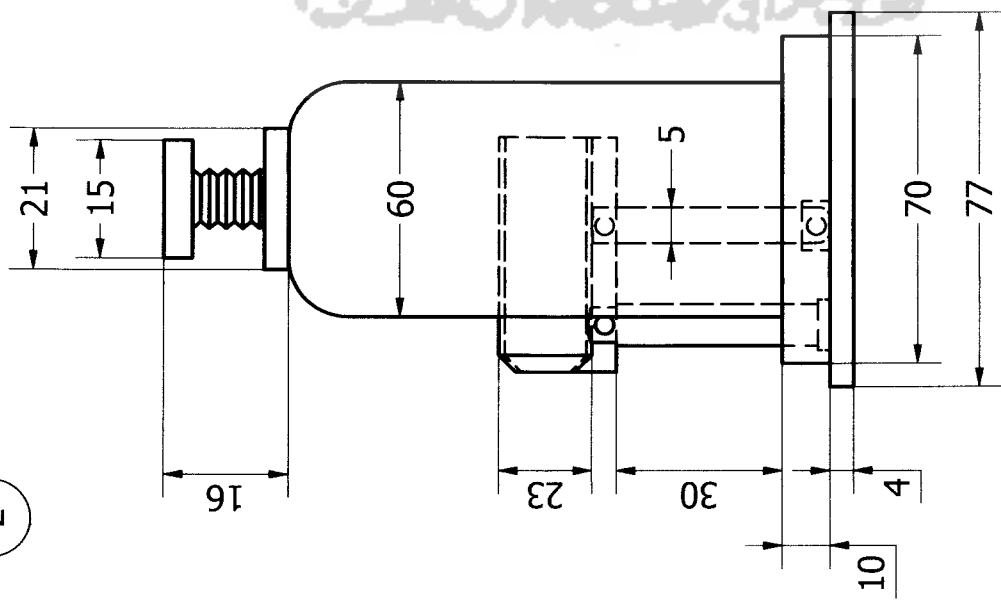
No	Nama Bagian	Bahan	Jumlah	Catatan
1	Base Stamping	High Strength Steel	1	

1

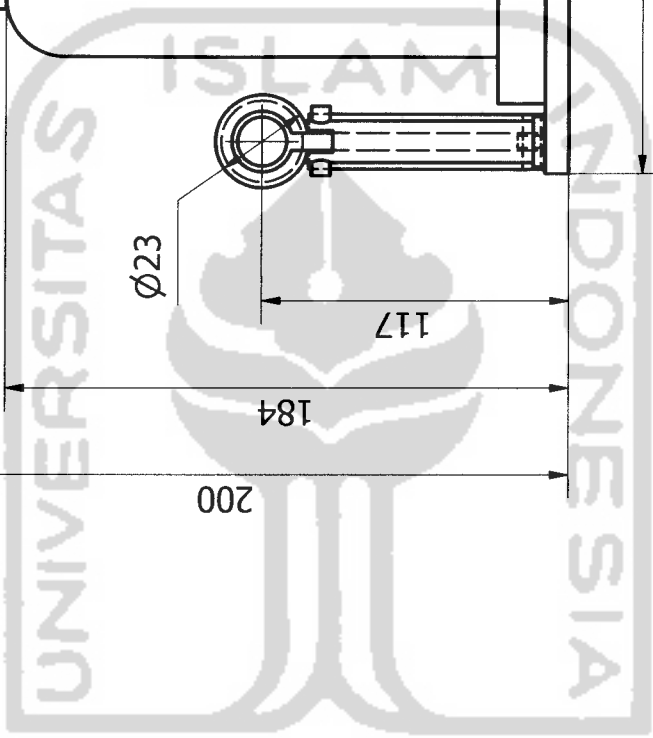


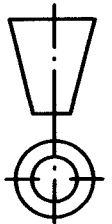
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA	SKALA : 1 : 6	DIGAMBAR : Yusman Asyari	Peringatan :	
	SATUAN : Millimeter	JURUSAN : Teknik Mesin		
	TANGGAL : 23/06/2005	DISETUJUI : Risdiono, ST		
		Base Stamping		2005
				A4

2



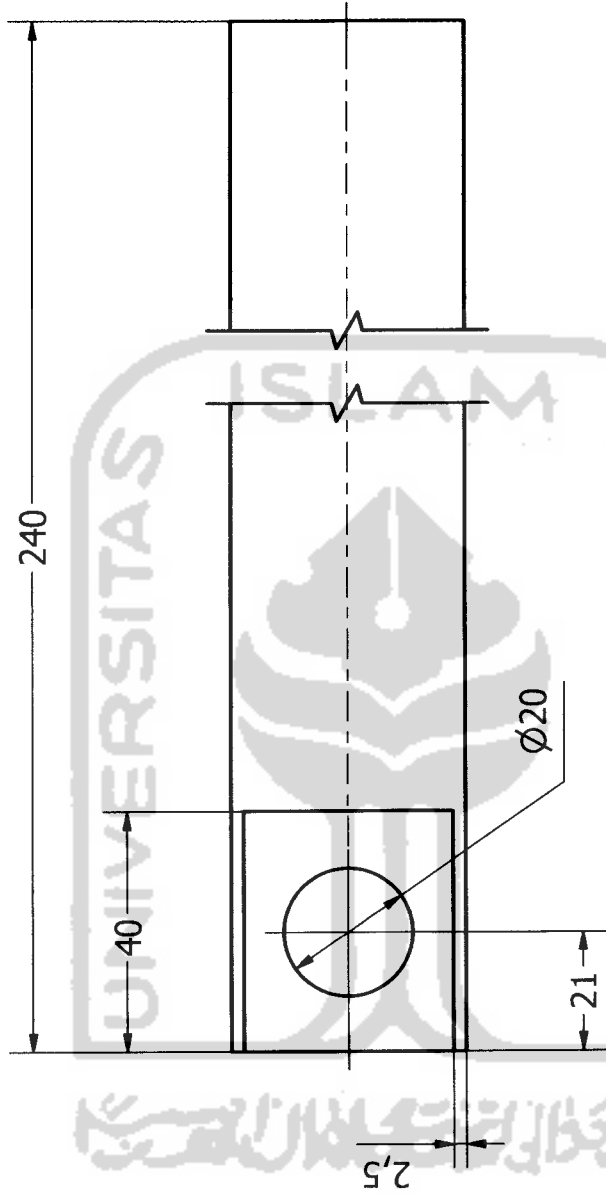
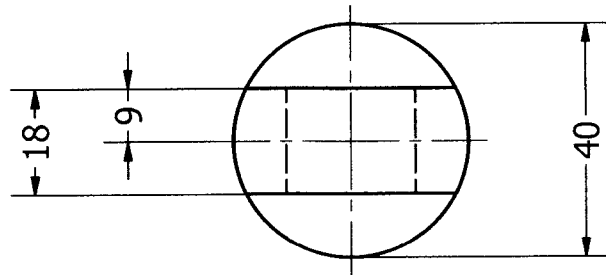
No.	Nama Bagian	Bahan	Jumlah	Catatan
2	Dongkrak Hidrolik	AISI 4340 Steel	1	3 Ton

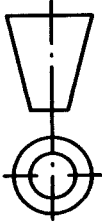


 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA	SKALA : 1 : 2	DIGAMBAR : Yusman Asyari	Peringatan :
	SATUAN : Millimeter	JURUSAN : Teknik Mesin	
	TANGGAL : 20/06/2005	DISETUJUI : Risdiono,ST	
Dongkrak Hidrolik		2005	A4

3

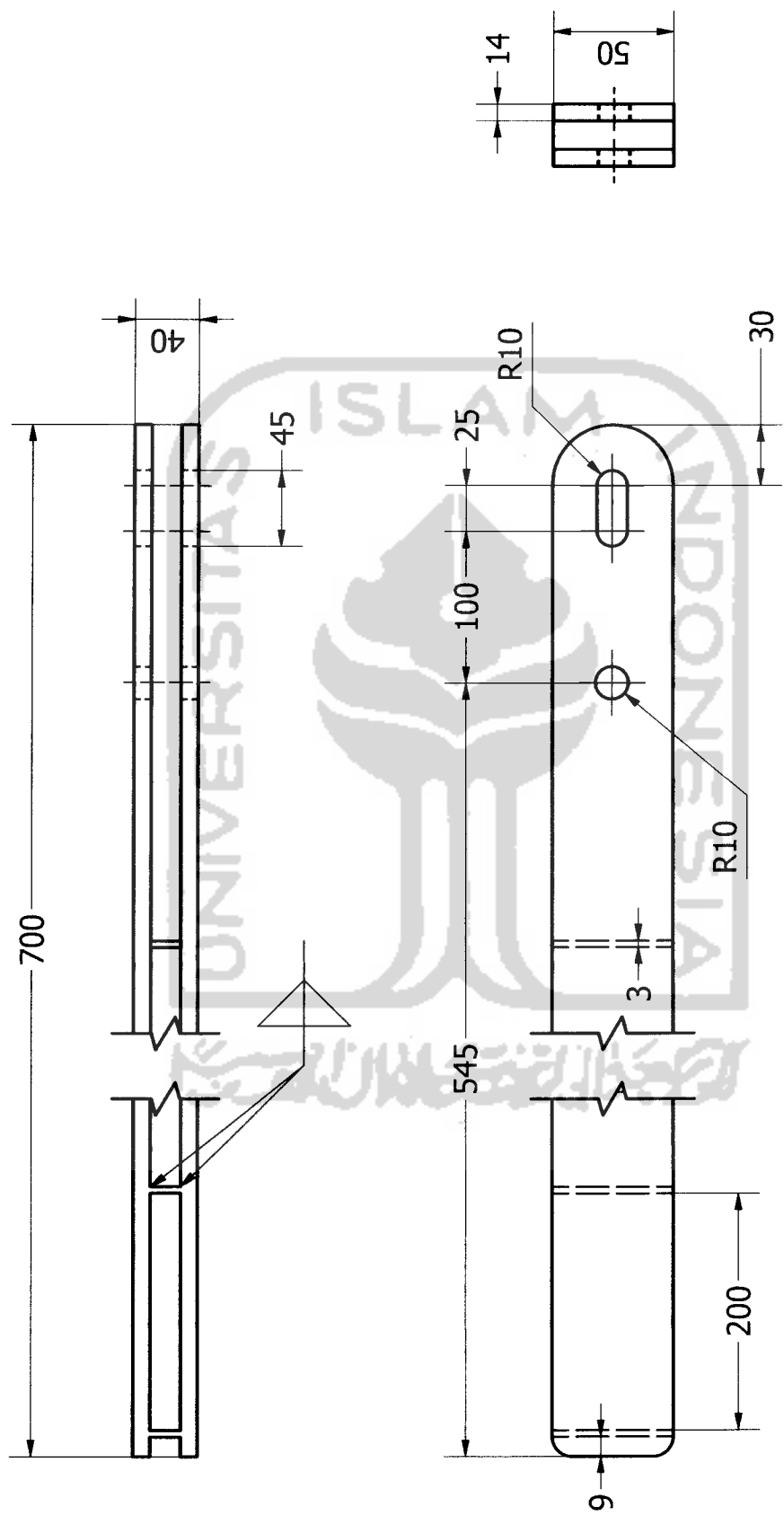
No.	Nama Bagian	Bahan	Jumlah	Catatan
1	Pons Stamping	AISI 4130	1	

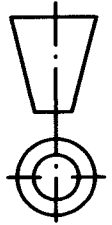


	SKALA : 1 : 2	DIGAMBAR : Yusman Asyari	Peringatan :	
	SATUAN : Millimeter	JURUSAN : Teknik Mesin		
	TANGGAL : 22/06/2005	DISETUIJUI : Risdiono,ST		
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA	Pons Stamping	2005	A4	

4

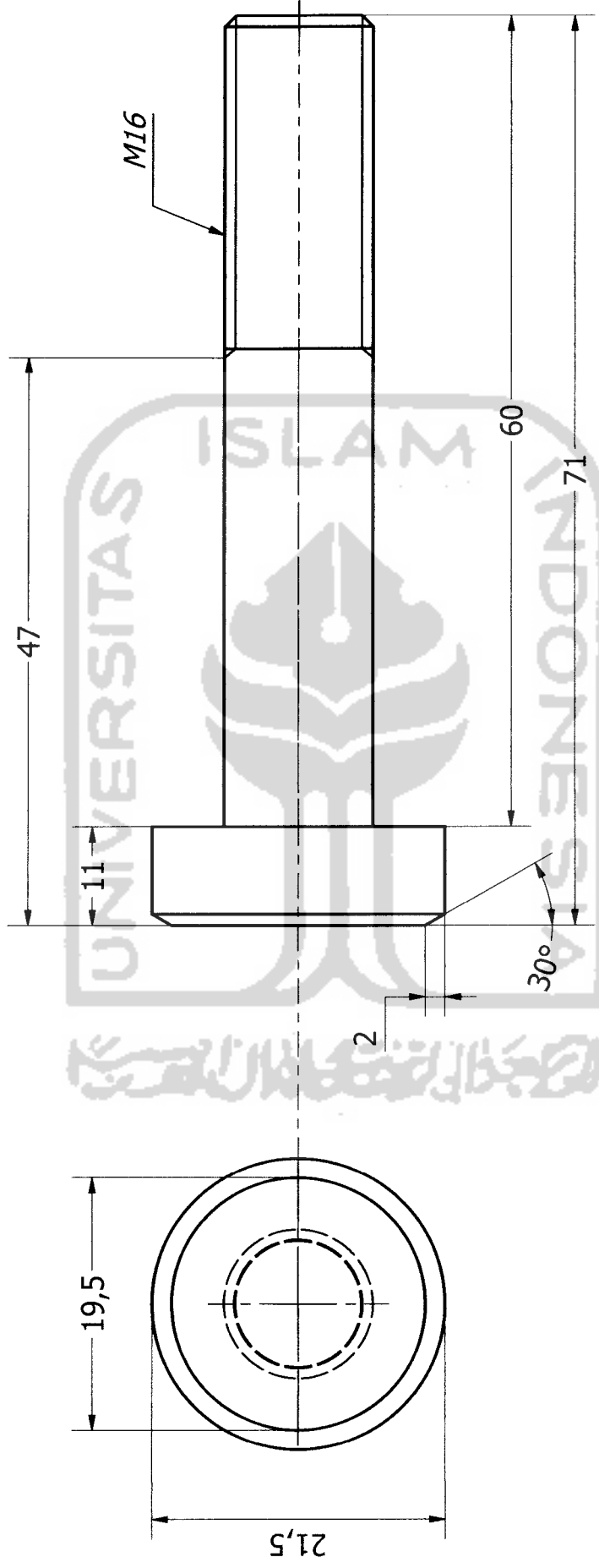
No.	Nama Bagian	Bahan	Jumlah	Catatan
1	Lengan Stamping	AISI 4042	1	

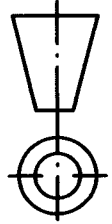


	SKALA : 1 : 4	DIGAMBAR : Yusman Asyari	Peringatan :
	SATUAN : Millimeter	JURUSAN : Teknik Mesin	
	TANGGAL : 22/06/2005	DISETUJUI : Risdiono,ST	
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA	Lengan Stamping	2005	A4

5

No.	Nama Bagian	Bahan	Jumlah	Catatan
1	Baut Lengan	Baja Karbon 1,3%	2	M16 x 3



	SKALA : 2 : 1	DIGAMBAR : Yusman Asyari	Peringatan :
	SATUAN : Millimeter	JURUSAN : Teknik Mesin	
	TANGGAL : 23/06/2005	DISETUJUI : Risdiyono,ST	
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA	Baut Lengan	2005	A4

DAFTAR PUSTAKA

- [AMS90] Amstead, B.H. dan F. Oswald, Phillip. *Teknologi Mekanik jilid 2*. Terjemahan Bambang Priambodo. Jakarta : Erlangga, 1990
- [AMS85] Amstead, B.H. dan F. Oswald, Phillip. *Teknologi Mekanik jilid 1*. Terjemahan Sriati Djafrie. Jakarta : Erlangga, 1985
- [JOH80] John J, Pippenger. dan Tyler G, Hiccks. *Industrial Hydraulics*. Singapore : McGraw-Hill, 1980
- [AVA76] Avallone, Eugene A., dan Baumeister III., Theodore. *Marks' standard Handbook for Mechanical Engineers*. U.S.A: McGraw-Hill Company, Inc , 1976
- [MSC95] *MSC NASTRAN for Windows Installation and Application Manual*, U.S.A, 1995
- [IVA97] Ivana Suchy. *Handbook Of Die Design*. U.S.A : McGraw-Hill Company, Inc, 1997
- [ACR05] www.boedeker.com. *Acrylic PMMA (Polymethyl-Methacrylate) Specification*. U.S.A : Boedeker Plastics, Inc, 2005