



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember



RSM
621.902
Ari
P-1

2008

TUGAS AKHIR RM 1562

PERENCANAAN DAN PEMBUATAN EMBOSING - BENDING DIES (COMPOUND) UNTUK PRODUK BRACKET MOTOR WIPER MARUTI

RINDRA ARIBAWA
NRP. 2100. 109. 039

Dosen Pembimbing
Ir. Sampurno, MT.

JURUSAN TEKNIK MESIN
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2008

PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	16-2-2009
Terima Dari	H
No. Agenda Prp.	02



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

FINAL PROJECT RM 1562

PLANNING AND MAKING EMBOSsing-BENDING DIES (COMPOUND) FOR MARUTI WIPER MOTOR BRACKET PRODUCT

RINDRA ARIBAWA
NRP. 2100. 109. 039

Adviser Lecturer
Ir. Sampurno, MT.

DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING
Faculty of Industrial Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2008

**PERENCANAAN DAN PEMBUATAN
EMBOSSING - BENDING DIES (COMPOUND)
UNTUK PRODUK BRACKET MOTOR WIPER
MARUTI**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Studi Teknik Manufaktur
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

RINDRA ARIBAWA
Nrp. 2100 109 039

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Ir. Sampurno, MT

2. Ir. Hari Subiyanto, MSc

3. Hardjono, MSc

4. Ir. Winarto, DEA



Pembimbing



Penguji I



Penguji II



Penguji III

SURABAYA, November, 2008

**PLANNING AND MAKING EMBOSSING-BENDING
DIES (COMPOUND)
FOR MARUTI WIPER MOTOR BRACKET PRODUCT**

Name Of Student : RINDRA ARIBAWA
Nrp : 2100. 109. 039
Majors : Mechanical Engineering FTI-ITS
Adviser Lecturer : Ir. SAMPURNO, MT.

ABSTRACT

In this rapid automotive industry growth, not all vehicles component necessity, especially car, can be fulfilled by domestic industry so that it forces the availability of import component. This thing makes an opportunity for domestic industry to follow in producing vehicles component, especially car, to fulfill the market demand. Maruti Wiper Motor Bracket Product is one of the pick up and truck ankle types of Mitsubishi car components, used as wiper motor seat that is still imported until nowadays.

The process of making this component will through some steps of both cutting and forming processes, such as blanking, piercing-1, embossing-bending and piercing-2 by using individual dies. In this final project, the writer will only make mat for embossing-bending.

Finding the material mechanic characteristic from trial, forces that work in the process can be counted and material chosen from Punch and Die for embossing-bending process can also be taken. The machine capacity used is 70 ton with 300 mms stroke length. The total force of the process for blanking is 51,5 ton, piercing-1 is 8,9 ton, embossing-bending is 69,51 ton and Piercing-2 is 13 ton. The product material used is SECC with 1,2 mm thickness.

Keywords: *Maruti Wiper Motor Bracket, Individual Dies, Compound Dies, Bending, Embossing, Blanking, Piercing, Dies, Punch.*

KATA PENGANTAR

ALHAMDULILLAH segala puji dan syukur serta sembah syukurku kehadirat *ALLAH SWT.* atas limpahan Rahmat, Hidayah, Ridho dan Kasih Sayang-Nya serta Shalawat dan Salam Kepada Junjungan Kita, Nabi Kita, Nabi Besar, *Nabi Muhammad SAW.* yang telah menunjukkan penulis dan kita semua jalan yang lurus, sehingga terselesaikannya tugas akhir dengan judul :

PERENCANAAN DAN PEMBUATAN PRESS TOOLS UNTUK PRODUK BRACKET MOTOR WIPER MARUTI

Sampai terselesaikannya tugas akhir ini, penulis telah banyak memperoleh bantuan dari berbagai pihak, baik langsung maupun tidak langsung. Untuk kesekian kalinya penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak, Ibu serta kakak & adik tercinta yang tak lelah untuk memberikan dorongan maupun doa restu secara moril maupun materil.
2. DR. Ing. Herman Sasongko selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin FTI-ITS Surabaya.
3. Ir. Sampurno, MT. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir penulis, atas segala kerja sama, bimbingan, nasehat, bantuan dan kesabarannya selama ini.
4. Dr.Ir.Agus Sigit Pramono, DEA. selaku dosen wali penulis selama menyelesaikan studi di Teknik Mesin.
5. DR. M. Nur Yuniarto, ST. selaku Ketua Bidang Studi Teknik Manufaktur Jurusan Teknik Mesin FTI-ITS Surabaya.
6. Seluruh Dosen dan Karyawan Jurusan Teknik Mesin FTI-ITS Surabaya atas segala nasehat, bimbingan dan kewajibannya selama ini hingga menghantarkan

penulis menyelesaikan studi S1 di Jurusan Teknik Mesin FTI-ITS Surabaya.

7. Sahabat – sahabatku yang telah aku anggap sebagai keluargaku sekaligus menjadi orang-orang yang selama ini telah **Menghambat Kelulusanku** antara lain : BOLOT sobat seperjuanganku, Acar, Aguosss, (Raikodok), Dani si kapak merah (trim's banget ya bro,tanpamu TA ini mungkin ga akan pernah selesai)Taklek sang proyektor eh kontraktor, semoga bisnisnya lancar dan tambah sukses, Arek Kos penghuni M60 (Kaconk, Mas Kokok, Mas Eckuo, Arif TSM (tukang Talang), Pak Tik, MP3 yang telah menemaniku siang dan malam dalam mengerjakan TA ini, Wahjoe the drafter, thanks ya atas bantuan gambarnya, Budi LA ayo CM-an maneh, Shincan (where are you??),Tiar, Seno ayo KP maneh ta??, Dimas semangat bro!!, Dinda yang baru married..asoy geboy, Opel, Ayo Juned...semangat!,Gondo teman seminar, Inoy bos ahass, Haris, Ariful, Idrus, Tikno, pak PO, Safi'i, Teguh, Yopie kentir, Abah the big boss, Wawa, Yasin teman seperjuangan mekflu, Afif the Animation Man, Master LJ, dan crew bengkelnya P. Sam, P. Anis (asal muasal TA ini), Septanto'00 reguler, seluruh sarekat Merah rakyat Mesin 2000 dan sahabat-sahabat penulis yang tak sempat penulis sebutkan, penulis ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala partisipasinya dalam penyelesaian tugas akhir ini.
8. Dek Putri & keluarga tercinta (Bpk. Ismail, Ibu Mahmudah, Mas Rendra), saya tidak akan pernah sanggup membalas kebaikan kalian, terima kasih yang sebesar-besarnya atas kasih dan supportnya selama ini, semoga Allah SWT selalu memberi rizky dan rahmat yang melimpah kepada my second Family ini.

9. Dan semua pihak yang telah mendukung dan tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari dalam tugas akhir ini masih kurang sempurna, untuk itu kesediaan saran dan kritik bagi seluruh pihak untuk menjadikan tugas akhir ini menuju sempurna. Dan semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi siapa saja, Amin...

" Ya ALLAH SWT. Aku Mengasihi-Mu Karena Kamu Sumber Kekuatan Dan Aku Akan Selalu Aman di Dalam Lindungan-Mu Ya ALLAH SWT. "

Surabaya, 9 Desember 2008

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL

LEMBAR PENGESAHAN

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR GRAFIK	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Perumusan Masalah	I-4
1.3 Tujuan	I-5
1.4 Manfaat	I-5
1.5 Batasan Masalah	I-6
1.6 Metodologi	I-6
1.7 Sistematika Penulisan	I-7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tinjauan Umum	II-1
2.2 Proses Pengerjaan Dingin	II-1

2.2.1	Definisi	II-1
2.2.2	Sifat logam Pada Pengerjaan Dingin	II-2
2.3	Pengujian Tarik Material	II-3
2.3.1	Besaran-Besaran Dari Uji Tarik	II-3
2.3.2	Penyederhanaan Kurva Tegangan-Regangan	II-6
2.4	Tegangan Alir	II-6
2.5	Perkakas Tekan	II-8
2.5.1	Jenis-Jenis Perkakas Tekan	II-8
	2.5.1.1 Individual Dies	II-8
	2.5.1.2 Progressive Tools	II-8
	2.5.1.3 Compound Tools	II-9
	2.5.1.4 Group Tools	II-10
2.5.2	Bagian-Bagian Perkakas Tekan	II-11
2.6.	Faktor-Faktor Yang Berpengaruh Dalam Proses Pemotongan	II-24
2.6.1	Tahapan Perubahan Bentuk Pelat Logam	II-24
2.7.	Blanking Dan Piercing	II-27
2.8.	Penetrasi	II-27
2.9.	Gaya Horisontal Pada Cutting	II-27
2.10.	Trimming	II-28
2.11.	Punch Dan Die Clearance	II-28
	2.11.1 Penggunaan Clearance	II-29
	2.11.2 Clearance Pada Blanking/Piercing	II-29
	2.11.3 Angular Clearance	II-32
2.12.	Strip Layout	II-32
	2.12.1 Perencanaan Strip Layout	II-33
	2.12.2 Pengaturan Strip Layout	II-33
2.13.	Utilitas	II-35
2.14.	Gaya Pemotongan	II-35
	2.14.1 Embossing	II-36
	2.14.2 Gaya Pada Proses Embossing	II-38

2.14.3	Bending	II-38
2.14.3.1	Radius Bending Minimum	II-40
2.14.3.2	Springback	II-41
2.14.3.4	Menghitung Ukuran Blank	II-42
2.15	Radius Punch Dan Die	II-45
2.16	Data Hasil Perencanaan Sebelumnya	II-46
2.16.1	Perhitungan Perencanaan Komponen Perkakas Tekan	II-46
 BAB III UJI TARIK MATERIAL		
3.1	Pengujian Kekuatan Material	III-1
3.2	Material Uji Tarik	III-1
3.3	Standar Pengujian	III-1
3.4	Hasil Pengujian Tarik	III-2
3.5	Persamaan Tegangan Alir	III-10
 BAB IV URUTAN PROSE Pengerjaan		
4.1	Tinjauan Produk	IV-1
4.1.1	Bahan Produk	IV-1
4.1.2	Manfaat Produk	IV-1
4.1.3	Bentuk Dan Dimensi Produk	IV-2
4.2	Tahapan Proses	IV-2
4.2.1	Urutan Proses pembuatan Produk	IV-3
4.3	Matres Proses Embossing	IV-7
 BAB V PERENCANAAN PERHITUNGAN		
5.1	Strip Lay Out	V-1
5.1.1	Perhitungan Blank	V-2
5.1.2	Menentukan Jarak Tepi (H) Dan Jarak Antara (B)	V-6
5.1.3	Utilitas	V-9
5.2	Perhitungan Gaya-Gaya	V-10



5.2.1	Analisa Perhitungan Gaya Perencanaan Proses Tahap 1 (Blanking)	V-10
5.2.2	Analisa Perhitungan Gaya Shearing Pada Proses Tahap II (Pierching 1)	V-11
5.2.3	Analisa Perhitungan Gaya Perencanaan Proses Tahap III	V-13
5.2.4	Gaya Pembentukan pada Proses Embossing (Bagian I & II)	V-14
5.2.5	Analisa Perhitungan Gaya Perencanaan Proses Bending (Bagian III)	V-20
5.2.6	Analisa Perhitungan Gaya Shearing Pada Proses Tahap IV (Pierching 2).	V-22
5.3	Perencanaan Press Tool	V-23
5.3.1	Perencanaan Compound Die	V-23
5.3.2	Desain Punch	V-27
5.3.3	Radius Die Dan Punch Embossing- bending	V-28
5.3.4	Perencanaan Bottom Plate	V-29
5.3.5	Perencanaan Top Plate	V-31
5.3.6	Baut	V-32
5.4	Springback	V-32

BAB VI EVALUASI

6.1	Evaluasi Hasil Trial Pada Mesin Press	VI-1
6.2	Pengujian / trial Press Tool	VI-3
6.2.1	Persiapan	VI-3
6.2.2	Pengujian Matras Emboss-Bending	VI-3
6.3	Hasil Pengujian	VI-4

BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN

7.1	Kesimpulan	VII-1
7.2	Saran	VII-2

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Tebal Die Berdasarkan Tebal Plat	II-17
Tabel 2.2	Faktor Expansi	II-18
Tabel 2.3	Jarak Tepi Dan Antara Pada Strip Layout	II-34
Tabel 2.4	Faktor Konstanta Bend Allowance	II-43
Tabel 3.1	Hasil Pengujian Material	III-3
Tabel 3.2	Data Gaya-Perpanjangan ΔL	III-4
Tabel 3.3	Data Tegangan-Regangan Teknik	III-5
Tabel 3.4	Data Tegangan-Regangan Sebenarnya	III-8
Tabel 5.1	Ketebalan Die Tiap Ton/in ² Tegangan Geser	V-24
Tabel 5.2	Faktor Ekspansi Untuk die	V-25

DAFTAR GAMBAR

<i>Gambar 1. 1</i>	<i>Contoh Produk Bracket Motor Maruti Import(sisi luar)</i>	<i>I-2</i>
<i>Gambar 1. 2</i>	<i>Contoh Produk Bracket Motor Maruti Import (sisi dalam)</i>	<i>I-3</i>
<i>Gambar 2. 1</i>	<i>Piercing</i>	<i>II-27</i>
<i>Gambar 2. 2</i>	<i>Blanking</i>	<i>II-27</i>
<i>Gambar 2. 3</i>	<i>Clearance Pada Blanking</i>	<i>II-29</i>
<i>Gambar 2. 4</i>	<i>Clearance Pada Piercing</i>	<i>II-29</i>
<i>Gambar 2. 5</i>	<i>Penerapan Pada Die</i>	<i>II-30</i>
<i>Gambar 2. 6</i>	<i>Penerapan Pada Punch</i>	<i>II-30</i>
<i>Gambar 2. 7</i>	<i>Macam – Macam Strip Lay – Out</i>	<i>II-33</i>
<i>Gambar 2. 8</i>	<i>Jarak Tepi & Jarak Antara</i>	<i>II-34</i>
<i>Gambar 2. 9</i>	<i>Proses Embossing</i>	<i>II-36</i>
<i>Gambar 2. 10</i>	<i>Penampang Embossing</i>	<i>II-37</i>
<i>Gambar 2. 11</i>	<i>Proses Bending</i>	<i>II-39</i>
<i>Gambar 2. 12</i>	<i>U-Bending Proses</i>	<i>II-40</i>
<i>Gambar 2. 13</i>	<i>Spring Back</i>	<i>II-42</i>
<i>Gambar 2. 14</i>	<i>Menghitung Blank Dengan Setback</i>	<i>II-43</i>
<i>Gambar 2. 15</i>	<i>Menghitung Blank Dengan Bend Allowance</i>	<i>II-45</i>
<i>Gambar 2. 16</i>	<i>Support Speaker Yamaha V690</i>	<i>II-47</i>
<i>Gambar 2. 17</i>	<i>Support Speaker Yamaha V560</i>	<i>II-47</i>
<i>Gambar 2. 18</i>	<i>Produk Bracket Motor FE</i>	<i>II-48</i>
<i>Gambar 3. 1</i>	<i>Material Hasil Uji Tarik</i>	<i>III-1</i>
<i>Gambar 3. 2</i>	<i>Dimensi Material Uji Tarik</i>	<i>III-2</i>
<i>Gambar 3. 3</i>	<i>Pengambilan Spesimen</i>	<i>III-3</i>
<i>Gambar 3. 4</i>	<i>Grafik Gaya-Perpanjangan</i>	<i>III-5</i>
<i>Gambar 3. 5</i>	<i>Grafik Tegangan-Regangan Teknik</i>	<i>III-6</i>
<i>Gambar 3. 6</i>	<i>Grafik-Tegangan-Regangan Sebenarnya</i>	<i>III-9</i>

<i>Gambar 3. 7</i>	<i>Grafik Gabungan Antara LOG Tegangan-Regangan Sebenarnya</i>	<i>III-</i>
<i>10</i>		
<i>Gambar 4. 1</i>	<i>Dimensi Produk</i>	<i>IV-2</i>
<i>Gambar 4. 2</i>	<i>Urutan Proses Pembuatan Produk</i>	<i>IV-4</i>
<i>Gambar 4. 3</i>	<i>Matras Proses Emboss-bending</i>	<i>IV-7</i>
<i>Gambar 4. 4</i>	<i>Matres Atas Emboss-bending</i>	<i>IV-7</i>
<i>Gambar 4. 5</i>	<i>Matres Bawah Emboss-bending</i>	<i>IV-8</i>
<i>Gambar 4. 6</i>	<i>Top Plate & Bottom Plate</i>	<i>IV-8</i>
<i>Gambar 4. 7</i>	<i>Forming Atas Bawah</i>	<i>IV-9</i>
<i>Gambar 5. 1</i>	<i>Strip Layout</i>	<i>V-2</i>
<i>Gambar 5. 2</i>	<i>Geometri Produk Jadi</i>	<i>V-2</i>
<i>Gambar 5. 3</i>	<i>Bentangan Produk</i>	<i>V-3</i>
<i>Gambar 5. 4</i>	<i>Perhitungan Strip Layout</i>	<i>V-8</i>
<i>Gambar 5. 5</i>	<i>Tampilan Program Autocad</i>	<i>V-10</i>
<i>Gambar 5. 6</i>	<i>Proses Piercing-1</i>	<i>V-12</i>
<i>Gambar 5. 7</i>	<i>Posisi Proses Pembentukan</i>	<i>V-13</i>
<i>Gambar 5. 8</i>	<i>Permukaan Embossing & Distribusi Gaya Pada Proses Embossing</i>	<i>V-14</i>
<i>Gambar 5. 9</i>	<i>Bagian Proses Pembentukan</i>	<i>V-9</i>
<i>Gambar 5. 10</i>	<i>Proses Piercing-2</i>	<i>V-22</i>
<i>Gambar 6. 1</i>	<i>Matras Proses Emboss-bending</i>	<i>VI-1</i>
<i>Gambar 6. 2</i>	<i>Proses Setting Matras Pada Mesin Press</i>	<i>VI-2</i>
<i>Gambar 6. 3</i>	<i>Pengujian Matras Emboss-Bending Pada Mesin Press</i>	<i>VI-3</i>
<i>Gambar 6. 4</i>	<i>Proses Emboss-bending</i>	<i>VI-4</i>

DAFTAR GRAFIK

Gambar 3. 4	Grafik Gaya-Perpanjangan	III-5
Gambar 3. 5	Grafik Tegangan-Regangan Teknik	III-6
Gambar 3. 6	Grafik-Tegangan-Regangan Sebenarnya	III-9
Gambar 3. 7	Grafik LOG Tegangan Regangan Sebenarnya	III-10



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mengingat masih banyaknya komponen otomotif yang masih import, hal ini menjadikan celah bagi industri dalam negeri untuk ikut memproduksi komponen guna memenuhi permintaan pasar. Tantangan yang dihadapi adalah bagaimana memproduksi komponen tersebut agar memiliki kualitas yang tidak kalah dengan produk import sehingga nantinya dapat diproduksi massal.

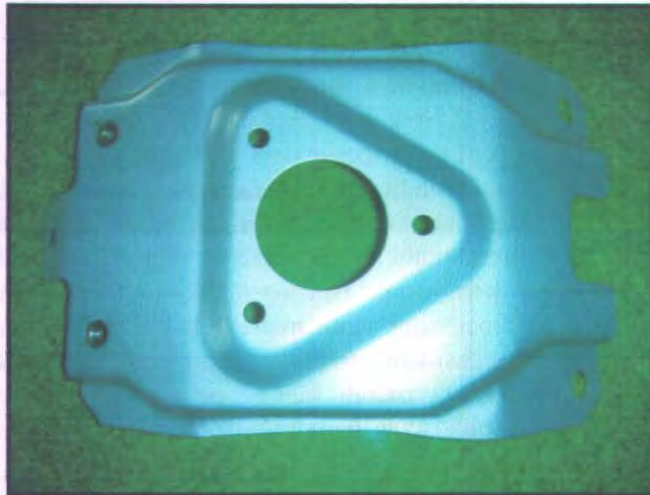
Salah satu komponen otomotif tersebut adalah braket motor wiper maruti. Untuk memproduksi komponen tersebut digunakan Press Tool yang merupakan perkakas yang banyak digunakan di industri-industri manufacturing sebagai salah satu alat untuk membuat komponen dengan bahan dasar plat. Press tool ini membutuhkan punch dan dies sebagai alat pendukung vital pembentuk Bracket Motor Wiper Maruti. Oleh karena itu diperlukan suatu matres yang sederhana dan efisien untuk menghasilkan produk yang tinggi baik kualitas dan kuantitasnya, serta murah biaya pembuatan matresnya sehingga dapat diaplikasikan pada industri dalam negeri pada umumnya.

Dengan semakin bertambah majunya perkembangan teknologi kendaraan bermotor saat ini utamanya pada mobil, produk bracket motor sebagai salah satu komponen mobil yang berfungsi sebagai dudukan motor wiper juga mengalami perkembangan bentuknya. Sebagai salah satu contoh hal tersebut dapat dilihat dengan adanya bentuk profil tertentu

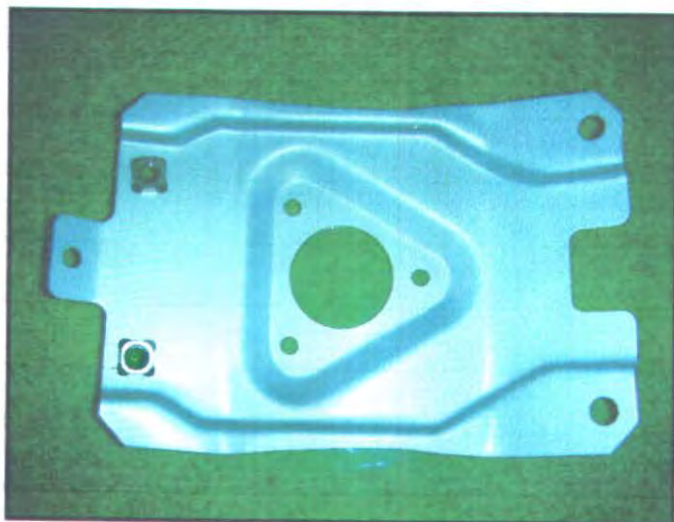


dengan sudut tertentu pula yang terlihat rumit pada produk bracket saat ini.

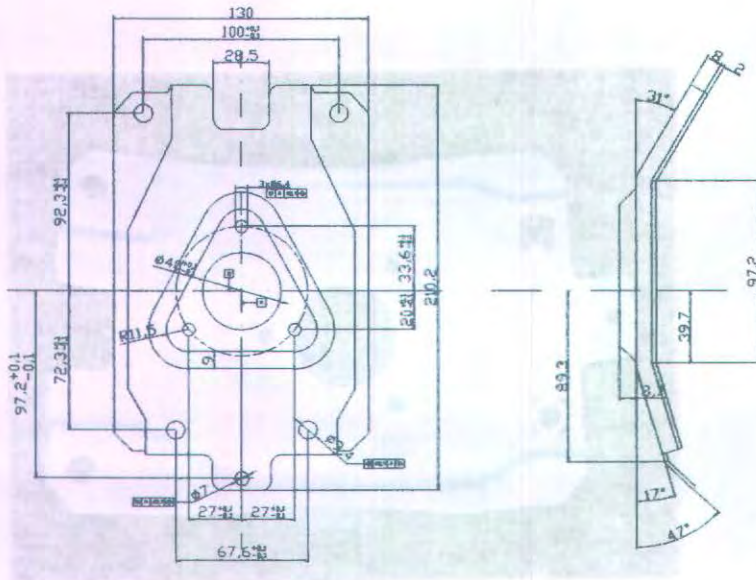
Mengingat kekomplekan bentuk produk tersebut maka dalam pembuatan Bracket Motor Wiper Maruti yang digunakan sebagaiudukan motor wiper pada mobil Mitsubishi Fuso type terbaru ini, proses yang digunakan adalah blanking, piercing 1, forming(emboss & bending) dan piercing 2.



Gambar 1.1 Contoh Bracket Motor Wiper Maruti Import (sisi luar)



Gambar 1.2 Contoh Bracket Motor Wiper Maruti Import (sisi dalam)



Gambar 1.3 Dimensi Bracket Motor Wiper Maruti

1.2 Perumusan Masalah

Dari latar belakang tersebut di atas maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

- Bagaimana membuat matres untuk produk Bracket Motor Wiper Maruti agar spesifikasi produknya terpenuhi.
- Bagaimana menentukan bahan matres dan komponen pendukung lainnya, sesuai produk yang akan dibuat.

- Bagaimana menentukan dimensi matres dan komponen pendukung lainnya sehingga proses dapat berjalan dengan baik dan menghasilkan produk yang sesuai.
- Bagaimana menentukan gaya yang terjadi, karena berpengaruh pada penentuan material matres dan tonase mesin.

1.3 Tujuan

Tujuan penulisan ini adalah :

- Merencanakan dan menganalisa press tool yang sederhana dan ekonomis untuk produk Bracket Motor Wiper Maruti, dengan harapan agar produk tersebut memiliki kualitas tinggi yang sebanding dengan produk import.
- Membuat matres forming (emboss & bending) produk Bracket Motor Wiper Maruti, yang selanjutnya matres dapat diaplikasikan dalam mesin press untuk pembuatan produk yang bersangkutan.

1.4 Manfaat

Manfaat dari penulisan ini adalah :

- Agar matras yang telah dibuat, dengan biaya produksi seminimal mungkin dapat diaplikasikan mulai home industri sampai industri besar.
- Memberikan alternatif pada pasar selain produk import.
- Tugas akhir ini dapat digunakan sebagai studi perbandingan di kalangan industri manufaktur.

1.5 Batasan Masalah

Dalam penulisan ini terdapat beberapa batasan masalah, yaitu:

- Pengerjaan dilakukan pada temperatur kamar.
- Tidak membahas mengenai proses pemesinan.
- Data sifat-sifat mekanis matres didapatkan dari buku acuan.
- Tidak membahas dan menganalisa secara menyeluruh komponen press tools tetapi menganalisa komponen dasar matres yaitu punch, die, top plate, dan bottom plate mengingat dengan hasil analisa tersebut akan dibuat matres yang bersangkutan sehingga tidak memperbesar biaya pembuatan matres.
- Tidak membahas estimasi biaya pembuatan matras.
- Pembahasan hanya pada gaya-gaya yang terjadi pada matres.
- Perhitungan perpindahan panas dan gesekan tidak dilakukan.
- Matres yang direncanakan untuk dibuat hanya untuk matres pada proses forming (emboss & bending) saja.

1.6 Metodologi

Metodologi perencanaan dapat diklasifikasikan beberapa tahap yaitu :

1. Pengumpulan data.
2. Studi lapangan yang berkaitan dengan pembuatan benda kerja Bracket Motor Wiper Maruti.
3. Perencanaan proses pembuatan produk.
4. Uji tarik material untuk mengetahui sifat mekanik material.

5. Perencanaan press tool.
6. Perhitungan gaya proses dan tegangan press tool.
7. Proses pembuatan press tool.
8. Dapat menghasilkan produk Bracket Motor Wiper Maruti yang diinginkan sesuai dengan spesifikasi .
9. Kesimpulan.

1.7 Sistematika Penulisan

Dalam penulisan ini materi yang disampaikan adalah sebagai berikut :

1. Penulisan abstrak yang berisi gambaran permasalahan yang akan dibahas secara umum.
2. **BAB I** Pendahuluan
Penjelasan Latar belakang, Perumusan Masalah, Tujuan, Manfaat, Batasan Masalah, Metodologi dan Sistematika penulisan.
3. **BAB II** Tinjauan Pustaka
Membahas teori-teori dan rumus yang akan digunakan dalam perhitungan.
4. **BAB III** Uji Tarik
Penjelasan tentang hasil uji tarik yang dilakukan dan pengolahan data hasil uji tarik.
5. **BAB IV** Urutan Proses Pengerjaan
Penjelasan tentang urutan proses, mulai proses awal hingga terbentuk produk Bracket Motor Wiper Maruti.
6. **BAB V** Perencanaan Perhitungan

		Penjelasan tentang perhitungan gaya, tegangan dan beberapa bagian press tools.	
7.	BAB VI	Evaluasi	7
8.	BAB VII	Kesimpulan dan Saran	8
9.		Lampiran	9
10.		Daftar Pustaka	10
11.		Daftar Gambar	11

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum

Dalam era perkembangan teknologi yang semakin pesat, press tool merupakan alternative dalam pembuatan suatu produk industri yang dalam operasinya melalui proses-proses pembentukan, baik itu *blanking*, *piercing*, *bending*, *embossing* ataupun beberapa proses pembentukan lainnya.

Pada umumnya press tool terdiri dari bagian punch dan dies yang digunakan secara bersamaan untuk melakukan proses penekanan yang nantinya akan menghasilkan suatu produk yang diinginkan. Secara rinci bagian-bagian press tool ini akan dibahas pada bagian tersendiri.

Sedangkan ciri-ciri secara umum produk press tool ini adalah mempunyai kepresisian tinggi dan seragam, biasanya pada proses pengoperasiannya tidak dibutuhkan operator yang berpengalaman karena hal yang paling sulit adalah proses pembuatan matrasnya.

2.2 Proses Pengerjaan Dingin

2.2.1 Definisi

Secara umum pada proses pembentukan logam, diklasifikasikan menjadi dua bagian menurut temperatur pengerjaannya, yaitu :

- proses pengerjaan dingin
- proses pengerjaan panas

Proses pengerjaan dingin atau *cold working* didefinisikan sebagai perubahan bentuk secara plastis dari logam dibawah temperatur rekristalisasi, yaitu temperatur

dimana mulai terjadi pertumbuhan kristal baru dari kristal lama dalam logam yang telah mengalami deformasi.

Pada umumnya setiap proses pengerjaan dingin dikerjakan pada temperatur kamar, sedangkan pada kasus-kasus tertentu dikerjakan pada temperatur tinggi, tetapi masih tetap dibawah temperatur rekristalisasinya. Tujuan dari pemanasan ini adalah untuk menaikkan sifat ulet (*ductility*) dari bahan logam.

Dibandingkan dengan pengerjaan panas, pengerjaan dingin mempunyai keuntungan-keuntungan antara lain :

1. Hasil permukaan yang lebih baik
2. Kontrol terhadap dimensi bisa lebih teliti
3. Menaikkan kekuatan logam
4. Tidak perlu peralatan pemanas.

Adapun kerugian dari *Cold Working* adalah :

1. Energi yang dibutuhkan untuk mendeformasi cukup besar.
2. Kemungkinan untuk mengalami kegagalan (retak) cukup besar.
3. Deformasi yang dihasilkan sangat terbatas

2.2.2 Sifat Logam Pada Pengerjaan Dingin

Logam yang telah terdeformasi pada pengerjaan dingin ini sifat mekaniknya akan mengalami perubahan dari sifat mekanis sebelumnya, antara lain kenaikan kekuatan dan penurunan keuletan. Hal ini disebabkan oleh terjadinya pengerasan regang (*strain hardening*) selama proses berlangsung.

Meningkatnya sifat kekerasan dari kekuatan logam merupakan perubahan sifat yang menguntungkan apabila dilihat dari produk hasil tersebut akan dikerjakan lagi karena

akan dibutuhkan daya yang besar untuk mereduksi lanjutannya. Sedangkan menurunnya sifat ulet (*ductility*) akan sangat merugikan karena akan menurunkan sifat mampu bentuk dari logam tersebut (logam rentan mengalami retak). Sehingga untuk mencegahnya, operasi biasanya dilakukan dalam beberapa langkah, guna melunakkan material dan mengembalikan ductility. Sehingga perubahan sifat yang terjadi merupakan faktor yang perlu diperhatikan. Pada proses pembentukan karena berhubungan dengan kemampuan mesin dan sifat mampu bentuk dari logam.

2.3 Pengujian Kekuatan Tarik

Kekuatan tarik suatu logam merupakan sifat mekanik logam yang penting, dimana perlu diketahui harga batas yang dapat ditahan oleh material tanpa mengalami kerusakan (*failure*), hal ini terutama untuk perencanaan konstruksi maupun pengerjaan logam tersebut. Dari hasil uji tarik ini dapat diketahui sifat-sifat bahan antara lain: kekuatan lulur, perpanjangan, kekuatan tarik maksimum, reduksi luas penampang, dan sebagainya.

2.3.1 Besaran-Besaran Dari Uji Tarik

Dari uji tarik pada suatu material ini, maka akan didapatkan besaran yang berkaitan dengan uji tarik tersebut.

a. Tegangan - Regangan Teknik

Tegangan teknik

$$(\sigma) = \frac{P}{A_0} \dots\dots\dots(2.1)$$

Regangan teknik

$$(\epsilon) = \frac{\Delta l}{l_0} = \frac{l - l_0}{l_0} \times 100\% \dots\dots(2.2)$$

diamana : (σ) = Tegangan Teknik (N/mm²)

- P** = Beban (N)
A₀ = Luas Penampang awal (mm²)
(ϵ_t) = Regangan Teknik (%)
 Δl = Perpanjangan (mm)
 l_0 = Panjang Awal (mm)

b. Modulus Young Atau Tegangan Luluh

Selama hubungan antara beban dan perpanjangan berupa garis lurus, maka berlaku *Hukum Hooke*, yang dapat dianggap berlaku dibawah batas elastis, sehingga tegangan rata-ratanya sepadan dengan regangannya.

Dirumuskan sebagai berikut :

$$E = \frac{\sigma_t}{\epsilon_t} \dots\dots\dots(2.3)$$

- Dimana : E = Modulus Elastisitas
 σ_t = Tegangan Teknik
 ϵ_t = Regangan Teknik

E yang konstan itu adalah *modulus Elastisitas* atau *modulus Young*. *Modulus elastik* ini merupakan rancangan yang penting karena diperlukan untuk perhitungan lenturan batang.

c. Tegangan Luluh

Dalam hal kurva $\sigma_t - \epsilon_t$ bagian yang mendatar maka penentuan σ_y adalah pada bagian yang mendatar tersebut, bila kurva tersebut tidak terdapat bagian yang mendatar, maka penentuan σ_y dengan offset yield point, yaitu dengan

memasang regangan permanen tertentu. Perpotongan garis sejajar dengan bagian lurus terhadap kurva adalah titik. Besarnya regangan permanen tersebut biasanya 0.1 % - 0.2 %.

d. Tegangan Tarik Maksimum (UTS)

Kekuatan tarik, atau kekuatan tarik maksimum (*Ultimate Tensile Strength*) adalah beban maksimum dibagi luas penampang awal benda uji.

$$\sigma_u = \frac{P_{maks}}{A_0} \dots\dots\dots (2.4)$$

- dimana: σ_u = Tegangan maksimum (kg/mm²)
 P_{maks} = Beban maksimum (kg)
 A_0 = Luas awal spesimen (mm²)

e. Reduksi Penampang

Merupakan akibat dari perpanjangan karena penarikan, yang akan menyebabkan pengecilan penampang, karena selama ditarik volume bahan adalah konstan.

Besarnya pengurangan penampang dapat dicari dengan dengan rumusan :

$$\psi = \frac{A_1 - A_0}{A_0} \times 100\% \dots\dots\dots (2.5)$$

- dimana: ψ = Reduksi Penampang
 A_0 = Luas Penampang Awal
 A_1 = Luas Penampang Setelah Pengujian

f. Penampang Relatif

$$\epsilon_{max} = \frac{l - l_0}{l_0} \times 100\% \dots\dots\dots (2.6)$$

- Dimana : l_0 = Panjang Awal Spesimen (mm)
 l_1 = Panjang Setelah Pengujian (mm)
 ϵ_{maks} = Perpanjangan Relatif Maksimum

2.3.2 Penyederhanaan Kurva Tegangan - Regangan

Guna mengetahui keadaan bahan saat plastis dilakukan usaha-usaha pendekatan atau bentuk penyederhanaan secara analitis dari diagram tegangan-regangan uji tarik. Untuk menyatakan work hardening yang berbentuk parabola, maka pemakaian persamaan dibawah ini cukup teliti untuk mendekati kurva tegangan-regangan yang berbentuk parabolis.

$$\sigma_p = K\epsilon^n \dots\dots\dots(2.7)$$

dimana, σ_p = Tegangan Alir Parabolis

K = Koefisien Kekuatan

n = Eksponen Pengerasan Regang

Dengan memplotkan log true stress dan log true strain dari awal yield hingga beban maksimum, maka kita dapat menentukan atau mendapatkan harga, K dengan mengambil harga $\epsilon = 1$ dan kemiringan dari garis tersebut (n). Harga pengerasan regang mempunyai daerah dari $n = 0$ (bahan yang plastis) sampai dengan dengan $n = 1$ (bahan yang elastis).

2.4 Tegangan Alir

Pada proses pembentukan logam, terhadap material benda kerja harus diberikan tegangan sehingga terjadi deformasi plastis. Tahanan atau perlawanan bahan terhadap deformasi plastis disebut dengan tegangan alir. Jadi tegangan alir adalah sifat bahan yang menyatakan ketahanan material terhadap perubahan bentuk. Istilah tegangan alir (*flow stress*)

berasal dari pengertian tersebut yang menggambarkan adanya aliran logam yang terdeformasi dari satu bentuk ke bentuk yang lain. Agar terjadi perubahan bentuk secara plastis, tegangan yang diberikan harus mencapai tegangan alir material yang diproses. Dalam diagram tegangan-regangan, tegangan alir dapat dinyatakan sepanjang kurva daerah plastis, cara-cara pengujian untuk mendapatkan data tegangan alir biasanya digunakan cara pengujian mekanis, seperti uji tarik, uji puntir, dan uji tekan. Persamaan empirik yang sering digunakan dalam deformasi plastis tanpa memasukkan laju regang yang disebut kurva tegangan-regangan ideal, atau pendekatan persamaan *Indwik-Hallomon* :

Persamaan *Indwik-Hallomon* :

$$\sigma = k \cdot \epsilon^n \quad \dots \dots \dots (2.8)$$

Dimana : k = Koefisien Tegangan
n = Exponen Pengerasan Regang
 σ = Besarnya Tegangan Luluh / Tegangan Alir Material

k adalah indek kekuatan dari material, semakin besar k semakin besar tegangan alirnya, n adalah indek kemampuan material untuk distrain hardening, merupakan gradien pada daerah plastis pada kurva tegangan-regangan sebenarnya dan n menunjukkan pengerasan material yang akan terjadi dalam pengerjaan dingin, dengan kata lain untuk menentukan konstanta k dan eksponen n dapat dicari dengan membuat grafik logaritmik dari diagram tegangan-regangan sebenarnya.

$$\text{Log } \sigma = \text{log } k + n \text{ log } \epsilon \quad \dots \dots \dots (2.9)$$

Dalam prakteknya, harga tegangan alir untuk berbagai jenis logam dan paduan dapat diperoleh dari literatur atau bila perlu didapat langsung dari pengujian mekanik. Perlu dicatat

bahwa dalam mencari tegangan alir perlu diingat parameter proses deformasi manakah yang relevan dengan proses pengerjaan yang dilakukan.

2.5 Perkakas Tekan

2.5.1 Jenis - Jenis Perkakas Tekan

Jenis perkakas tekan (*press tools*) biasanya disesuaikan dengan jenis proses yang dikerjakan. Misalnya jika perkakas tekan hanya berfungsi untuk membuat blank, maka disebut dengan *Blanking Tools*.

2.5.1.1 Individual Dies

Dies sistem ini hanya dapat melakukan satu macam proses kerja, misalnya pierching, blanking, drawing saja atau hanya dapat melakukan satu operasi untuk satu stasiun kerja, jadi hanya membutuhkan satu kali langkah ram mesin press dan dapat menghasilkan satu produk jadi atau setengah jadi.

2.5.1.2 Progressive Tool

Bila dua atau lebih kerja pemotongan sederhana dikombinasikan dalam satu perkakas dan prosesnya merupakan proses bersambung secara langsung, perkakas tersebut dinamakan *Progressive Tool*. Yang dimaksud progressive disini adalah kerja langkah demi langkah dari proses pertama hingga akhir terbentuk benda yang dikehendaki. Setelah setiap langkah pemotongan pelat didorong/diumpangkan dengan panjang langkah yang tepat dan sama setiap pengumpanan. Pengumpanan bahan berhenti pada lokasi yang telah ditetapkan dengan bantuan stopper. Lokasi perhentian tersebut disebut station. Pada langkah terakhir dari progressive tool biasanya berupa proses blanking, parting, atau

cropping. Perancangan *progressive tool* biasanya dimulai dengan penetapan tata letak proses (*strip layout*). Agar supaya diperoleh gambaran yang pasti, maka ketika membuat gambar tata letak proses sebaiknya menggunakan skala sehingga jarak pengumpanan, lebar pelat, jarak posisi lubang ke lubang dapat terlihat proporsional.

2.5.1.3 Compound Tools

Sekilas perkakas ini sama dengan blanking tool konstruksi terbalik yang hanya membuat blank. *Compound tool* terdapat dua atau lebih kerja pemotongan setiap langkah pemotongan pada satu station. Proses pemotongan kebanyakan gabungan antara blanking dan pierching. Dua macam operasi tersebut adalah berseberangan yaitu piercing punch dipasang pada top plate dan pierching dies dipasang pada bagian tengah penampang (terpasang pada bottom pelat), serta blanking dies dipasang pada top plate. Pada perkakas ini juga dipasang *shedder*, *stripper*, *knock out*, dan sebagainya. Sisi tajam hasil pemotongan karena efek tarikan muncul pada permukaan yang sama, karena pada blanking timbul kearah punch dan pada pierching timbul kearah dies. Hal yang sama tidak terjadi pada *progressive tool*, sebab pada *progressive tools* akan muncul pada permukaan yang berbeda. Oleh karena konstruksi peralatan cukup rumit, maka *compound tool* merupakan dies set. Keuntungan penggunaan *compound tool* adalah tidak banyak memerlukan luasan permukaan/ruangan dibanding keperluan gaya tekan. Benda kerja yang dihasilkan perkakas ini kualitasnya cukup bagus dan rata. Sedangkan keterbatasannya adalah bentuk komponen yang cukup rumit tidak selalu bisa dikerjakan serta kecepatan kerjanya terbatas mirip dengan blanking tool konstruksi terbalik. Jika *compound*

station terdapat pada progressive tool atau jika kerja pemotongan dan pembentukan terdapat pada satu station, hal ini disebut dies kombinasi (*combination dies*).

2.5.1.4 Group Tools

Didalam beberapa literature, jenis perkakas ini disebut perkakas kombinasi (*combination tool*). Agar tidak membingungkan perlu diperhatikan dalam penulisan ini, yang dimaksud dengan kombinasi adalah kombinasi antara proses pemotongan dengan proses pembentukan. Yang dimaksud group tool adalah dalam satu unit perkakas tekan terdapat dua atau lebih station yang terpisah atau berdiri sendiri, sehingga tidak digunakan proses pengumpanan bahan.

Die set diklarifikasikan menjadi 3 berdasarkan keakurasiannya, dimana keakurasiannya ditunjukkan dengan besarnya harga toleransi yang diijinkan untuk masing-masing bagian yang berpasangan.

Tiga klarifikasi tersebut adalah :

1. Die set berpresisi tinggi
Toleransi max yang diijinkan sebesar 0,0025 – 0,0050 mm.
2. Die set presisi
Toleransi max yang diijinkan sebesar 0,0050 – 0,010 mm.
3. Die set komersial
Toleransi max yang diijinkan sebesar 0,010 – 0,023 mm.

Perkakas tekan (*press tools*) adalah suatu alat yang dapat berfungsi untuk mengerjakan benda kerja dengan prinsip tekanan. Bahan dasar berupa pelat logam atau non logam

dipotong dan dibentuk menjadi bangun yang permanen dengan tekanan yang diberikan oleh mesin tekan.

Perkakas tekan dibuat dengan tujuan untuk memproduksi benda dalam jumlah ratusan atau ribuan dengan bentuk dan ukuran yang sama dan dalam waktu yang singkat. Artinya perkakas tekan memungkinkan untuk membuat benda dari pelat secara ekonomis.

Hal ini dapat dimengerti karena pembuatan benda dengan perkakas tekan ini termasuk produksi massal, sehingga harga jualnya cukup murah.

2.5.2 Bagian-Bagian Perkakas Tekan

Secara umum perkakas tekan yang cukup lengkap terdiri dari dua kelompok bagian yang saling berpasangan, yaitu bagian yang bergerak dan bagian yang tidak diam. Bagian yang bergerak dipasang pada ram mesin tekan, sedangkan pasangannya yaitu bagian yang diam dipasang pada meja tekan.

a. Top Plate

Bagian ini sering disebut juga *Punch Shoe* yang berfungsi sebagai penyangga sekaligus tempat pemasangan *punch*, *punch holder* platet dan *shank*. Bahan yang dipilih biasanya besi tuang atau baja lunak yang mempunyai kekuatan tarik 40 kg/mm^2 .

b. Punch

Pada perkakas press tools yang paling utama adalah alat pemotong, yang berpasangan dengan die. *Punch* merupakan alat pemotong atau pencetak pada bagian atas, *punch* ini bergerak secara vertikal dari bawah keatas, bentuk dari *punch* tergantung dari produk yang diinginkan. Perhitungan tegangan yang diterima



adalah berupa tegangan kompresi sebagai akibat beban yang dibutuhkan untuk melakukan operasi press (*FW. Wilson*) :

$$\sigma_{ijin} \geq \frac{p.l_s.t.\sigma_u}{A} = \sigma_{com} \dots\dots\dots (2.10)$$

- Dimana :
- σ_{com} = Tegangan kompresi (kg/mm²)
 - σ_u = Ultimate shear strength stock strip (kg/mm²)
 - A = Luas penampang punch (mm²)
 - t = Tebal stock strip (mm)
 - l_s = Keliling penampang punch (mm)
 - p = Penetrasi material, untuk baja = 33 % , material lain = 70%

Untuk mendapatkan panjang punch maksimal dapat menggunakan persamaan dibawah (*FW. Wilson*) ini :

$$L_p = \sqrt{\frac{\pi^2 . E . I_m}{4 . K_s . l_s . t . \tau_{ul}}} \dots\dots\dots (2.11)$$

- Dimana :
- I_m = Momen Inersia penampang punch
 - K_s = Faktor keamanan = 2 - 3 (untuk baja yang dikeraskan)
 - E = Modulus Young (elastisitas) material punch

c. Shank

Alat ini berfungsi untuk memegang rakitan bagian yang bergerak, diikatkan pada ram mesin press. Bahan shank ini cukup dari baja lunak. Dengan melalui shank ini, maka mesin press dapat mentransfer gerakan dan

gayanya ke punch sehingga terjadi mekanisme punch menekan strip. Panjang dan diameter shank tergantung dari mesin press yang digunakan. Dan letak shank ini harus berada di lokasi titik berat dari die bagian atas.

Prosedur untuk menentukan letak shank adalah :

- Semua garis potong dari benda kerja digambar, sesuai dengan strip layout.
- Gambar garis-garis potong tersebut dibuat sumbu saling tegak lurus (x, y), jika gambar garis-garis potong tersebut simetris pada satu garis sumbu, maka salah satu sumbu koordinat diletakkan berimpit dengan garis sumbu simetri.
- Tentukan panjang ($l_1, l_{1+1}, l_{1+2}, \dots, l_{1+n}$) untuk setiap elemen dari garis-garis sumbu simetri
- Tentukan pusat gaya berat setiap elemen.
- Tentukan jarak X_1 sampai ke X_{1+n} dari pusat gaya berat setiap elemen II sampai ke l_{1+n} terhadap sumbu Y.
- Tentukan jarak X_1 sampai ke X_{1+n} dari pusat gaya berat setiap elemen II sampai ke l_{1+n} terhadap sumbu X.
- Hitung jarak pusat gaya potong x_0 terhadap sumbu y dan y_0 .

Dari point di atas, maka rumus titik beratnya adalah :

Untuk menghitung titik berat dapat dipakai persamaan di bawah ini.

Untuk jarak ke X :

$$X = \frac{I_1 \cdot x_1 + I_2 \cdot x_2 + I_3 \cdot x_3 + \dots}{I_1 + I_2 + I_3 + \dots} \quad (2.12)$$

$$I_1 + I_2 + I_3 + \dots$$

Dimana :

I_n = panjang pemotongan kearah x (mm)

x_1 = jarak dari sumbu referensi ke pusat titik berat pemotongan kearah x (mm)

Untuk jarak ke arah Y :

$$Y = \frac{I_1 \cdot y_1 + I_2 \cdot y_2 + I_3 \cdot y_3 + \dots}{I_1 + I_2 + I_3 + \dots} \quad (2.13)$$

$$I_1 + I_2 + I_3 + \dots$$

Dimana :

I_n = panjang pemotongan kearah y (mm)

y_1 = jarak dari sumbu referensi ke pusat titik berat pemotongan kearah x

d. **Bush**

Berpasangan dengan pilar, yang berfungsi untuk memungkinkan ketepatan pasangan antara bagian yang bergerak dan bagian yang diam dari perkakas tekan. Bahan yang dipakai biasanya baja perkakas atau baja karbon yang dikeraskan untuk umur pemakaian yang lebih lama.

e. **Bottom Plate**

Bottom plate sering disebut *Die Shoe*, berfungsi sebagai landasan dan tempat pemasangan dies dan juga tempat pemasangan pillar. Pada blok ini juga tersedia tempat atau lubang baut yang mengikat bottom shoe pada meja mesin.

f. **Pillar**

Merupakan pasangan bush yang berfungsi sebagai pengaruh sekaligus penepat pasangan antara bagian perkakas tekan yang diam dengan bagian perkakas tekan yang bergerak. Berfungsi untuk menjaga kelurusan antara punch dengan die saat proses berlangsung.

g. **Die**

Dies adalah pasangan punch baik untuk memotong atau membentuk pelat strip. Lubang dies akan menentukan bentuk dan ukuran sisi luar blank. Dimensi keseluruhan dies block ditentukan oleh tebal dinding minimum yang diperlukan untuk kekuatan dan jarak-jarak yang diperlukan untuk pemasangan baut-baut pengikat dan pin-pin penepat termasuk untuk pemasangan *stripper* bila digunakan *stripper* tetap. Ketebalan dinding-dinding yang diperlukan untuk kekuatan tekan tergantung pada ketebalan pelat yang akan dipotong.

Sudut-sudut tajam dari lubang dies sangat rawan terhadap terjadinya keretakan ketika proses perlakuan panas, oleh karena itu memerlukan ketebalan dinding lebih besar. Setiap block atau bagian dies memerlukan dua pin penepat untuk ketepatan pemasangan dies. Penepatan pin sebaiknya dipasang pada jarak yang jauh satu sama lain, biasanya dipasang pada sisi diagonal. Dua atau lebih baut pengikat diperlukan, tergantung ukuran yang diikat. Baut dan pin umumnya terletak satu setengah kali diameternya dari sisi luar

dies block atau sisi lubang dies. Ada dua cara untuk menentukan dimensi Die block yaitu :

1. Bending Stress maksimal
2. Berdasarkan hasil percobaan yang telah dilakukan sebelumnya

1. Bending Stress Maksimal

Perhitungan ketebalan die dibedakan antara circular die dan rectangular die. Pada circular die diameter luar D_o dan diameter dalamnya D_i .

Sedangkan bending stress dapat dicari dengan persamaan (Basu) berikut :

$$\sigma_{bend} = \frac{15 P_p}{H^2} \left(1 - \frac{2R_0}{3D_i} \right) \langle |\sigma|_{ijin} \dots\dots\dots (2.14)$$

$$H = \left\{ \frac{1.5 P_p}{|\sigma|_{ijin}} \left(1 - \frac{2R_0}{3D_i} \right) \right\}^{1/2} \dots\dots\dots (2.15)$$

dimana :
 H = Ketebalan Die (mm)
 a, b = Panjang Dan Lebar Die (mm)
 P_p = Gaya Yang Diberikan oleh punch (kg)
 σ_{ijin} = Tegangan Ijin Material Die (kg/mm²)

$$H = \sqrt{\frac{3F}{\sigma_{ijin}} \left(\frac{(b/a)^2}{1+(b/a)^2} \right)}, \text{ bentuk die direncanakan rectangular (persegi).....(2.16)}$$

Dimana : F = Gaya Tekan (kg/mm^2)
 b = Lebar Die (mm)
 a = Panjang Die (mm)

2. Hasil Percobaan

Perhitungan berdasarkan data-data hasil percobaan dapat kita lakukan dengan langkah sebagai berikut:

Untuk menentukan Tebal Die block menggunakan metode sebagai berikut:

1. Berdasarkan Tabel ketebalan strip material.
Tentukan ketebalan die dari tabel tebal dies berdasarkan tebal strip material.

Tabel 2. 1 Tebal die berdasarkan tebal plat

Tebal material (mm)	Tebal dies (mm)
0 - 1	19
1 - 2	24
2 - 3,5	29
3,5 - 5	34
5 - 7	41
Lebih 7 mm	48

(Politeknik Mekanik Swis, Tool Design 2)

1. Setelah itu dilakukan koreksi dengan factor expansi :

Tabel 2. 2 Faktor Expansi

Cutting perimeter, In (mm)	Faktor ekspansi
2 - 3 (51-76)	1,25
3 - 6 (76-152)	1,5
6 - 12 (152-305)	1,75
12 - 20 (305-508)	2,0

(Nee, John G. Dr, Cmfge, *Fundamental of Tool Design 4th Edition, Society of Manufacturing Engineers*)

Tebal dies untuk panjang pemotongan dan pembentukan kurang dari 2 in tidak dikalikan factor ekspansi.

2 Tinggi dies dikurangi sampai dengan 50% untuk dies yang diletakkan pada base plate.

3 Tambahkan grinding allowance 0,1 in - 0,2 in (2,5 mm - 5,1 mm) pada tinggi dies.

Selain itu juga harus diperhatikan jarak kritis, dimana kemungkinan die dapat pecah.

Jarak kritis die, $A = 2 \cdot t$

Dimana : A = Jarak Kritis, mm

t = Tebal Die, mm

- Untuk menentukan lebar die, maka memakai persamaan berikut ini :

Lebar die , $L = \text{Lebar Strip} + 2.A$

Dimana A = Jarak Kritis (mm)

h. Stripper

Stripper umumnya memiliki bentuk yang sama dengan die block dan diikat dengan baut dan dowel pins. Ada

beberapa jenis stripper namun yang sering digunakan adalah *stripper* tetap dan *stripper* gerak. Untuk pengerjaan pada plat tipis lebih baik digunakan *stripper* gerak yang menggunakan pegas.

Stripper gerak dapat berfungsi sebagai *blank holder*, berikut ini fungsi dari *stripper*:

1. Mengarahkan stock dan menempatkan pada posisi yang benar
2. Menahan ke bawah stock supaya stock tidak terbawa ke atas bersama punch setelah proses pengerjaan selesai
3. Menekan stock agar tidak terjadi pembengkokan pada stock ketika proses berlangsung

Besarnya tekanan *stripper* untuk menekan plat adalah kurang lebih sebesar 5 % - 20 % dari gaya yang diperlukan untuk melakukan proses press atau dengan rumus *FW. Wilson* sebagai berikut :

$$P_s = 3500.L.t \dots\dots\dots(2.17)$$

Dimana : P_s = Gaya *stripper* (lb)
 L = Keliling penekanan *stripper* (inch)
 t = Tebal stock strip (inch)

Untuk mendapatkan ketebalan *stripper* yang direncanakan, dapat digunakan persamaan (*FW. Wilson*) :

$$h^3 = \frac{5.q.L^4.12}{384.E.b.\delta} \dots\dots\dots(2. 18)$$

Dimana : h = Ketebalan *stripper* (mm)
 Q = Gaya persatuan luas daerah

stripper (kg/mm^2)

L = Panjang stripper (mm)

E = Modulus elastisitas bahan (kg/mm^2)

b = Lebar stripper (mm)

δ = Defleksi yang diijinkan (mm)

i. **Pilots**

Fungsi *pilot* adalah menempatkan posisi *stock strip* secara tepat pada die untuk proses berikutnya. Pilot biasanya digunakan pada *progressive dies*. Pilot lebih panjang dari punch karena sebelum punch mengenai *stock strip*, terlebih dahulu pilot akan masuk ke dalam lubang hasil pierching untuk menempatkan posisi dari *stock strip*. Untuk memudahkan pilot memasuki lubang tanpa merusak *stock strip* (material), maka biasanya *pilot* dibuat dengan menyerupai peluru.

j. **Stopper**

Untuk mendapatkan hasil yang akurat dan mempermudah proses pemotongan diperlukan suatu stopper, yang berfungsi untuk mengatur langkah kecepatan material. *End stopper* dan *Auxillary stopper* adalah dua tipe yang mudah perencanaanya dan karena itu banyak dijumpai.

a. **End stopper**

End stopper yang paling mudah dan banyak digunakan adalah *end stopper* yang berbentuk silindris pin. Pada jenis silinder pin ini, pada titik kontaknya dengan *stock strip* sering kali tidak tepat, karena bentuknya yang silindris dan permukaan pin yang digunakan dengan *stock strip* dibuat rata.



b. Auxillary stopper

Stopper jenis ini disebut juga *finger stopper*. Pada *progressive tool* posisi stock harus ditempatkan pada posisi yang benar pada stasiun kerja dengan operasi yang berbeda. Dengan menggunakan *stopper* jenis ini setiap tingkat operasi (pada tiap stasiun kerja) membutuhkan satu *stopper* sehingga stock strip benar – benar berada pada posisi yang tepat.

Stopper jenis ini terpasang pada stripper atau spacer. Hal ini tidak akan menyulitkan pengasemblingan, bila sewaktu – waktu die block perlu dipertajam sisi pemotongnya dan pengoperasian stoppernya adalah secara manual.

k. Upper Shoe

Upper shoe merupakan bagian paling atas dari komponen press tool yang berupa block. Pada *upper shoe* ini terpasang *shank*, dimana biasanya shank terpasang pada senter atau tengah-tengah dari *upper shoe*.

l. Punch Holder

Adalah bagian *die* yang memegang *punch*. Pengikatannya memakai baut. Tinggi dari *holder* dapat memakai persamaan sebagai berikut :

$$h \geq \sqrt[3]{P_{max}} \dots\dots\dots (2.21)$$

(Suchy, Ivana, *Handbook of Die Design*, Mc Graw-Hill : 6-11)



Dimana : h = Tinggi Holder
 P_{max} = Gaya Penekanan

Sedangkan untuk dimensi panjang dan lebar disesuaikan dengan punch atau diesnya.

m. **Knock Out Pad**

Berfungsi mengeluarkan benda kerja yang terbawa die. *Knock out pad* ini banyak dipakai pada *drawing* dan *forming*.

n. **Pegas**

Yang perlu diketahui dari pegas adalah besarnya gaya yang diterima serta panjang defleksinya. Pegas didesain untuk menahan beban dibawah beban maksimal yang dapat diterima. Kebebasan dari pegas atau sering disebut *clash allowance*, biasanya diambil 15% dari defleksi maksimal pegas. Pegas biasanya diletakkan diantara *punch holder* dengan *blanking holder* dan berfungsi untuk penerus gaya dari belakang holder dan juga sebagai bagian dari *stripper* karena mendukung pelepasan plat material dari *punch*. Besarnya diameter pegas dicari dengan persamaan berikut : (*Deutsman , machine Theory and Practice , hal 726*):

$$d = \sqrt{\frac{8.C.P.N}{\pi.Ssyp} \left[\frac{4.C-1}{4.c-4} + \frac{0,615}{C} \right]} \dots\dots(2.22)$$

dimana : C = Indeks Pegas
 N = Safeti Faktor
 P = Beban (kg)

$$S_{syp} = \text{Shear yield strength} \\ (\text{kg/mm}^2)$$

o. Baut Dan Dowel Pin

Baut dan dowel pin dalam perkakas press tools sering disebut dengan fastener. Fungsi baut ini sebagai pengikat antara dua atau beberapa komponen press tools, sedangkan dowel pin digunakan sebagai pelurus dan menahan gaya geser antara dua sambungan. Baut pada kenyataannya menderita beban horizontal (*side thrust*). Gaya horizontal berfungsi sebagai penahan beban gaya dari punch, yang dapat mempengaruhi kekuatan baut pada dies. Gaya Horizontal dapat diketahui dengan persamaan (*FW. Wilson*):

$$\frac{\text{Clearance}}{\text{TebalPlat} - \text{Penetrasi}} = \frac{\text{HorizontalForce}}{\text{CuttingForce}} \dots\dots (2.23)$$

p. Lower Shoe

Komponen ini biasanya juga disebut dengan nama *base plate*. Disebut *base plate* atau *lower shoe*, karena merupakan block yang cukup tebal yang letaknya berada di bawah dimana die terpasang. Pada block ini juga tersedia tempat atau lubang baut untuk mengikat *lower shoe* pada meja mesin. Kadang-kadang juga terpasang *guide pins* pada blok ini. Perhitungan tebal *lower shoe* didasarkan pada defleksi yang diderita oleh plat tersebut. Persamaan defleksi tersebut dirumuskan sebagai berikut (*FW. Wilson*):

$$h^3 = \frac{FL^3}{48.E.b.\delta/12} \dots\dots\dots(2. 24)$$

Dimana,	δ	=	Defleksi yang diijinkan
		=	0,001 inchi = 0,0254 mm
	F	=	Beban yang diterima (k)
	L	=	Panjang tumpuan (mm)
	E	=	Modulus elastisitas bahan (
			kg/mm ²)
	b	=	Lebar lower shoe (mm)

2.6 Faktor-Faktor Yang Berpengaruh Dalam Proses Pemotongan

Dalam pengerjaan pelat logam baik proses pemotongan ataupun pembentukan harus diperhatikan tahapan-tahapan perubahan yang berlangsung ketika proses penusukan berlangsung. Disamping itu juga diperhatikan seberapa besar kelonggaran antara penusuk (*punch*) dan lubang landasan (*dies*) agar diperoleh pemotongan yang maksimal.

2.6.1 Tahapan Perubahan Bentuk Pelat Logam

Ketika punch mulai menyentuh permukaan yang akan dipotong maka proses pemotongan akan berlangsung.

1. Punch menyentuh permukaan punch strip
2. Tekanan mulai (daerah elastisitas)
3. Tekanan lanjutan (daerah plastis)
4. Mulai terjadi sobek
5. Sobekan lengkap

Ada beberapa tahapan bentuk pelat logam yang harus diperhatikan, yaitu :

- a. Tekanan didalam daerah elastisitas bahan akan mengakibatkan perubahan bentuk sementara pada pelat logam. Jika dibatalkan maka pelat akan kembali pada bentuk semula. Baik proses pemotongan maupun proses pembentukan belum tercapai dalam tahap ini.
- b. Tekanan melewati daerah elastis masuk ke dalam daerah plastis. Pada daerah ini akan diperoleh perubahan bentuk yang permanent, artinya jika tekanan dibatalkan, pelat tidak akan kembali pada bentuk semula. Apabila pengerjaan memang dikehendaki proses pembentukan maka pada tahap inilah dapat dicapai. Sedangkan dalam proses pemotongan, hal tersebut belum tercapai.
- c. Apabila tekanan terhadap pelat dilanjutkan, maka setelah melewati batas plastis akan diteruskan proses retak. Mula-mula retakan akan timbul pada kedua permukaan pelat (sebelah atas dan sebelah bawah), perubahan akan terjadi pada garis tepi keliling penampang punch dan permukaan bawah terjadi pada garis tepi keliling penampang lubang dies. Seterusnya kedua retakan akan bertemu sehingga terjadi proses pemotongan.

Pemotongan diketahui bahwa ketika perubahan bentuk permanen dicapai akan terbentuk lengkungan. Pada blank terjadi kearah luar dies dan untuk pierching nampak pada sisi arah punch. Radius akan kelihatan lebih besar bila bahan yang dikerjakan lebih lunak.

Proses *shearing* adalah suatu proses pemotongan tanpa menghasilkan geram. Proses ini terjadi ketika punch menyentuh material-material yang diletakkan di atas die dan

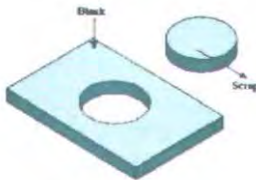
suatu tekanan dari ram dikenakan padanya sampai benda kerja / material patah. *Shearing* merupakan proses perisahan metal oleh dua mata pisau. Proses pemisahan ini tidak dapat dikatakan sebagai proses deformasi plastis murni maupun sebagai proses pemesian. Pada saat terjadi kontak antara benda kerja dengan pisau, ada bagian sempit dari logam dalam daerah clearance akan mengalami deformasi plastis yang kemudian patah dekat permukaan kontak. Pertahanan ini akan menuju kedalam logam yang kemudian bertemu di sekitar titik pusat tebal plat sehingga logam terpisah tergantung pada sifat ulet (*ductility*) dari material. Untuk material yang bersifat rapuh, penetrasi punch sangat kecil dibanding tebalnya, demikian juga clearance untuk material ulet, diperlukan penetrasi yang lebih besar (memerlukan deformasi yang lebih besar sebelum patah), demikian pula clearancenya. Clearance yang terlalu kecil akan memerlukan gaya yang besar selain itu akan menimbulkan keretakan sekitar sisi pemotongan. Clearance yang sesuai berharga (0,02 – 0,07) dari tebal bahan yang dipotong.

Proses gunting merupakan proses umum dari operasi penekanan (*press operation*), shearing merupakan suatu bentuk pemotongan yang tertutup. Apabila logam yang berada di dalam garis bentuk yang dibutuhkan maka disebut blanking. Sedangkan yang berada di luar garis bentuk yang dibutuhkan disebut *punching* / *piercing*.

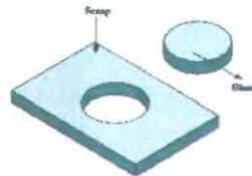
Penetrasi lebih lanjut dari punch akan menyebabkan benda kerja patah. Dibawah kondisi pemotongan yang ideal, maka patahan akan terjadi dari atas dan bawah material akan bertemu. Maka proses patah dari material telah selesai dan *blank* / *slug* terpisah dari *strip layout*.

2.7 Blanking Dan Piercing

Untuk mendapatkan bahan dasar atau setengah jadi dari suatu *strip layout* yang seluruh sisinya terpotong, diperlukan proses *Blanking*. Pada proses *blanking*, maka seluruh sisi potong dari punch dan die melakukan proses pemotongan. Hasil *blanking* ini bisa berbentuk lingkaran, segiempat, segitiga, atau elips. Hasil pemotongan yang dimanfaatkan adalah material yang terlepas dari strip layout dan dinamakan blank.



Gambar 2.1. Piercing



Gambar 2. 2. Blanking

2.8 Penetrasi

Pada proses pemotongan / cutting diperlukan penetrasi supaya material bisa patah. Penetrasi yang dibutuhkan untuk material *galvanize* adalah sebesar 60 % dari tebal plat.

2.9 Gaya Horisontal Pada Cutting

Gaya-gaya yang terjadi pada saat proses pemotongan / cutting berlangsung, dapat digambarkan sebagai suatu vektor gaya. Dengan mengetahui gaya vertikal, tebal material,

clearance dan penetrasi maka akan didapat gaya horizontal pada pemotongan. (FW. Wilson)

$$\frac{\text{Clearance}}{\text{Tebal plat - penetrasi}} = \frac{\text{Horizontal Force}}{\text{Cutting Force}}$$

Gaya horizontal merupakan salah satu faktor yang akan mempengaruhi kekuatan baut.

2.10 Trimming

Adalah salah satu dari proses finishing metode ini dipakai untuk membuang kelebihan material yang tak diperlukan akibat proses *forging* maupun *drawing*. Perhitungan gaya untuk proses *trimming* sama seperti pada proses *blanking*.

2.11 Punch Dan Die Clearance

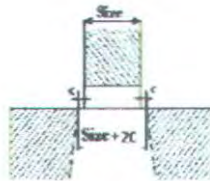
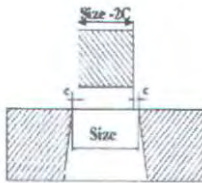
Clearance adalah kelonggaran antara punch dan die dan besarnya diukur hanya pada satu sisi saja. Untuk mendapatkan hasil yang optimal, maka dibutuhkan clearance yang tepat. Jika *clearance* antara punch dan die tepat, maka garis sobekan yang akan diberikan pada titik yang tepat. Selain itu burr yang terjadi adalah kecil. Jika *clearance* terlalu besar, maka deformasi plastis yang akan terjadi pada waktu yang lama. Selain itu burr yang akan terjadi akan lebih banyak serta ditempat patahan akan terjadi bentuk lancip. Hal ini menyebabkan produk yang dihasilkan berbentuk konis (*tapper*). Jika *clearance* terlalu kecil, maka garis sobekan tidak bertemu karena yang satu sobek di tepi punch dan yang lain sobek ditepi die. Selain itu clearance yang terlalu kecil, mengakibatkan gaya tekan menjadi besar dan umur hidup dari die / punch akan rendah karena geseka yang besar antar die dan punch, disamping itu akan terjadi blurr yang berlebihan.

2.11.1 Penggunaan Clearance

Clearance yang dikehendaki akan dihitung dan ditambahkan pada ukuran punch atau die, tetapi tidak pernah diperhitungkan untuk keduanya. Aturan yang dikenakan dalam penggunaan *clearance* adalah :

- Untuk proses *piercing* clearancinya dikenakan pada die.
- Untuk proses *blanking* clearancinya dikenakan pada punch.

Aturan ini hanya berlaku untuk blank dengan bentuk lingkaran.



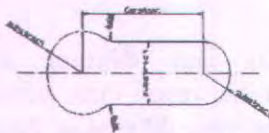
Gbr 2. 3 Clearance pada blanking Gbr 2. 4 Clearance pada piercing

2.11.2 Clearance Pada Blanking / Piercing

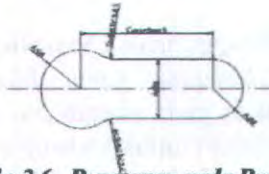
Untuk proses blanking, maka *clearance* diperhitungkan pada punch. Jika bentuknya tak beraturan, maka untuk membuat blank, ukuran punch adalah lebih kecil dua *clearance*.

Untuk lebih jelasnya, dalam membuat blank, maka semua radius dalam dikurangi dengan *clearance* dan menambahkan *clearance* pada semua radius luar. Untuk jarak antara garis-garis parallel, maka dikurangi dengan *clearance*.

Salah satu ketentuan dalam menghitung besarnya *clearance* adalah seperti tercantum dalam tabel dibawah ini :



Gbr 2. 5. Penerapan Pada Die



Gbr 2.6. Penerapan pada Punch

Supaya proses pemotongan dapat berlangsung dengan baik, maka kedua peralatan potong (*punch dan die*) harus diberi kelonggaran pemotongan (*cutting clearance*).

Tujuan dari pemotongan tersebut antara lain :

Mengurangi gaya tekan mesin press yang digunakan untuk memotong alat yang dikerjakan.

- Membantu proses pengguntingan lebih halus.
- Mencegah kontak langsung antar ujung alat potong (*punch dan lubang dies*) yang dapat mengakibatkan benturan atau goresan antara keduanya.

Besar kelonggaran dinyatakan dalam kelonggaran tiap sisi (*clearance perside*) = C , yang besarnya tergantung pada kekuatan geser dan ketebalan bahan yang akan dipotong, yaitu antara 5% sampai 8% tebal pelat .

Untuk memotong pelat dari bahan yang lebih keras dan juga lebih tebal diperlukan kelonggaran yang lebih besar. Setidaknya kelonggaran potong yang lebih kecil akan menghasilkan pemotongan yang baik, namun memerlukan gaya tekan yang lebih besar.

Biasanya diambil jalan keluar sebagai berikut :

Ditentukan kelonggaran potong menengah yang akan menghasilkan kerja dengan tekanan rata-rata dan kualitas pemotongan menengah pula.

Hasil pemotongan dari hal tersebut adalah 1/3 tebal pelat lurus, halus dan mengkilat serta 2/3 dibawahnya nampak bekas retakan, tidak terlihat duri-duri tajam

Jika kita masih belum berpengalaman sebaiknya besar kelonggaran tiap sisi diambil batas terkecilnya, karena jika ternyata kurang besar akan mudah membesar daripada jika terlalu besar.

Disamping itu untuk mendapatkan besar kelonggaran potong satu dapat juga dihitung dengan rumus (P.N. Rao):

$$C = 0,01.t.\sqrt{\tau_{ut}} \dots\dots\dots(2. 25)$$

- C = Besar Clearance Per Sisi
- t = Tebal Plat (mm)
- τ_{ut} = Tegangan Geser Material (kg/mm²)

Besar kelonggaran potong yang dibuat pada pasangan peralatan potong berpengaruh pada hasil potongannya :

- a. Jika kelonggaran potong (clearance) terlalu kecil, akan mengakibatkan:
 1. Radius R lebih kecil jika dibandingkan dengan pemberian kelonggaran potong yang benar.
 2. Geseran ganda terbentuk pada sisi blank.
 3. Sudut retakan B lebih kecil dibandingkan dengan kelonggaran yang benar.
 4. Diperlukan tekanan yang lebih besar untuk pembuatan blank.
- b. Jika kelonggaran potong (clearance) terlalu besar akan mengakibatkan
 1. Radius R lebih besar dibandingkan hasil kelonggaran potong yang benar.

2. geseran D lebih sempit.
 3. Sudut retakan B lebih besar.
 4. Terbentuk duri-duri C pada sisi bawah blank.
- c. Jika *kelonggaran potong (clearance)* tidak merata, dalam arti tidak sama untuk seluruh keliling peralatan potong. Seperti halnya dengan tidak konentrisnya antara punch dan dies dengan penampang bulat, maka berarti pada satu sisi besar kelonggaran potong terlalu kecil dan pada sisi yang lain terlalu besar. Oleh karenanya hal tersebut akan mengakibatkan peralatan potong rusak lebih cepat karena gaya potong untuk sepanjang garis potong tidak sama.

2.11.3 Angular Clearance

Angular clearance adalah clearance di bawah mata pisau dari die dan biasanya dibentuk kerucut. Gunanya adalah untuk memudahkan blank / scrap turun melalui lubang die. *Angular clearance* yang direkomendasikan adalah antara $\frac{1}{4} - 2^{\circ}$ persisi. Untuk die dengan high production biasanya mempunyai sudut clearance $\frac{1}{4}^{\circ}$.

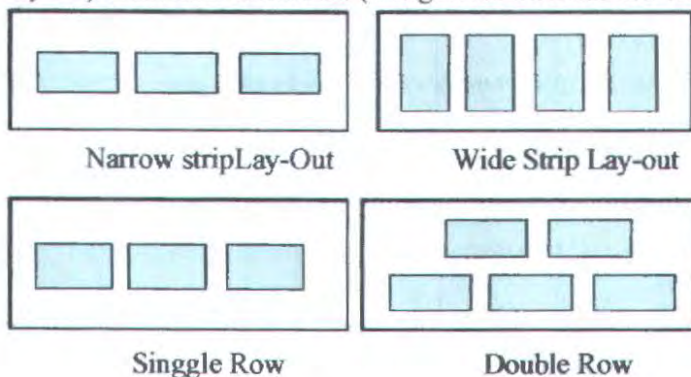
2.12 Strip Layout

Untuk menghasilkan produk yang banyak dengan harga murah, maka penentuan *strip layout* ini sangatlah penting. Cara memasukkan *stock strip* kedalam die, baik dari kanan, kiri atau dari depan maupun belakang, tergantung dari bagaimana cara paling praktis dan mudah untuk dilaksanakan. Material yang akan dikerjakan biasanya berbentuk strip memanjang atau berbentuk rol (*gulungan*). Untuk meletakkan posisi *stock strip* ini juga perlu diperhatikan agar supaya waktu

pengerjaan tidak membuang-buang waktu hanya karena posisi material yang kurang menguntungkan. Disamping itu perlu juga diperhatikan posisi pemotongnya, sehingga setelah pemotongan nantinya tidak banyak material yang terbuang.

2.12.1 Perencanaan Strip Layout

Ada dua cara merencanakan strip, yaitu lay out sistem melebar (*wide run lay out*) dan lay out memanjang (*narrow run lay out*), pada umumnya lay out sistem melebar (*wide run lay out*) akan lebih ekonomis (menghemat material dan waktu).



Gambar 2.7. Macam –macam Strip Lay –out

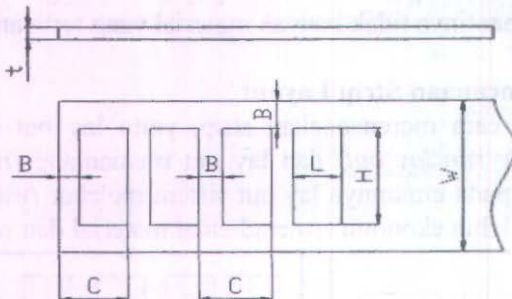
2.12.2 Pengaturan Strip Layout

Untuk mengatur jarak tepi dan jarak antara pada stripe lay out, Wilson mengajukan rekomendasi berupa ilustrasi seperti pada gambar 2.8 Besarnya nilai B dan C ditentukan dengan persamaan berikut ini:

$$B = 1,25 \cdot t, \text{ jika } C < 2,5 \text{ in } \dots\dots(2.26)$$

$$B = 1,50 \cdot t, \text{ jika } C \geq 2,5 \text{ in} \dots\dots(2.27)$$

$$C = L + B \dots\dots\dots(2.28)$$



Gambar 2.8 Jarak tepi dan jarak antara pada strip lay out

Persamaan diatas tidak berlaku untuk tebal material (t) $\leq 0,025$ in. Untuk tebal material (t) $\leq 0,025$ in, maka penentuan jarak tepi dan jarak antara menggunakan tabel di bawah ini.

Tabel 2.3 Tabel jarak tepi dan jarak antara

Lebar Stripe (W) (in)	Dimensi (B) (in)
0 ÷ 3	0,05
3 ÷ 6	0,093
6 ÷ 12	0,125
lebih dari 12	0,156

2.13 Utilitas

Dalam penentuan *Strip Lay out* hendaknya diatur sedemikian rupa agar didapat *Utilitas (tingkat keekonomisan)* yang tinggi dan laju produksi yang tinggi pula. *Utilitas* didefinisikan sebagai perbandingan luasan blank dengan luasan *stock strip* yang diperlukan. Persamaan utilitas adalah sebagai berikut :

$$Um = \frac{Ab}{Am} \times 100\% \dots\dots\dots(2.29)$$

dimana, Ab = Luasan produk
 Am = Luasan stock material

2.14 Gaya Pemotongan

Gaya yang bekerja pada punch adalah gaya akibat pemotongan atau pembentukan pelat strip yang dikerjakan. Adapun proses pemotongan trimming digunakan untuk finishing pada proses *deep drawing*. Agar pemotongan mendapatkan hasil yang baik maka factor yang penting adalah menentukan gaya pemotongan dan besarnya *clearance*. Misalnya akan menentukan pemotongan pelat dengan proses blanking dan piercing dengan D dari *stock strip* dan tebalnya t, Persamaan yang digunakan untuk menghitung besarnya gaya pemotongan pada proses blanking dan piercing yaitu:

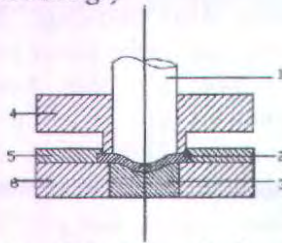
$$F_s = L_s \cdot S \cdot K_s \dots\dots\dots(2.30)$$

Dimana: F_s : Gaya pemotongan(kg)
 L_s : Panjang garis potong(mm)
 S : Tebal pelat(mm)
 K_s : Tahanan potong $\cong 0,82 S_u$ (kg/mm²)

2.14.1 Embossing

Proses *embossing* merupakan proses pembentukan logam berupa tonjolan pada strip dengan menggunakan punch yang rigid, dengan menarik material kerja ke dalam die yang rigid, dengan adanya tekanan dan tegangan yang melampaui tegangan luluhnya pada posisi tepi material yang terjepit pada stripper akan terjadi penipisan yang pada plat (*material*).

Dalam pembuatan profil segitiga yang timbul (*menonjol*) pada Bracket Motor ini digolongkan sebagai proses embossing karena permukaan yang timbul (*kedalaman*) relatif kecil dibandingkan dengan dimensi dari blank. Untuk menganalisanya digunakan persamaan-persamaan pada proses *stretch forming*. Secara skematik proses ini dapat digambarkan sebagai berikut : (*Kurt Lange*)



Gambar 2.9. Proses Embossing

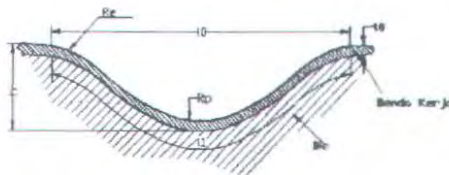
Keterangan :

- | | |
|--------------------|--------------------------|
| 1. Embossing Punch | 4. Blank holder/Stripper |
| 2. Material | 5. Guide stock |
| 3. Die Insert | 6. Die block |

Proses embossing dilakukan dengan meletakkan blank di atas die, kemudian ditekan dengan punch. Ketika punch menekan material dasar yang berupa lembaran plat (*stock strip*) atau blank yang akan dibentuk, maka material atau blank tersebut akan mengalir menuju celah (*space*) antara die dengan punch. Adanya tekanan dan tarikan dari arah yang berlawanan oleh stripper akan menyebabkan lembaran plat menjadi bentuk sesuai dengan bentuk die dan punch.

Saat proses berlangsung maka material bergerak kearah dalam mendekati profile die. Gerakan ini mengakibatkan material mengalami tegangan kompresi tangensial. Deformasi akibat tegangan kompresi tangensial ini cukup besar, sehingga kemungkinan terjadinya retak cukup besar, terjadinya retak tersebut dapat dihindari dengan dibatasinya kedalaman penarikan oleh die.

Bentuk die dan punch sangat penting untuk mengatur bentuk produk. Seluruh permukaan punch dan die bebas dari lekukan, kotoran dan permukaan harus halus, karena akan mempengaruhi bentuk dari produk. Oleh karena itu kepresisian perkakas dan toleransinya sangat diperlukan pada die dan punch.



Gambar 2.10. Penampang Embossing

2.14.2 Gaya Pada Proses Embossing

Gaya proses *embossing* sama dengan gaya *stretch forming* yang dirumuskan oleh *Kurt Lange* (1985) sebagai berikut:

$$F_p = \frac{A_1}{\eta_{def}} \sigma_{f,m} \ln \frac{A_0}{A_1} \dots\dots\dots (2.31)$$

Dimana: A_0 = Luas material semula (mm^2)
 A_1 = Luas material setelah proses (mm^2)
 σ_{fm} = Tegangan alir rata-rata (kg/mm^2)

Tegangan alir rata-rata dapat didekati dengan persamaan Kurt Lange:

$$\sigma_{f,m} = \frac{1}{\varepsilon_2 - \varepsilon_1} \int_{\varepsilon_2}^{\varepsilon_1} \sigma_f(\varepsilon) d\varepsilon \dots\dots\dots (2.32)$$

dimana ε adalah regangan yang terjadi sebenarnya dan σ_f didapat dari persamaan tegangan material dari hasil uji tarik:

$$\sigma_f = k \cdot \varepsilon^n$$

Sehingga didapat persamaan:

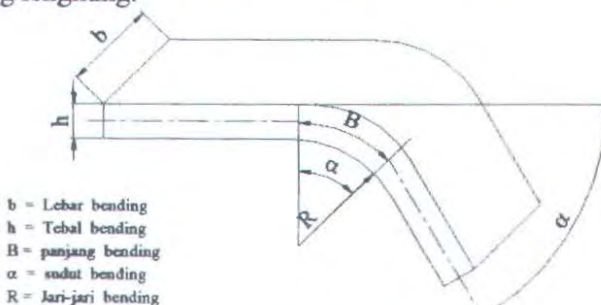
$$\sigma_{f,m} = \frac{k}{\varepsilon_2 - \varepsilon_1} \cdot \frac{1}{n+1} (\varepsilon_2^{n+1} - \varepsilon_1^{n+1}) \dots\dots\dots (2.33)$$

Efisiensi deformasi (η_{def}), ditentukan sebesar 0,5-0,7.

2.14.3 Bending

Bending merupakan proses yang mengubah bentuk-bentuk lurus menjadi lengkungan. Pada proses bending bagian dalam lengkungan terjadi tegangan kompresi sedangkan bagian luar lengkungan mengalami tegangan tarik. Karena tegangan lurur dari logam untuk kompresi lebih besar dari tarikan maka logam pada sisi luar lengkungan akan mengalami

lulus terlebih dahulu, sehingga posisi sumbu netral tidak lagi mempunyai jarak yang sama terhadap kedua permukaan bidang lengkung.



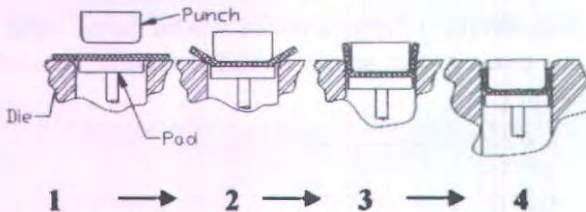
Gambar 2.12 Proses Bending

Persamaan yang digunakan untuk menghitung besarnya gaya pada proses bending yaitu:

$$F_b = \frac{K \cdot L \cdot s \cdot t^2}{W} \dots \dots \dots (2.34)$$

- dimana :
- F_b = gaya bending (kg)
 - K = die opening faktor (0.4-1.0)
 - L = length of the bent part (mm)
 - s = tegangan tarik maksimum (kg/mm^2)
 - t = tebal material (mm)
 - W = lebar antara titik kontak (mm)

Pada proses pembuatan produk Bracket motor maruti proses bending yang direncanakan yaitu proses bending tipe U. Gambar dari proses bending tipe U yaitu sebagai berikut:


Gambar 2.12 U-Bending proses
2.14.3.1 Radius bending minimum

Pada umumnya logam dapat dilengkungkan pada radius di atas minimum radius bending (R_{min}).

Minimum radius bending menyatakan kemampuan logam untuk dapat dilengkungkan tanpa mengalami retak. Menurut Schey radius bending minimum (R_{min}) dapat ditentukan dengan dua kriteria yaitu:

1. Necking

Necking ini menyebabkan pelemahan bagian logam pada daerah bungkukan. Necking terjadi pada saat elongasi serat luar e_t melampaui elongasi uniform material e_u dari uji tarik.

$$e_t = \frac{1}{\left(\frac{2.R}{h}\right) + 1} \leq e_u \dots\dots\dots(2.35)$$

Dimana: R = radius bungkukan(mm)

h = tebal pelat(mm)

e_u dapat dihitung dari: $e_u = (\exp. n) - 1$

2. Fracture atau patah

Fracture ini dapat menyebabkan sobekan pada daerah bungkukan. Persamaan berikut ditentukan

oleh harga reduksi penampang(q) dari hasil uji tarik yaitu sebagai berikut:

a. Untuk material kureang ductile:

$$\frac{R_{min}}{h} = \frac{1}{2.\psi} - 1\psi \text{ untuk } \psi < 0,2.....(2.36)$$

b. Untuk material ductile:

$$\frac{R_{min}}{h} = \frac{(1-\psi)^2}{2.\psi - \psi^2} \text{ untuk } \psi > 0,2.....(2.37)$$

2.14.3.2 Spring back

Spring back merupakan perubahan dimensi dari produk yang dibentuk setelah beban yang bekerja dihilangkan. Hal ini terjadi karena adanya tegangan elastis pada material. Karena tegangan ini maka material akan mengalami spring back sehingga sudut lengkungan dan jari-jarinya menjadi lebih besar. Besarnya spring back dapat diestimasikan menurut persamaan berikut ini:

$$\frac{R_o}{R_f} = 4 \left(\frac{R_o \sigma}{h.E} \right)^3 - 3 \left(\frac{R_o \sigma}{h.E} \right) + 1.....(2.38)$$

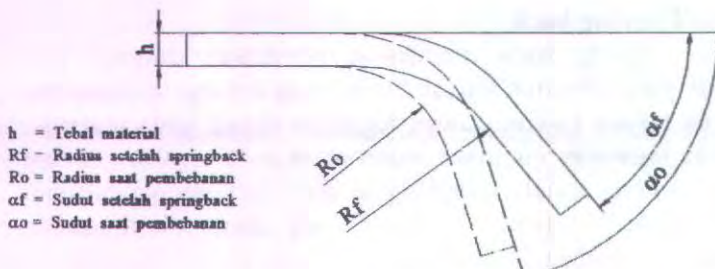
Spring back ratio yaitu:

$$K = \frac{\alpha_f}{\alpha_o} = \frac{R_o + \frac{1}{2}.h}{R_f + \frac{1}{2}.h}(2.39)$$

Menurut Schey yang dimaksud σ adalah $\sigma_0,2$. Jika panjang sumbu netral tidak berubah α_f dapat dicari (dalam radian) dari:

$$\alpha_f \cdot (R_f + \frac{1}{2} \cdot h) = (R_o + \frac{1}{2} \cdot h) \cdot \alpha_o \dots \dots (2.40)$$

Pada proses bending untuk mengatasi hal tersebut digunakan kompensasi dengan memberikan radius bending yang lebih kecil dari yang diinginkan, sehingga ketika terjadi springback bagian tersebut masih mempunyai radius yang tetap sesuai yang diinginkan.



Gambar 2.13 Spring back pada bending

2.14.3.4 Menghitung ukuran blank

Ukuran blank memegang peranan yang penting guna didapatkan produk hasil bending yang tepat, sehingga tidak dilakukan proses tambahan (cutting) akibat kelebihan material. Ada dua metode yang digunakan dalam menentukan panjang material sebelum dibending menurut Ronald A. Wash (Machining and Metalworking Handbook) yaitu:

1. Metode bend deduction atau setback

Panjang dari material sebelum bending dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini:

$$L = a + b - \text{setback} \dots \dots \dots (2.41)$$

Dimana:

$$\text{Bend deduction (setback)} = \left(2 \tan \frac{1}{2} A\right) (R+T)(B.A) \dots \dots \dots (2.42)$$

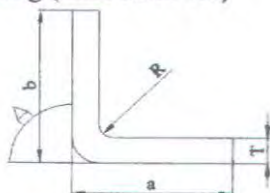
$$\text{Bend allowance (B.A)} = C \left(R + \frac{T}{4} \right) \dots \dots \dots (2.43)$$

A = sudut bending

T = tebal material

R = radius dalam bending

C = konstanta, berdasarkan sudut bending (lihat table 2.4)



Gambar 2.14 Cara menghitung ukuran blank dengan metode setback

Tabel 2. 4 Faktor Konstanta Bend Allowance

Angle (A°)	Konstanta (C)
10 sec	0.0029
30 sec	0.0087
1	0.0175
2	0.0349
3	0.0524
4	0.0698

5	0.0873
10	0.1745
15	0.2618
20	0.3491
25	0.4363
30	0.5236
35	0.6109
40	0.6981
45	0.7854
50	0.8728
55	0.9599
60	1.0472
65	1.1345
70	1.2217
75	1.309
80	1.3963
85	1.4835
90	1.5708

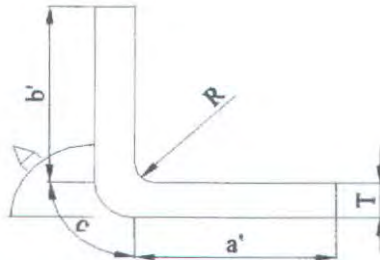
(Ivana Suchy, Handbook of Die Design)

2. Metode bend allowance

Panjang pembendungan / bend allowance adalah panjang dari material yang akan berada dalam daerah lengkungan. Panjang pembendungan ini tergantung pada sudut bending, radius bending dan ketebalan material. Hal ini diperlukan untuk menentukan panjang material yang dibutuhkan untuk membuat produk yang terkadang lebih pendek dari produk bending. Panjang dari material sebelum bending dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini:

$$L = a' + b' + c \dots \dots \dots (2.44)$$

Dimana: c = bend allowance



Gambar 2.15 Cara menghitung ukuran blank dengan metode bend allowance

2.15 Radius Punch dan Die

Perhitungan radius die tergantung dari ukuran serta tebal material yang akan diproduksi. Dimana untuk mendapatkan gaya embossing yang rendah dan untuk memudahkan terjadi tegangan alir material, maka dianjurkan menggunakan radius die yang cukup memadai. Untuk menentukan radius dari punch dan die harus mempertimbangkan beberapa kriteria sebagai berikut :

- ◆ Sampai seberapa besar plat dapat dibengkokan (*radius*) minimum
- ◆ Radius punch dan die tidak boleh terlalu besar atau terlalu kecil, untuk itu perlu ukuran radius punch dan die yang ideal agar kemungkinan terjadinya cacat dapat dihindari.

Radius die apabila terlalu besar akan mengakibatkan kerutan pada daerah radius die karena flange

pada radius die tidak kontak dengan blank holder. Bila radius die terlalu kecil akan mengakibatkan keretakan pada daerah tersebut oleh karena itu *Oehler dan Kaiser* memberikan harga radius seperti pada persamaan dibawah ini :

$$r_D = 0.035[50 + (d_0 - d_1)]\sqrt{t} \dots\dots\dots(2.45)$$

dimana, r_D = Radius die (mm)

d_0 = Keliling awal (mm)

d_1 = Keliling setelah proses (mm)

t = Tebal stock strip material (mm)

Sedangkan radius punch harus lebih besar atau sama dengan radius die.

2.16 Data Hasil Perencanaan Sebelumnya

2.16.1 Perhitungan Perencanaan Komponen Perkakas Tekan

Perhitungan hasil perencanaan sebelumnya digunakan untuk perbandingan atau sebagai koreksi dengan perhitungan yang dilakukan dalam perencanaan komponen perkakas tekan untuk produk Bracket Motor FE ini.

Sebagai perbandingan dalam perencanaan ini diambil data-data hasil perencanaan yang telah dilakukan oleh :

1. **RAHMAD HARIADI (2197 100 036)** "*Perencanaan piercing blanking dies untuk produk support speaker YAMAHA V690*". Pembuatan produk Support Speaker V 690 ini dibagi menjadi beberapa urutan proses pembentukan yaitu piercing, blanking, burring, dan bending serta dibagi dalam tiga tahap. Tahap pertama terdiri dari proses piercing dan blanking, tahap kedua proses burring dan mencetak nomor seri sedangkan

tahap ketiga proses bending. Besarnya gaya untuk tahap pertama yaitu 22,47 ton, tahap kedua sebesar 0,781 ton dan tahap ketiga sebesar 0,401 ton. Yang direncanakan hanya untuk tahap pertama yaitu piercing blanking dies dengan jenis progressive dies. Besarnya clearance yaitu 0,054 mm. Gaya mesin yang dibutuhkan sebesar 23,39 ton.



Gambar 2.16 Support Speaker YAMAHA V690

2. ANANDA SUJATMIKO (2199 100 505)
"Perencanaan matras pierching blanking support speaker V560 dengan sistem transfer semi otomatis di PT. INDOPRIMA".



Gambar 2.18 Support Speaker V560

Dalam pembuatan komponen ini akan melalui beberapa tahapan proses pemotongan maupun pembentukan yaitu tahap piercing blanking dengan penggunaan progressive

dies dan proses burring, bending dengan individual dies. Material produk berupa plat SPCC Galvanize ketebalan 1 mm.

3. **ARDIAN ADHIE PRASETYO (2100 109 010)**
“Perencanaan dan pembuatan embossing single dies untuk produk bracket motor FE”.

Press tool yang digunakan dalam pembuatan Bracket Motor FE ini type single atau individual dies untuk masing-masing prosesnya yaitu *blanking, embossing, bending dan piercing*. Sedangkan matres yang dibuat hanya untuk matres pada proses embossing saja. Kapasitas mesin yang digunakan adalah 90 ton dengan panjang stroke 300 mm. Gaya total prosesnya untuk proses blanking adalah 48,92 Ton, untuk proses embossing adalah 58,57 Ton, untuk proses bending adalah 19,82 Ton dan untuk proses piercing adalah 26,62 Ton. Material produk yang digunakan adalah SPCC 1,6 mm.



Gambar 2.18 Produk Bracket Motor FE

Dari review diatas dapat terlihat bahwasanya bentuk produk bracket Motor Maruti lebih rumit dan kompleks, sehingga mempengaruhi tingkat kerumitan analisa, material yang digunakan adalah SECC 1,2 mm. Untuk produk bracket motor maruti prosesnya yang digunakan adalah: blanking, piercing-1, embossing-bending dan piercing-2. Sedangkan matres yang dibuat adalah pada tahap ke-3 yaitu untuk proses Bending-embossing saja.

BAB III UJI TARIK MATERIAL

3.1 Pengujian Kekuatan Material

Kekuatan tarik merupakan sifat mekanik logam yang penting, terutama untuk mengerjakan konstruksi maupun pengerjaan logam tersebut. Kekuatan tarik suatu material dapat diketahui dengan melakukan suatu uji tarik pada material yang bersangkutan. Dari hasil uji tarik tersebut akan diketahui sifat-sifat mekanik logam antara lain : kekuatan lulur, perpanjangan, kekuatan tarik maksimum, reduksi luas penampang dan lain-lain.

3.2 Material Uji Tarik

Material yang akan diuji tarik adalah material SECC berupa sheet metal atau lembaran pelat dengan ukuran tertentu dan ketebalan 1.2 mm. Uji tarik dilakukan pada suhu kamar 30°C di Laboratorium Metallurgi Teknik Mesin ITS pada tanggal 04 Agustus 2007

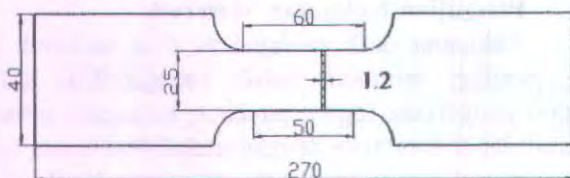


Gambar 3. 1 Material Uji Tarik

3.3 Standar Pengujian

Pengujian yang dilakukan adalah pengujian tarik terhadap plat metal dengan tebal 1,2 mm dan standar uji

yang digunakan adalah JIS Z 2201 dengan standar specimen JIS Z 2201 nomor 5. Pengujian material dilakukan di Laboratorium Metalurgi Teknik Mesin ITS.



Gambar 3.2 Dimensi Material Uji Tarik

Untuk mendapatkan gambaran sifat kehomogenan material dan efek dari anisotropi material (perbedaan sifat/properties dari material pada bagian/arah yang berbeda walaupun masih dalam material yang sama), maka dilakukan pengambilan material dalam tiga arah, yaitu searah dengan pengerolan, miring terhadap arah pengerolan, dan melintang terhadap arah pengerolan. Pengujian dilakukan terhadap dua specimen pada masing-masing posisi.

3.4 Hasil Pengujian Tarik

Dari hasil uji tarik terhadap 3 spesimen uji pada arah pengambilan spesimen yang berbeda, dimana posisi :

1. membujur (searah pengerolan)
2. menyilang (arah 45° pengerolan)
3. melintang (tegak lurus arah pengerolan)



Gambar 3.3. Arah Pengambilan Specimen
maka didapatkan data hasil pengujian sebagaimana yang tercantum dalam tabel berikut ini

Tabel 3.1. Hasil Pengujian Material

No	Data	Posisi 0°	Posisi 45°	Posisi 90°
1	Tebal Specimen (mm)	1.2	1.2	1.2
2	Luas Penampang (mm ²)	30	30	30
3	Gauge Length (mm)	50	50	50
4	Panjang Specimen (mm)	270	270	270
5	Beban Luluh (KN)	8.31	9.9	9.3
6	Beban Maksimum (KN)	11.5	11.85	11.85
7	ΔL saat patah (mm)	16.8	12.8	16.1
8	Tebal setelah patah (mm)	0.78	0.8	0.83
9	Lebar setelah patah (mm)	17.7	20.1	18.9
10	Panjang setelah patah (mm)	66.8	62.8	66.1

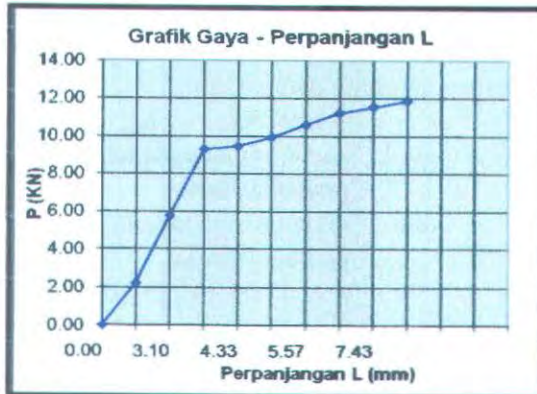
Dari tabel Hasil Pengujian Material diatas maka akan kita dapatkan tabel Data Gaya Perpanjangan ΔL sebagaimana berikut ini :

Tabel 3. 2 Data Gaya Perpanjangan ΔL

NO	P (KN)	ΔL (mm)
1	0	0
2	2.24	1.86
3	5.76	3.10
4	9.29	3.72
5	9.45	4.33
6	9.93	4.95
7	10.57	5.57
8	11.21	6.81
9	11.53	7.43
10	11.85	10.53

Data di atas adalah hasil uji tarik pada specimen no. 3 pada posisi 90° , data ini yang akan digunakan dalam perhitungan dikarenakan memiliki beban maksimum paling besar, sehingga tentunya akan lebih aman untuk perhitungan perencanaan matras.

Dari tabel Data Gaya Perpanjangan ΔL diatas maka didapatlah grafik sebagaimana berikut ini :



Tabel 3. 3 Data Tegangan- Regangan Teknik

NO	P (Kg)	ΔL (mm)	σ_t (kg/mm ²)	ϵ_t (mm/mm)
1	0	0	0	0
2	228.53	1.86	7.62	0.04
3	587.65	3.10	19.59	0.06
4	946.77	3.72	31.56	0.07
5	963.10	4.33	32.10	0.09
6	1012.07	4.95	33.74	0.10
7	1077.36	5.57	35.91	0.11
8	1142.66	6.81	38.09	0.14
9	1175.30	7.43	39.18	0.15
10	1207.95	10.53	40.27	0.21

Contoh perhitungan untuk mendapatkan harga-harga σ dan ϵ dalam tabel diatas adalah sebagai berikut :

Contoh perhitungan untuk data no. 10 :

$$P = 11.85 \text{ KN} = 1207.95 \text{ Kg}$$

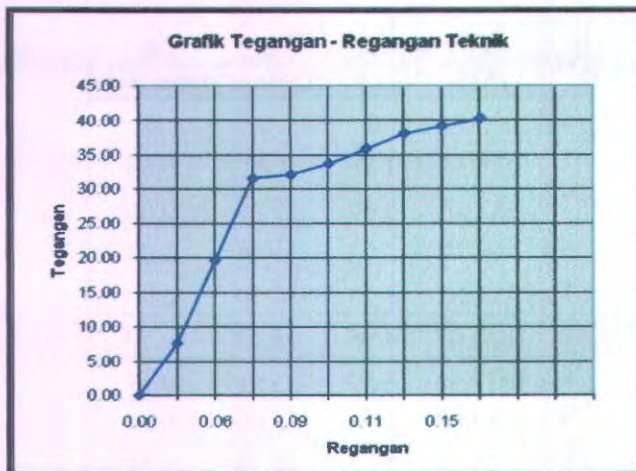
$$A_0 = 30 \text{ mm}^2, \text{ dapat dilihat pada tabel data pengujian tarik}$$

$$L_0 = 50 \text{ mm, dapat dilihat pada tabel data pengujian tarik}$$

$$\sigma_i = P / A_0 = 1207.95 / 30 = 40.27 \text{ Kg/mm}^2$$

$$\epsilon_i = (\Delta L / L_0) \times 100 \% = (10.53 / 50) \times 100 \% = 21.06 \%$$

Dari tabel Data Tegangan Regangan Teknik diatas maka didapatlah Grafik sebagaimana berikut ini :



Gambar 3. 5 Grafik Tegangan-Regangan Teknik

Dari grafik tegangan-regangan teknik didapat :

Kekuatan Tarik Maksimum (σ_u): 40.27 Kg/mm²

SECC / Wrought steel : $\tau_g = 0.82 \sigma_u$

(Machine Design, Aaron D Deutschman hal 89)

Kekuatan Geser Maks (τ_g) : 0,82 x Su

: 0,82 x 40.27

: 33.02 Kg/mm²

Yield Strength (σ_y) : 32.10 Kg/mm²

Elongation (ϵ) : $\frac{16.1}{50} \times 100\%$

: 32.2 %

Reduksi Penampang (ψ) : $\frac{30 - 15.69}{30} \times 100\%$

: 47.7 %

Tebal : 1.2 mm



Pada umumnya diagram tegangan – regangan teknik sudah cukup untuk keperluan teknik (engineering). Untuk analisa yang lebih teliti, dibutuhkan diagram tegangan regangan sebenarnya dengan menghitung kondisi sebenarnya.

Maka dari tabel Data Tegangan Regangan Teknik diatas, didapatkan tabel Data Tegangan Regangan Sebenarnya sebagaimana berikut ini :

No	P (Kg)	ΔL (mm)	σ_t (Kg/mm ²)	ϵ_t (mm/mm)	σ_s (Kg/mm ²)	ϵ_s (mm/mm)
1	0	0	0	0	0	0
2	228.53	1.86	7.62	0.04	7.90	0.04
3	587.65	3.10	19.59	0.06	20.80	0.06
4	946.77	3.72	31.56	0.07	33.90	0.07
5	963.10	4.33	32.10	0.09	34.89	0.08
6	1012.07	4.95	33.74	0.10	37.08	0.09
7	1077.36	5.57	35.91	0.11	39.91	0.11
8	1142.66	6.81	38.09	0.14	43.28	0.13
9	1175.30	7.43	39.18	0.15	45.00	0.14
10	1207.95	10.53	40.27	0.21	48.74	0.19

Tabel 3. 3 Data Tegangan- Regangan Sebenarnya

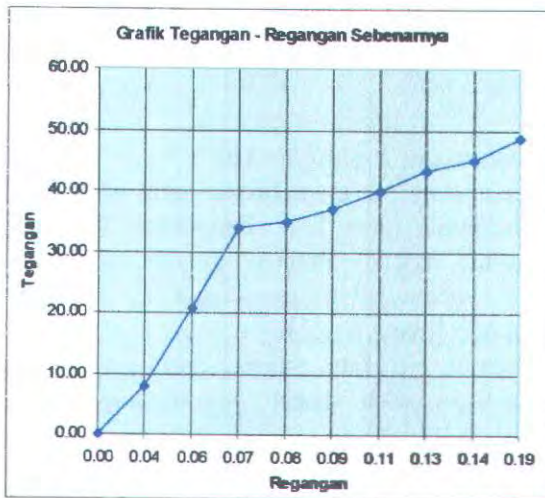
Contoh perhitungan untuk mendapatkan harga-harga σ_s dan ϵ_s dalam tabel diatas adalah sebagai berikut :

Contoh perhitungan untuk $\sigma_s = 48.74 \text{ Kg/mm}^2$ dan $\epsilon_s = 0,19$

$$\begin{aligned}\sigma_s &= \sigma_t (1 + \epsilon_t) \\ &= 40.27 (1 + 0.21) = 48.74 \text{ kg/mm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\epsilon_s &= \ln (1 + \epsilon_t) \\ &= \ln (1 + 0.21) = 0,1906\end{aligned}$$

Dari tabel Data Tegangan Regangan Sebenarnya diatas
maka didapatkan Grafik sebagaimana berikut ini :



Gambar 3. 6 Garafik Tegangan-Regangan Sebenarnya

Dari grafik tegangan-regangan sebenarnya didapat :

Kekuatan Tarik Maksimum (σ_u): 48.74 Kg/mm²

SECC / Wrought steel : $\tau_g = 0.82 \sigma_u$

(Machine Design, Aaron D Deutschman hal 89)

Kekuatan Geser Maks (τ_g) : $0.82 \times \sigma_u$

: 0.82×48.74

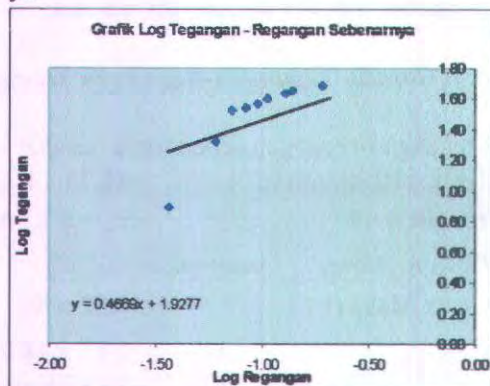
: 39.97 Kg/mm²

Yield Strength (σ_y) : 33.90 Kg/mm²

Elongation (ϵ)	:	$\frac{16.1}{50} \times 100\%$
	:	32.2 %
Reduksi Penampang (ψ)	:	$\frac{30 - 15.69}{30} \times 100\%$
	:	47.7 %
Tebal	:	1.2 mm

3.5 Persamaan Tegangan Alir

Persamaan ini menjelaskan sifat aliran material akibat bekerjanya gaya luar. Persamaan empirik yang sering dipakai adalah dengan pendekatan persamaan *Ludwik - Hallomon* (persamaan 2. 8). Dengan pendekatan persamaan linier $\log \sigma_f = \log K + n \log \epsilon$, besar K dan n ditentukan melalui estimasi dari persamaan regresi yang dihasilkan oleh grafik log tegangan regangan sebenarnya.



Gambar 3. 7 Grafik LOG Tegangan-Regangan Sebenarnya

Dari grafik diatas didapatkan persamaan regresi linier $Y = 0.4669x + 1.9277$ atau $Y = 1.9277 + 0.4669x$ kemudian dengan operasi logaritma didapatkan $\log \sigma = \log K + n \log \epsilon$.

$$\log \sigma = \log^{-1} 1.9277 + 0.4669 \log \epsilon$$

$$\sigma = 84.66 + 0.4669 \log \epsilon$$

Persamaan tegangan alir yang terbentuk adalah :

$$\sigma = K \epsilon^n$$

$$\sigma = 84.66 \cdot \epsilon^{0.47}$$

sehingga diperoleh harga $K = 84.66 \text{ Kg/mm}^2$ dan $n = 0,47$.

BAB IV URUTAN PROSES Pengerjaan

4.1 Tinjauan Produk

Press tool yang akan direncanakan adalah presstools untuk produk Bracket Motor Maruti pada proses embossing-bending saja. Bracket Motor tersebut dikerjakan dengan menggunakan Compound Dies, sedangkan untuk keseluruhan proses yang direncanakan akan mengalami proses blanking, piercing, embossing-bending dan piercing.

4.1.1 Bahan Produk

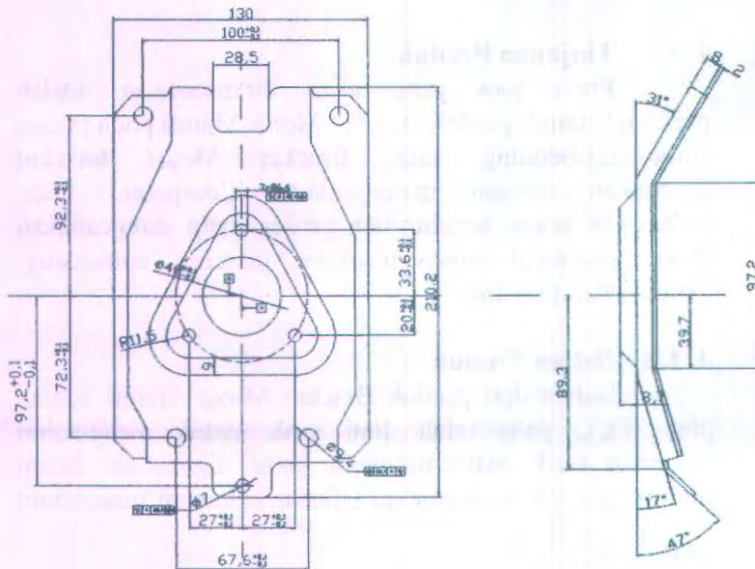
Bahan dari produk Bracket Motor Maruti adalah plat SECC yang telah diuji tarik, untuk mengetahui kekuatan tarik maksimumnya yang digunakan dalam perhitungan perencanaan ini. Besar kekuatan maksimum

adalah $48,74 \frac{kg}{mm^2}$.

4.1.2 Manfaat Produk

Manfaat Bracket Motor ini adalah sebagaiudukan motor wiper pada mobil Mitsubishi Fuso jenis pick up dan truck engkle type terbaru yang berada didalam dashboard.

4. 1. 2 Bentuk dan Dimensi Produk



Gambar 4. 1 Dimensi Produk

4. 2 Tahapan Proses

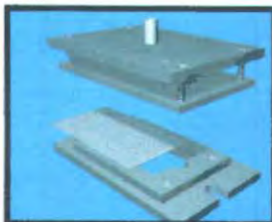
Pembuatan Bracket ini terdiri dari beberapa proses yaitu penentuan strip lay-outnya. Selanjutnya strip material dikenakan proses blanking kemudian piercing, setelah itu baru dilakukan proses embossing-bending untuk pembuatan profil segitiga dan profil miringnya, dan

selanjutnya proses piercing untuk membuat lubang pada profil segitiga hasil emboss.

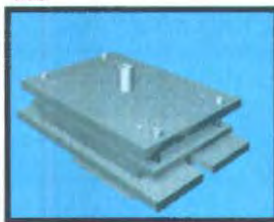
4. 2. 1 Urutan proses pembuatan produk

Sesuai dengan bentuk dan dimensi dari produk yang akan dibuat , maka urutan proses pembuatan produk yang dapat dijelaskan seperti gambar :

1.a



1.b



1.c



2.a



2.b



2.c



3.a



3.b



3.c



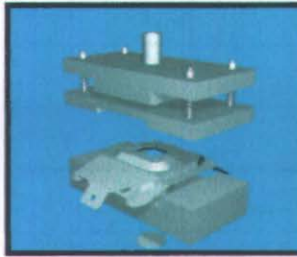
4.a



4.b



4.c



Gambar 4. 2 Urutan Proses Pembuatan Produk

Keterangan :

Gambar (1.a – 1.c) merupakan *proses blanking* untuk produk Bracket Motor Maruti, adapun prosesnya adalah :

1. Material benda kerja masuk pada matras
2. Material benda kerja siap pada matras untuk dikenai tekanan
3. Material benda kerja dikenai tekanan oleh matras dari atas
4. Tekanan dihilangkan, benda kerja setelah terpotong jatuh ke bawah melalui lubang die dan menghasilkan produk setengah jadi berupa blank Bracket Motor Maruti

Gambar (2.a – 2.c) merupakan proses kedua yaitu *piercing-1* untuk melubangi hasil dari proses blanking, adapun prosesnya adalah:

5. Material blank benda kerja hasil proses 1 masuk pada matras
6. Material blank benda kerja siap pada matras untuk dikenai tekanan
7. Material blank benda kerja dikenai tekanan oleh matras dari atas
8. Tekanan dihilangkan, scrap terdorong jatuh ke bawah melalui lubang die, dan terbentuklah lubang - lubang pada permukaan bracket motor Maruti

Gambar (3.a – 3.c) merupakan proses ketiga yaitu *proses embossing-bending* untuk produk Bracket Motor Maruti yang akan dibuat matrasnya, adapun prosesnya adalah :

9. Material Blanking-piercing benda kerja hasil proses 1 & 2 masuk pada matras
10. Material Blanking-piercing benda kerja siap pada matras untuk dikenai tekanan

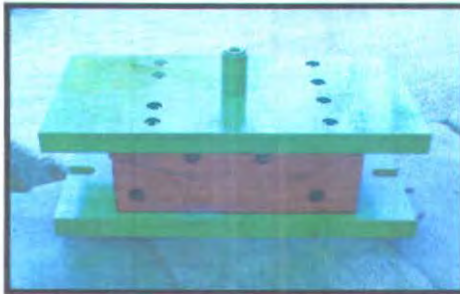
11. Material Blanking-piercing benda kerja dikenai tekanan oleh matras dari atas
12. Tekanan dihilangkan, benda kerja setelah di proses emboss dan bending maka terbentuklah profil dan kontur pada permukaan bracket motor Maruti seperti pada gambar diatas.

Gambar (4.a – 4.c) merupakan proses terakhir yaitu *piercing-2* untuk mendapatkan bentuk akhir dari produk Bracket Motor Maruti sesuai yang kita inginkan, adapun prosesnya adalah:

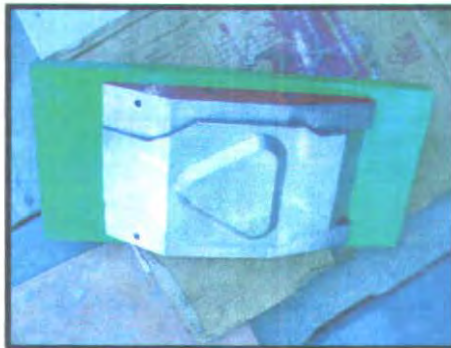
13. Material Embossing-Bending benda kerja hasil proses 3 masuk pada matras
14. Material Embossing-Bending benda kerja siap pada matras untuk dikenai tekanan
15. Material Embossing-Bending benda kerja dikenai tekanan oleh matras dari atas
16. Tekanan dihilangkan, scrap terdorong jatuh ke bawah melalui lubang die, dan terbentuklah lubang - lubang pada area segitiga di permukaan bracket. Dan terbentuklah produk jadi Bracket Motor Maruti



4.3 Matres Proses Embossing-bending



Gambar 4.3 Matres Proses Embossing-bending

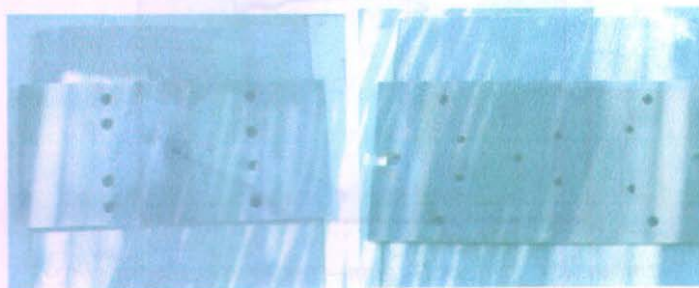


Gambar 4.4 Matres Bagian Atas Proses Embossing-bending

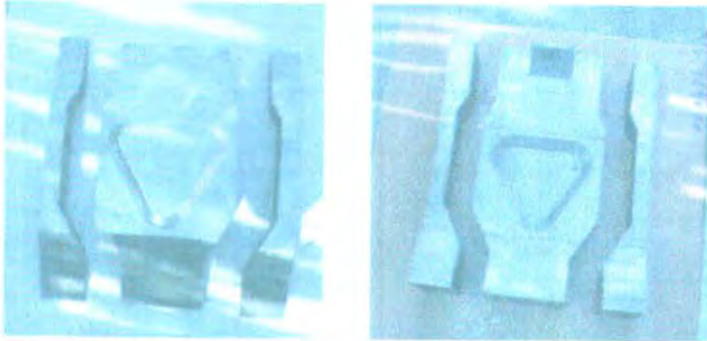


Gambar 4. 5 Matras Bagian Bawah Proses Embossing-bending

Adapun komponen matras dari press tools untuk pembuatan Bracket motor Maruti pada proses embossing-bending adalah sebagai berikut :



Gambar 4. 6 Top plate dan Bottom plate



Gambar 4.7 Forming Atas dan Forming Bawah

BAB V PERENCANAAN PERHITUNGAN

5.1 STRIP LAYOUT

Produksi massal dalam perencanaan dalam press tool merupakan salah satu faktor yang besar pengaruhnya terhadap harga satuan produk. Untuk dapat menghemat material, langkah-langkah yang perlu diperhatikan adalah :

- Memperhatikan jarak antara blanking yang satu dengan blanking yang lain.
- Mengatur strip layout dari material yang dipotong dengan seefisien mungkin.
- Perbandingan antara luasan total material yang terpotong (blanking) dengan luasan mula-mula (utilitas) perlu juga diperhatikan.

Atau dapat ditulis :

$$U_m = \frac{A_b}{A_m} = \frac{A_{tot}}{A_{awal}} \times 100 \%$$

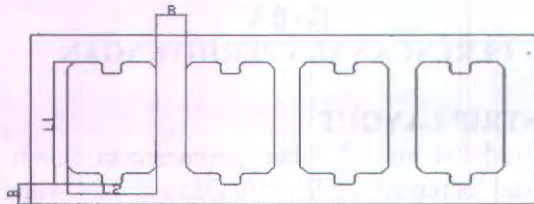
Dimana :

U_m = Utilitas (%)

U_b = Luasan Material total sebelum dipotong
(mm^2)

A_m = Luasan Material bawah (mm^2)

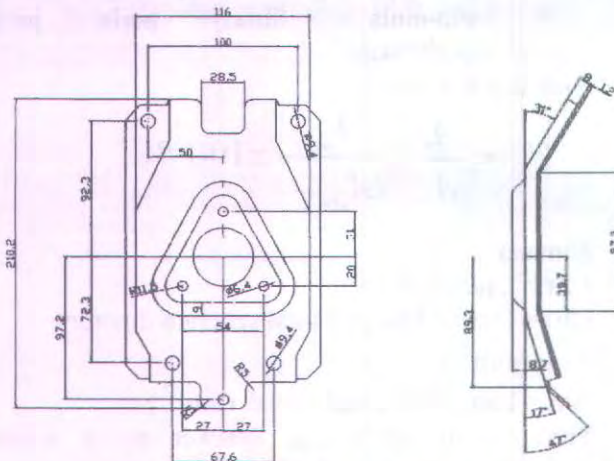
Strip layout pembuatan Bracket motor wiper maruti seperti digambarkan berikut ini.:



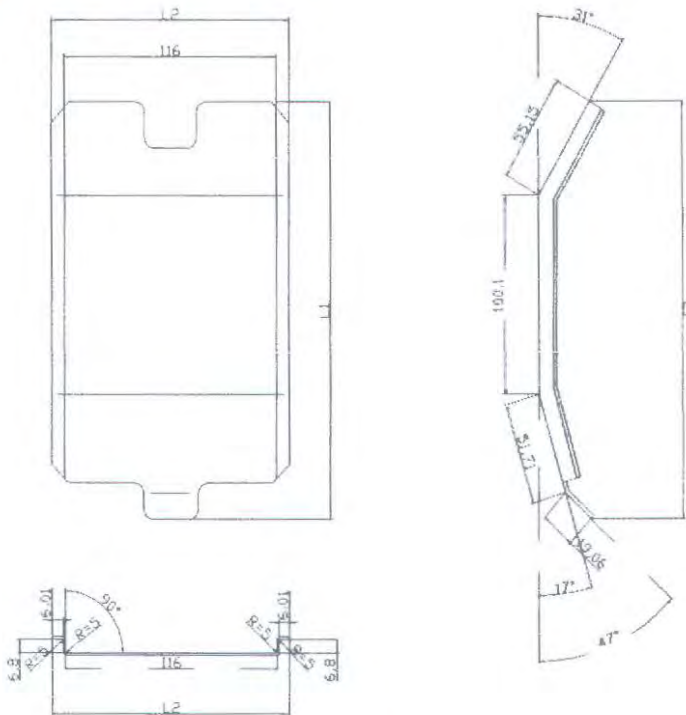
Gambar 5.1 Strip Lay-out

5.1.1 Perhitungan Blank

Perhitungan blank untuk produk bracket motor marutti lebih mudah menggunakan metode bend deduction atau set back. Berikut ini gambar geometri dari produk jadi dan bentangan produk bracket motor marutti :



Gambar 5.2 Geometri dari bentuk produk jadi



Gambar 5.3 Bentangan Produk

Dari gambar 5.3 dapat dilihat bahwa ukuran yang belum diketahui yaitu bentangan produk sebelum di kenai proses bending yaitu L1 & L2. Pada gambar 5.2 dapat dilihat ukuran dari produk yang sudah mengalami proses bending sehingga perlu diketahui ukuran bentangan produk(blank). Ukuran bentangan produk(blank)

diperlukan untuk menentukan dimensi dari punch dan die pada proses blanking. Karena menggunakan metode bend deduction, maka untuk menghitung ukuran blank menggunakan persamaan 2.47 yaitu:

$$L = a + b + BA$$

Sedangkan untuk mencari besarnya Bending Allowance adalah sebagai berikut :

Diketahui: $T = 1.2 \text{ mm}$

C - konstanta, berdasarkan sudut bending (lihat table 2.4)

$R = R_{\min}$ dihitung dengan menggunakan persamaan 2.38 yaitu:

$$e_t = \frac{1}{\left(\frac{2.R}{h}\right) + 1} \leq e_u$$

(Kalpakjian S : *Manufacturing Engineering and Technology*, Prentice Hall, New Jersey, 1958)

Dimana: $h = 1.2 \text{ mm}$

$$e_u = (\exp. n) - 1$$

$$= (\exp 0,47) - 1 = 0.599$$

Sehingga:

$$\frac{1}{\left(\frac{2.R}{1,2}\right)+1} \leq 0.599$$

didapat $R = R_{\min} = 0.401$ mm diambil
 R_{\min} sebesar 0.5 mm

Untuk $A=90^{\circ}$ $C=1.5708$ pada L_2

$$\begin{aligned} \text{Bend allowance (B.A)} &= C \left(R + \frac{T}{4} \right) \\ &= 1.5708 \left(0,5 + \frac{1.2}{4} \right) \\ &= 1.26 \text{ mm} \end{aligned}$$

Untuk $A=47^{\circ}$ $C=0.8203$ pada L_1

$$\begin{aligned} \text{Bend allowance (B.A}_1) &= C \left(R + \frac{T}{4} \right) \\ &= 0.8203 \left(0,5 + \frac{1.2}{4} \right) \\ &= 0.66 \text{ mm} \end{aligned}$$

Untuk $A=17^{\circ}$ $C=0.2967$ pada L_1

$$\text{Bend allowance (B.A}_2) = C \left(R + \frac{T}{4} \right)$$

$$= 0.2967 \left(0,5 + \frac{1.2}{4} \right)$$

$$= 0.24 \text{ mm}$$

Untuk $A=31^\circ$ $C=0.5411$ pada L_1

$$\text{Bend allowance (B.A}_3) = C \left(R + \frac{T}{4} \right)$$

$$= 0.5411 \left(0,5 + \frac{1.2}{4} \right)$$

$$= 0.43 \text{ mm}$$

- Untuk L_1

Dimana: $a = 19.06 \text{ mm}$ $c = 100.1 \text{ mm}$

$b = 51.71 \text{ mm}$ $d = 55.15 \text{ mm}$

Sehingga: $L_1 = (a+b+c+d+ B.A_1+ B.A_2+ B.A_3)$
 $= 227.35 \text{ mm}$

- Untuk L_2

Dimana: $a = 6.01 \text{ mm}$ $c = 116 \text{ mm}$ e

$= 6.01 \text{ mm}$

$b = 6.8 \text{ mm}$ $d = 6.8 \text{ mm}$

Sehingga: $L_2 = (a+b+c+d+e+(BA \times 4))$
 $= 146.66 \text{ mm}$

5.1.2 Menentukan Jarak Tepi (H) Dan Jarak Antara (B)

Ketebalan produk (T) adalah 1.2 mm atau lebih dari 0.025 in, maka untuk menentukan jarak tepi dan jarak

antara (B) menggunakan persamaan 2.26 atau 2.27 dan 2.8 yaitu sebagai berikut:

$$T = 1.2 \text{ mm}$$

$$B = 1.50 \times t$$

$$= 1.50 \times 1.2 = 1.8 \text{ mm (minimum)}$$

selanjutnya diambil 5 mm

$$L = 146.66 \text{ mm}$$

$$C = L + B$$

$$= 146.66 + 5 = 151.66 \text{ mm}$$

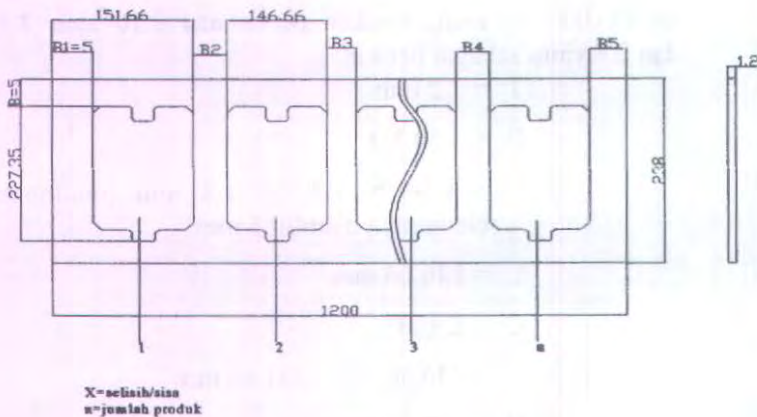
$$H = 227.35 \text{ mm}$$

$$W = H + 2.B$$

$$= 227.35 + 2.5 = 237.35 \text{ mm (minimum)}$$

selanjutnya diambil 238 mm

- Ukuran strip lay outnya yaitu
 - Panjang strip lay out = 1200 mm
 - Lebar strip lay out = 238 mm



Gambar 5.4 Perhitungan Strip Lay-out

Dari gambar di atas dapat kita hitung jumlah produk dalam satu lay-out, yaitu : dalam satu layout misal ada n blank , maka jumlah B adalah $n+1$. X adalah sisa atau selisih.

$$1200 - (n+1)B = n(\text{lebar produk})$$

diketahui lebar produk = 146.66 mm

$$1200 - (n+1)5 = n(146.66)$$

$$1200 - 5n - 5 = 146.66 n$$

$$151.66n = 1195$$

$$n = 7.87 \approx 7 \text{ piece.}$$

$$1200 - n(\text{lebar produk}) - (n+1) B = X$$

$$X = 1200 - (7 \times 146.66) - (8 \times 5)$$

$$= 1200 - 1026.62 - 40$$

$$= 128.38 \text{ mm (sisa).}$$

5.1.3 UTILITAS

Utilitas merupakan pengaturan dan pemakaian stock strip agar lebih mudah & ekonomis .

$$U_m = \frac{A_b}{A_m} = \frac{A_{tot}}{A_{awal}} \times 100 \%$$

Dari program Auto Cad 2002 didapat luasan produk yaitu. 24077.6513 mm²

Maka utilitas dari produk adalah :

Dari perencanaan strip lay out di atas , maka utilitas yang diperoleh yaitu:

$$U_m = \frac{A_b}{A_m} \times 100 \%$$

Dimana:

$$\begin{aligned} A_m &= \text{Luasan material sebelum terpotong} \\ &= 238 \times 1200 = 285600 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$A_b = \text{Luasan blank (didapat dari Auto Cad 2002)}$$

$$\begin{aligned} &= 24077.6513 \text{ mm}^2 \times 7 \text{ buah} \\ &= 168543.5591 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jadi:

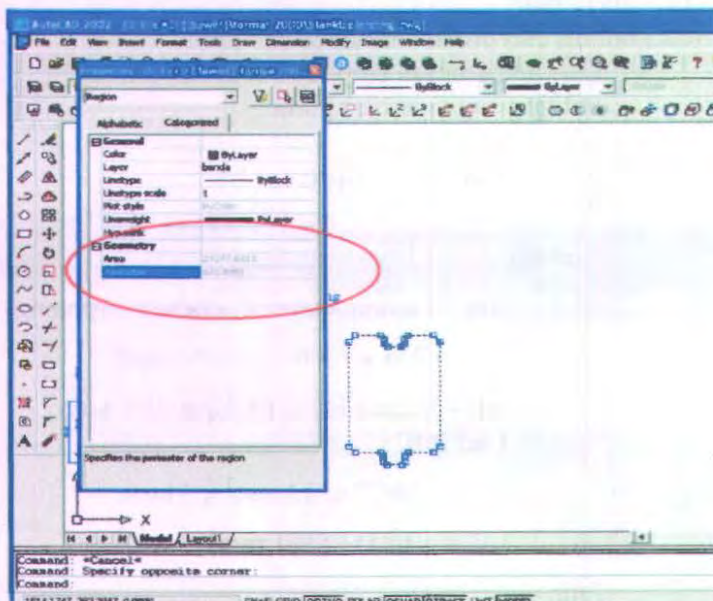
$$\begin{aligned} U_m &= \frac{168543.5591}{285600} \times 100\% \\ &= 59.01\% \end{aligned}$$

5.2 PENGHITUNGAN GAYA-GAYA

5.2.1 Analisa Perhitungan Gaya Perencanaan Proses Tahap 1 (Blanking)

Untuk menghitung keliling dengan kontur tersebut dapat digunakan Program *AutoCad 2002*.

Didapat Keliling produk = 670.5991 mm.



Gambar 5.5 Tampilan Program AutoCad

Pada proses *blanking* akan dibuat *blank* dengan keliling 670.5991 mm. Berikut perhitungan gaya *shearing*

proses *blanking* dengan keliling tersebut dapat dihitung dengan persamaan 2.30, 2.31, 2.32 yaitu : $F_s = L_s \cdot S \cdot \tau_g$

$$\text{dimana : } L_s = 670.5991 \text{ mm}$$

$$S = 1,2 \text{ mm}$$

$$\sigma_u = 40.27 \text{ kg/mm}^2$$

$$\tau_g = 0,82 \sigma_u = 33.02 \text{ kg/mm}^2$$

sehingga besarnya gaya blanking yaitu:

$$\begin{aligned} F_s &= L_s \cdot S \cdot \tau_g \\ &= 670.5991 \times 1.2 \times 33.02 \\ &= 26571.82 \text{ kg} = 26.6 \text{ ton} \end{aligned}$$

(Lange K. : *Handbook of Metal Forming*, McGraw Hill Company, New York, 1985)

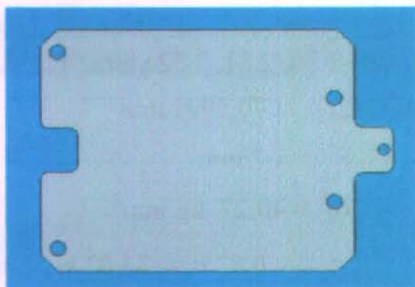
5.2.2 Analisa Perhitungan Gaya Shearing Proses Tahap II (Piercing 1).

Gaya yang dibutuhkan pada proses piercing dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.30, 2.31 dan 2.32 yaitu:

$$F_s = L_s \cdot S \cdot \tau_g$$

Dimana :

Proses piercing untuk tahap I ada 5 lubang,



Gambar 5.6 Proses Piercing I

$$\begin{aligned}L_s &= (4 \times L_{s\phi 9.4}) + (1 \times L_{s\phi 7}) \\ &= (4 \times 29,516) + (1 \times 21.98) \\ &= 140.044 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$S = 1,2 \text{ mm}$$

$$\tau_g = 33.02 \text{ kg/mm}^2$$

sehingga besarnya gaya piercing yaitu:

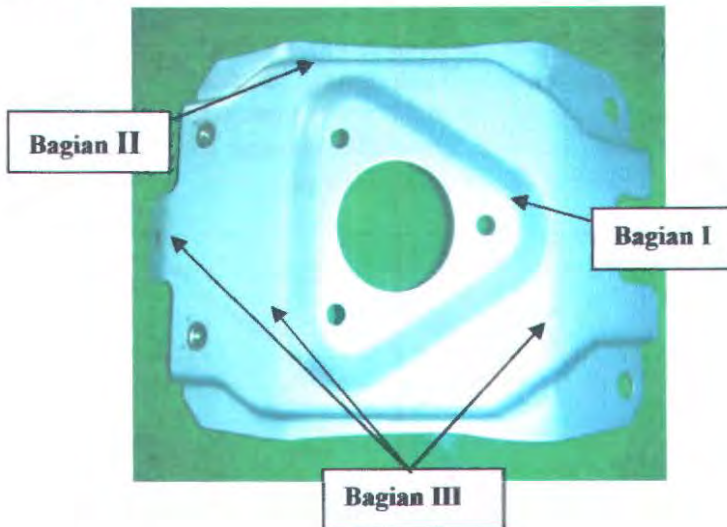
$$\begin{aligned}F_s &= L_s \cdot S \cdot \tau_g = 140.044 \cdot 1,2 \cdot 33.02 \\ &= 5549.10 \text{ kg}\end{aligned}$$

Sehingga didapatkan gaya untuk proses piercing I, yaitu :

$$\begin{aligned}P &= 5549.10 \text{ kg} \\ &= 5549.10 \text{ kg} \\ &= 5.5 \text{ ton}\end{aligned}$$

5. 2. 3 Analisa Perhitungan Gaya Perencanaan Proses Tahap III

Pada proses tahap II ini akan dihitung gaya perencanaan proses pembentukan yaitu proses *embossing* dan *bending*.



Gambar 5.7 Posisi Proses Pembentukan

Pada gambar 5.7 ditunjukkan bahwa proses pembentukan ini dalam sekali langkah sudah terbentuk pada bagian I, bagian II, dan bagian III. Pada bagian I dan bagian II merupakan proses *embossing* dan bagian III ini merupakan proses *bending*.

5. 2. 4 Gaya Pembentukan pada Proses Embossing (Bagian I & II)

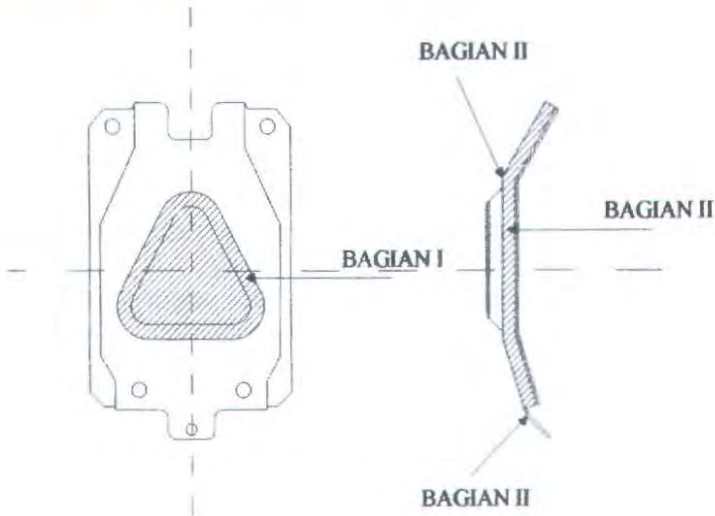
Untuk dapat menghasilkan bentuk timbul yang berbentuk segitiga pada permukaan produk dilakukan proses embossing, proses embossing merupakan proses pembentukan dengan menekan material dalam hal ini plat ke dalam die, tekanan yang dilakukan merupakan proses penarikan material, karena merupakan suatu proses penarikan sehingga kemungkinan akan terjadi penipisan pada material atau reduksi penampang



Gambar 5. 8 Gambar Permukaan Emboosing dan Distribusi Gaya Pada Proses Embossing

Dari gambar 5.8 dapat dijelaskan bahwa *punch* menekan/menarik pelat dengan gaya F_p (gaya *punch*). Untuk menjaga agar pelat tidak ikut tertarik oleh gaya F_p , maka dibutuhkan gaya pencekam (gaya *gripper* = F_G), sehingga proses *emboss* dapat berjalan.

Pada gambar 5.7 terlihat bahwa *emboss* pada produk dapat dibagi menjadi dua bagian. Untuk itu perlu dilakukan analisa terhadap masing-masing bagian.



Gambar 5. 9 Gambar Bagian dari Proses Pembentukan

1. Analisa bagian I

- Analisa kemampuan material.

Analisa kemampuan material menggunakan analisa panjang sumbu netral material sebelum dan sesudah proses sebagaimana terlihat pada gambar 5.9

Hasil analisa posisi sumbu netral (menggunakan Auto Cad 2002):

- Panjang material sebelum terdeformasi:
 $l_0 = 65,5 \text{ mm.}$
- Panjang material sesudah terdeformasi:
 $l_1 = 81 \text{ mm.}$
 - Analisa terhadap *strain* yang terjadi.

$$\Delta l = l_1 - l_0 = 81 - 65,5 = 15,5 \text{ mm}$$

$$e = \frac{\Delta l}{l_0} = \frac{15,5}{65,5} = 0,23$$

Dengan melihat hasil uji tarik, maka elonggasi yang terjadi masih berada dibawah harga elonggasi maksimum material ($e = 0,32$). Sehingga dapat disimpulkan material mampu dikerjakan tanpa mengalami kerusakan.

- Analisa terhadap reduksi penampang.

Dengan menggunakan asumsi volume konstan:

$$l_0 \times s_0 = l_1 \times s_1,$$

$$s_1 = \frac{s_0}{l_1} l_0$$

$$= \frac{1,2}{81} \times 65,5 \text{ didapat } s_1 = 0,97 \approx 1,0 \text{ mm}$$

$$\psi = \frac{A_1 - A_0}{A_0} \times 100\% = \frac{(1 \times 81) - (1,2 \times 65,5)}{(1,2 \times 65,5)} \times 100\%$$

$$\psi = 3,05 \%$$

Dengan melihat analisa terhadap prosentase reduksi penampang yang terjadi dan membandingkannya dengan hasil uji tarik ($\psi = 47,7\%$). Maka dapat disimpulkan bahwa reduksi penampang sebesar 3,05 % masih dinyatakan aman dari kerusakan material.

- Analisa gaya.
- Regangan yang terjadi.

$$\varepsilon_1 = 0; \varepsilon_2 = \ln \left(1 + \frac{\Delta l}{l_0} \right) = \ln \left(1 + \frac{15,5}{65,5} \right) = 0,20$$

- Tegangan alir rata-rata (persamaan 2.36).

$$\sigma_{f,m} = \frac{k}{\varepsilon_2 - \varepsilon_1} \cdot \frac{1}{n+1} (\varepsilon_2^{n+1} - \varepsilon_1^{n+1}) = \frac{84,66}{0,20 - 0} \cdot \left(\frac{0,20^{1,47} - 0}{0,47 + 1} \right)$$

$$= 27,02 \text{ kg/mm}^2$$

- Luas awal (A_0).

Luasan awal emboss (a_0) = 6170,2066 mm²,
(didapat dari AutoCad 2002), mencari a_1 dengan asumsi
volume tetap :

$$a_0 \cdot t_0 = a_1 \cdot t_1$$

$$a_1 = \frac{t_0}{t_1} a_0$$

$$= \frac{1,2}{1} \times 6170,2066 \text{ mm}^2$$

$$= 7404,248 \text{ mm}^2$$

- Gaya *Stretching* (persamaan 2.34)

$$F_p = \frac{A_1}{\eta_{def}} \cdot \sigma_{f,m} \cdot \ln \frac{A_0}{A_1}$$

(Lange K. : *Handbook of Metal Forming*, McGraw Hill
Company, New York, 1985)

Asumsi volume tetap maka:

$$\ln \frac{A_0}{A_1} = \ln \frac{t_0}{t_1} = \ln \frac{1,2}{1} = 0,18$$

$$\text{maka, } F_p = \frac{A_1}{\eta_{def}} \sigma_{f,m} \ln \frac{t_0}{t_1}$$

$$= \frac{7404,248}{0,7} \times 27,02 \times 0,18$$

$$= 51444,7 \text{ Kg} \approx 51,4447 \text{ ton}$$

2. Analisa bagian II

- Analisa kemampuan material.

Analisa kemampuan material menggunakan analisa panjang sumbu netral material sebelum dan sesudah proses sebagaimana terlihat pada gambar 5. 7

Hasil analisa posisi sumbu netral (*AutoCad 2002*):

- Panjang material sebelum terdeformasi:

$$l_0 = 5,6 \text{ mm.}$$

- Panjang material sesudah terdeformasi:

$$l_1 = 7 \text{ mm}$$

- Analisa terhadap *strain* yang terjadi.

$$\Delta l = l_1 - l_0 = 7 - 5,6 = 1,4 \text{ mm}$$

$$e = \frac{\Delta l}{l_0} = \frac{1,4}{5,6} = 0,25$$

Dengan melihat hasil uji tarik, maka elonggasi yang terjadi masih berada dibawah harga elonggasi maksimum material ($e = 0,32$). Sehingga dapat disimpulkan material mampu dikerjakan tanpa mengalami kerusakan.

- Analisa terhadap reduksi penampang.

Dengan menggunakan asumsi volume konstan:

$$l_0 \times s_0 = l_1 \times s_1,$$

$$s_1 = \frac{s_0}{l_1} l_0$$

$$= \frac{1,2}{7} \times 5,6 \text{ didapat } s_1 = 0,9599 \approx 1 \text{ mm}$$

$$\psi = \frac{A_1 - A_0}{A_0} \times 100\% = \frac{(1 \times 7) - (1,2 \times 5,6)}{(1,2 \times 5,6)} \times 100\%$$

$$\psi = 4,1 \%$$

Dengan melihat analisa terhadap prosentase reduksi penampang yang terjadi dan membandingkannya dengan hasil uji tarik ($\psi = 47,7\%$). Maka dapat disimpulkan bahwa reduksi penampang sebesar 4,1 % masih dinyatakan aman dari kerusakan material.

- Analisa gaya.

- Regangan yang terjadi.

$$\varepsilon_1 = 0, \varepsilon_2 = \ln\left(1 + \frac{\Delta l}{l_0}\right) = \ln\left(1 + \frac{1,4}{5,6}\right) = 0,22$$

- Tegangan alir rata-rata (persamaan 2.36).

$$\sigma_{f,m} = \frac{k}{\varepsilon_2 - \varepsilon_1} \cdot \frac{1}{n+1} (\varepsilon_2^{n+1} - \varepsilon_1^{n+1}) = \frac{84,66}{0,22 - 0} \cdot \left(\frac{0,22^{1,47} - 0}{0,47 + 1}\right)$$

$$= 28,26 \text{ kg/mm}^2$$

- Luas awal (A_0).

Luasan awal emboss (a_0) = 1610,3312 mm², (didapat dari AutoCad 2002), seperti untuk mencari tebal akhir (t_1), luasan area sesudah pengerjaan (a_1) dicari dengan asumsi volume tetap, maka :

$$a_0 \cdot t_0 = a_1 \cdot t_1$$

$$a_1 = \frac{t_0}{t_1} a_0$$

$$= \frac{1,2}{1} \times 1610,3312 \text{ mm}^2$$

$$= 1932,4 \text{ mm}^2$$

- Gaya *Stretching* (persamaan 2.34)

$$F_p = \frac{A_1}{\eta_{def}} \cdot \sigma_{f,m} \cdot \ln \frac{A_0}{A_1}$$

Asumsi volume tetap

$$\text{maka: } \ln \frac{A_0}{A_1} = \ln \frac{t_0}{t_1} = \ln \frac{1,2}{1} = 0,18$$

$$\text{maka, } P_E = \frac{A_1}{\eta_{def}} \sigma_{f,m} \ln \frac{t_0}{t_1}$$

$$= \frac{1932,4}{0,7} \times 28,26 \times 0,18$$

$$= 14042,47 \text{ Kg} \approx 14,04247 \text{ ton}$$

Dari perhitungan diatas, maka gaya pembentukan pada proses tahap II untuk proses emboss bagian 1 & 2 adalah:

$$P_{total} = 51,44447 \text{ kg} + 14,04247 \text{ kg}$$

$$= 65,48 \text{ ton.}$$

5. 2. 5 Analisa Perhitungan Gaya Perencanaan Proses Bending (Bagian III)

Pada proses tahap III akan dihitung gaya perencanaan proses pembentukan yaitu proses *bending*.

Gaya Pembentukan pada Proses Bending

Untuk menghitung besarnya gaya pada proses bending dengan menggunakan persamaan 2.37 yaitu:

$$F_b = \frac{K.L.\sigma t^2}{W}$$

(Kalpakjian S : *Manufacturing Engineering and Technology*, Prentice Hall, New Jersey, 1958)

Dimana: $K = 0,4$

$L = 463,0297 \text{ mm}$ (AutoCad 2002)

$\sigma = 40,27 \text{ kg/mm}^2$

$t = 1,2 \text{ mm}$

$W = 0,5 + 1,2 + 0,5 = 2,2 \text{ mm}$

Sehingga besarnya gaya bending yaitu:

$$\begin{aligned} F_b &= \frac{0,4 \times 463,0297 \times 40,27 \times 1,2^2}{2,2} \\ &= 4027,5805 \text{ kg} \\ &= 4,027 \text{ ton} \end{aligned}$$

Jadi gaya yang dibutuhkan pada tahap III bagian 3 yaitu sebesar $F_b = 4,027 \text{ ton}$

Maka besarnya gaya total yang dibutuhkan pada proses tahap III / tahap pembentukan untuk proses emboss dan bending adalah :

$$\begin{aligned} F_{total} &= 65,48 \text{ ton} + 4,027 \text{ ton} \\ &= 69,51 \text{ ton.} \end{aligned}$$

5.2.6 Analisa Perhitungan Gaya Shearing Pada Proses Tahap IV (Pierching 2).

Gaya yang dibutuhkan pada proses piercing dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.30, 2.31 dan 2.32 yaitu:

$$F_s = L_s \cdot S \cdot \tau_g$$

Dimana :

Proses pierching II ada 4 lubang. 3 lubang dengan diameter 6.4 mm dan lubang yang satunya berdiameter 40 mm. Sehingga gaya yang dibutuhkan untuk proses pemotongan tersebut sebesar :



Gambar 5.10 Proses pierching II

$$\begin{aligned} L_s &= (3 \times L_s \varnothing 6.4) + (1 \times L_s \varnothing 40) \\ &= (4 \times 20.096) + (1 \times 125.6) \\ &= 205.984 \text{ mm} \end{aligned}$$

Teknik Manufaktur

$$S = 1,2 \text{ mm}$$

$$\tau_g = 33.02 \text{ kg/mm}^2$$

sehingga besarnya gaya piercing yaitu:

$$\begin{aligned} F_s &= L_s \cdot S \cdot \tau_g \\ &= 205,984 \cdot 1,2 \cdot 33,02 \\ &= 8160,7213 \text{ kg} \end{aligned}$$

Sehingga didapatkan gaya shearing pada proses pierching II yang dibutuhkan pada tahap IV, yaitu sebesar:

$$P = 8160,7213 \text{ kg} \approx 8.2 \text{ ton}$$

5.3 Perencanaan Press Tools

Pada perencanaan press tool hanya akan dihitung untuk proses embossing dan bending saja karena proses tersebut direncanakan menjadi satu dies.

5.3.1 Perencanaan Coumpound Die

Perencanaan die dilakukan dengan menggunakan dua metode yaitu dengan menggunakan Rekomendasi Wilson dan dengan menggunakan Persamaan Basu.

A) Rekomendasi Wilson

Perhitungan tebal die dengan menggunakan rekomendasi Wilson adalah dengan menggunakan data-data hasil percobaan yang telah ditabelkan dengan langkah-langkah sebagai berikut :



Ketebalan material produk, $t = 1,2$ mm atau $t = 0.047$ in dan maka dari tabel 5.1 diperoleh ketebalan die per ton/in² adalah sebesar 0.03 in/(ton/in²).

- ✓ Tabel 5.1 Ketebalan die tiap ton/in² tegangan geser

Stock Thickness (inch)	Die Thickness* (inch)
0.1	0.03
0.2	0.06
0.3	0.085
0.4	0.11
0.5	0.13
0.6	0.15
0.7	0.165
0.8	0.18
0.9	0.19
1	0.2

* = For each ton per square in of shear strength

(Die Design Handbook 3rd Edition)

- ✓ Sedangkan kekuatan geser material produk, $\tau_g = 33,02$ kg/mm² atau sama dengan 21,30 ton/in², maka diperoleh tebal die (H) yaitu :

$$H = 0.03 \left(\frac{\text{in}}{\text{ton}/\text{in}^2} \right) \left(21,30 \frac{\text{ton}}{\text{in}^2} \right) = 0.63 \text{ in}$$

- ✓ Tebal die tersebut merupakan tebal die untuk keliling pembentukan tidak lebih dari 2in, sedangkan pada die yang direncanakan mempunyai keliling emboss bagian I, bagian II dan bending bagian III sebesar 721,3883 mm = 28,4 in > 2 in, sehingga tebal die tersebut harus dikalikan dengan faktor ekspansi yang terdapat pada table 5.2.

✓ Tabel 5.2 Faktor ekspansi untuk die

Bending Perimeter (inch)	Expansion Factor
2 to 3	1.25
3 to 6	1.50
6 to 12	1.75
12 to 20	2.00
20 to 31	2.25
31 to 44	2.50
44 to 60	2.75

(Die Design Handbook 3rd Edition)

yaitu sebesar 2.25, maka tebal die (H) menjadi

$$H = 2,25 (0.6 \text{ in}) = 1,35 \text{ in}$$

- ✓ Karena die direncanakan *die shoe* (dudukan die), maka tebal die di atas dapat dikurangi sebesar 50%, sehingga menjadi

$$H = 50\% (1,35 \text{ in}) = 0.675 \text{ in}$$

- ✓ Selanjutnya tebal die ditambahkan dengan grinding allowance yang direkomendasikan Wilson yaitu sebesar 0.1 in ~ 0.2 in., diambil harga 0.1 in, sehingga tebal die (H) menjadi:

$$H = 0,675 \text{ in} + 0.1 \text{ in} = 0,775 \text{ in} = 19,685 \text{ mm}$$

B) Persamaan Basu

Metode kedua yaitu perhitungan tebal die dengan menggunakan persamaan Basu (Basu SK, Mukerju SN, Misra R : *Fundamental of Tool Engineer Design, Oxford & IBH Publishing Co., New Delhi, 1985*) untuk die dengan bentuk *rectangular*, dimana tebal die (H) adalah

$$H = \sqrt{\frac{3F}{\sigma_{ijin}} \left(\frac{(b/a)^2}{1 + (b/a)^2} \right)}$$

Dimana: F = Gaya total yang bekerja = 65,48 Ton.

a = Panjang die = 230 mm

b = Lebar die = 125 mm

σ_{ijin} = Tegangan tarik ijin material die, dimana material die adalah SKD 11 (JIS G 4404), dengan data-data sebagai berikut :

➤ Kekerasan 55 ~ 62 HRC, diman harga 55 HRC \approx 688 BHN

➤ Kekuatan pada *yield point*, *Syp* sesuai dengan konversi adalah

$$\begin{aligned} Syp &= \text{BHN} / 0.3 = 688 / 0.3 \\ &= 2293.33 \text{ N/mm}^2 = \\ &229.33 \text{ kg/mm}^2 \end{aligned}$$

Maka dapat diperoleh



$$= \frac{S_{yp}}{N} = \frac{229.33 \text{ kg/mm}^2}{1.5} = 152.89 \text{ kg/mm}^2$$

Maka

$$H = \sqrt{\frac{3(65480) \text{ kg}}{152.89 \text{ kg/mm}^2} \left(\frac{(125 \text{ mm} / 230 \text{ mm})^2}{1 + (125 \text{ mm} / 230 \text{ mm})^2} \right)} = 16,81 \text{ mm}$$

Dari kedua metode diatas, maka diambil hasil tebal die yang terbesar agar hasil rancangan aman, yaitu tebal die yang dihasilkan dengan rekomendasi Wilson sebesar 19,685 mm.

5.3.2 Desain Punch

Pada perencanaan *punch* ini akan dihitung tegangan kompresi dari proses *embossing*. Tegangan tersebut digunakan untuk mencari jenis material *punch* dan panjang maksimum *punch* agar tidak patah. Perhitungan tegangan kompresi dari proses *embossing* adalah sebagai berikut :

Material *punch* sama dengan material die block, yaitu SKD 11. Untuk mengetahui kekuatan *punch* terhadap beban impact, maka harus menghitung tegangan kompresi dan dibandingkan dengan tegangan ijin dari bahan *punch*. Untuk menghitung tegangan kompresi dapat menggunakan persamaan di bawah ini :

$$\sigma_{ijin} \geq \frac{p \cdot l_s \cdot t \cdot \tau_{ut}}{A} = \sigma_{com} \dots \dots \dots (FW. Wilson)$$

Dimana : $\tau_{ut} = 33,02 \text{ kg/mm}^2$ (tegangan geser material)

$$P = 70\%$$

$$L_s = 298,2176 \text{ mm (keliling embossing dari AutoCad 2002)}$$

$$t = 1,2 \text{ mm (tebal material)}$$

$$A_{punch} = 6055,6090 \text{ mm (luas penampang punch dari AutoCad 2002)}$$

$$\text{sehingga: } \sigma_{comp} = \frac{0,7 \times 298,2176 \times 1,2 \times 33,02}{6055,609} = 1,951 \text{ kg/mm}^2$$

Karena besarnya tegangan kompresi yang terjadi (1.951 kg/mm^2) lebih kecil dari pada tegangan kompresi yang mampu diterima oleh material punch (152.89 kg/mm^2), maka hasil perancangan dapat dinyatakan aman.

5. 3. 3 Radius Die Dan Punch Embossing -Bending

Khusus untuk *die* dan *punch* proses *embossing* dan *bending*, pemberian *radius* pada *die* dan *punch* perlu dilakukan. Hal ini dimaksudkan untuk mempermudah penarikan material akibat dari bidang tekan pada daerah tepi *emboss* menjadi lebih besar. Hal ini dapat mempermudah terjadinya aliran material. Untuk menghitung besar radius (r_D) yang diberikan pada *punch* dan *die* dipergunakan persamaan 2. 29 yaitu:

$$r_D = 0.035[50 + (l_0 - l_1)]\sqrt{t_0} \dots\dots\dots (Kurt Lange)$$

dimana:

l_0 = keliling sebelum proses *embossing*

l_1 = keliling setelah proses *embossing*

t_0 = tebal awal pelat sama dengan 1,2 mm

Untuk bagian emboss

dengan, l_0 = 180,38 mm

l_1 = 182,74 mm

t_0 = 1,2 mm

maka, $r_D = 0.035[50 + (182,74 - 180,38)]\sqrt{1,2} = 2,00$ mm

Untuk bagian bending

dengan, l_0 = 593,247 mm

l_1 = 616,6493 mm

t_0 = 1,2 mm

maka, $r_D = 0.035[50 + (616,6493 - 593,247)]\sqrt{1,2} = 2,81$ mm

Sedangkan untuk radius punch embossing, harus sama dengan atau lebih besar daripada radius die.

5. 3. 4 Perencanaan Bottom Plate

Bottom plate berfungsi sebagai pendukung die block, tempat terpasangnya pillar dan terikat pada meja mesin press. Pemasangan die block dapat menggunakan pengikat baut dan harus mempunyai ketebalan tertentu sehingga tidak terdefleksi melebihi batas yang telah ditentukan.

Dalam perencanaan bottom plate ini, direncanakan bahwa bottom plate mempunyai ukuran sebagai berikut :

Panjang	(p)	= 310	mm
Lebar	(l)	= 165	mm
Tebal	(t)	= 20	mm

Ketebalan minimum dari bottom plate dapat dihitung dengan persamaan (Wilson 1964) dengan asumsi sebagai plat datar yang ditumpu pada ujung-ujungnya dan dibebani merata pada permukaannya.

Data perencanaan meliputi :

- Material bottom plate, ST 42
- $E = 30 \times 10^6 \text{ psi} = 21064,54 \text{ kg/mm}^2$
- Panjang tumpuan $b = 230 \text{ mm}$
- Lebar tumpuan $a = 145 \text{ mm}$

Gaya pembebanan $P_t = 65487,1 \text{ kg}$

- Beban tiap luasan (q)

$$q = \frac{P_t}{A}$$

$$q = \frac{65487,1}{230 \times 145} = 1,963 \text{ kg/mm}^2$$

maka tebal minimum

$$\text{tebal bottom shoe} = \frac{0,0284 \cdot q \cdot a^4}{E \cdot \delta \cdot (1,056 \cdot (a/b)^5 + 1)}$$

dimana :

t = tebal bottom shoe (mm)

q = beban yang diterima bottom shoe (kN)

b – panjang plate yang ditumpu (mm)

E = modulus elastisitas bottom shoe (kN/mm^2)

Untuk perhitungan lower shoe ini, maka defleksi dibatasi s/d 0.001 in atau 0,0254 mm.

$$t^3 = \frac{0.0284 \times 1,963 \times (145)^4}{21064.54 \times 0.0254 \left\{ 1.056 \left(\frac{145}{230} \right)^5 + 1 \right\}}$$

$$t^3 = \frac{2464396,87}{624,289} = 3947,5$$

$$t = 15,80 \text{ mm} \approx 16 \text{ mm}$$

Dari perhitungan diatas didapatkan ketebalan minimum dari bottom plate adalah 16 mm. Sedangkan dalam perencanaan ketebalan dari bottom plate adalah 20 mm. Maka perencanaan diatas dapat dikatakan aman.

5. 3. 5 Perencanaan Top Plate

Dalam perencanaan top plate ini, direncanakan bahwa top plate mempunyai ukuran sebagai berikut :

Panjang (p) = 310 mm

Lebar (l) = 165 mm

Tebal (t) = 20 mm

Panjang dan lebar serta tebal yang direncanakan disesuaikan dengan kondisi dan keadaan agar lain yang melekat pada top plate dapat disesuaikan. Bahan dari top plate yang digunakan umumnya adalah mild steel, bahan ini juga digunakan untuk bottom plate.

5.3.6 Baut

Baut harus mampu menahan gaya berat dari punch, selain itu juga harus dapat menahan gaya geser akibat gaya horizontal (*side trust*).

Untuk menjamin keamanan, maka baut yang digunakan berukuran M6, bahan baut dipilih bahan steel material AISI 1045 (Grade 5) dengan tensile strength = 120.000 psi serta yield strength = 185.000 psi, $S_{syp} = 0,45 \cdot 185.000 = 38250$ psi dengan kekerasan 23 – 32 HRC.

5.4 Springback

Springback merupakan perubahan dimensi dari produk yang dibentuk setelah beban yang bekerja dihilangkan. Hal ini terjadi karena adanya tegangan elastis pada material. Karena tegangan ini maka material akan mengalami spring back sehingga sudut lengkungan dan jari-jarinya menjadi lebih besar. Besarnya spring back dapat diestimasikan dari persamaan 2.25 berikut ini:

$$\frac{R_o}{R_f} = 4 \cdot \left(\frac{R_o \sigma}{h \cdot E} \right)^3 - 3 \cdot \left(\frac{R_o \sigma}{h \cdot E} \right) + 1$$

Dimana

R_o = radius saat pembebanan (1 mm)

R_f = radius setelah springback.

σ = tegangan tarik maksimum = 40.27 kg/mm²

E = modulus elastisitas = 256.53 kg/mm²

H = tebal material = 1,2

sehingga :

$$\frac{R_o}{R_f} = 4 \left(\frac{1 \times 40.27}{1.2 \times 256.53} \right)^3 - 3 \left(\frac{1 \times 40.27}{1.2 \times 256.53} \right) + 1$$

$$R_f = 1.82 \text{ mm}$$

Spring back ratio yaitu:

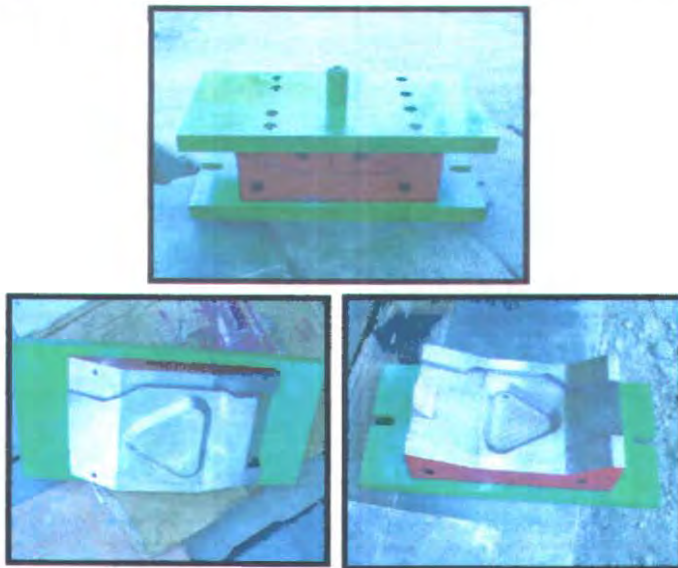
$$K = \frac{\alpha_f}{\alpha_o} = \frac{R_o + \frac{1}{2} \cdot h}{R_f + \frac{1}{2} \cdot h} = \frac{1 + \frac{1}{2} \cdot 1.2}{1.82 + \frac{1}{2} \cdot 1.2} = 0.66$$

Pada proses bending untuk mengatasi hal tersebut digunakan kompensasi dengan memberikan radius bending yang lebih kecil dari yang diinginkan, sehingga ketika terjadi springback bagian tersebut masih mempunyai radius yang tetap sesuai yang diinginkan.

BAB VI EVALUASI

6.1 Evaluasi Hasil Trial Pada Mesin Press

Dalam perencanaan press tool pada umumnya memerlukan suatu proses trial & error, karena analisa perhitungan belum tentu mendapatkan hasil sesuai dengan yang diharapkan. Untuk itu haruslah dilakukan pengujian / trial press tool pada mesin press. Matras yang akan di trial yaitu matras proses emboss-bending, yang dapat dijelaskan pada gambar berikut :



Gambar 6.1 Matres Proses Embossing-bending

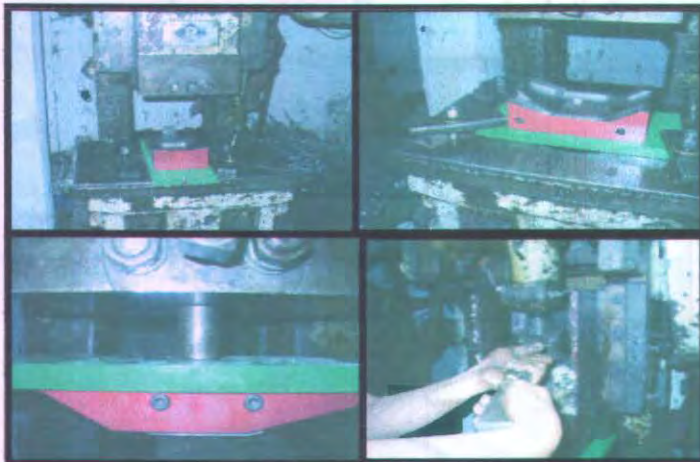
Kemudian press tool emboss-bending tersebut di pasang pada mesin press untuk uji coba. Adapun spesifikasi mesin press yang digunakan adalah :

Mesin press Japan

No. Seri : JIS 4402

Kapasitas : 90 Ton

Langkah awal pengujian adalah setting press tool pada mesin press. Proses setting cukup sulit karena pemasangan matras harus pada posisi yang tepat antara punch & dies. Sedangkan untuk mendapatkan kedalaman pemakanan dilakukan dengan memutar as pada kepala mesin press, selanjutnya pengujian dapat dilakukan.



Gambar 6. 2 Proses Setting Matras Pada Mesin Press

6. 2 Pengujian / trial Press Tool

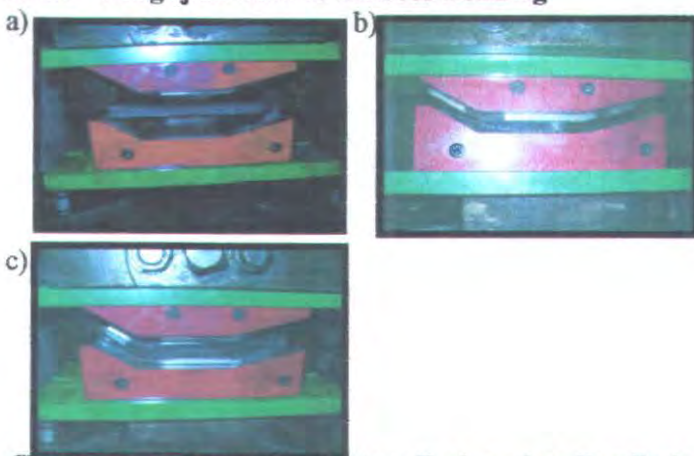
Pada tahapan ini merupakan tahapan terakhir dari perancangan press tool ini. Dari analisa bab V mesin press yang digunakan adalah yang mempunyai kapasitas 90 ton. Percobaan dilakukan di industri kecil ngingas waru sidoarjo pada hari minggu 6 juli 2008.

6. 2. 1 Persiapan

Setelah proses setting selesai, hal-hal yang perlu diperhatikan selanjutnya adalah :

1. Bersihkan permukaan press tool.
2. Oleskan sedikit oli pada permukaan press tool agar permukaan tetap licin, sehingga memudahkan saat pengambilan produk hasil proses.

6. 2. 2 Pengujian Matras Emboss-Bending



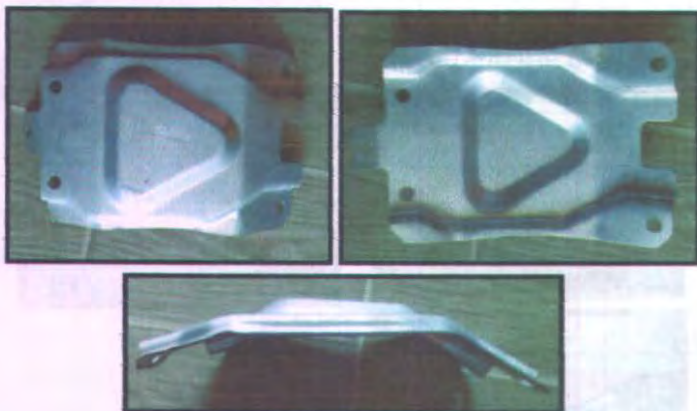
Gambar 6. 3 Pengujian Matras Emboss-bending Pada Mesin Press

Keterangan :

- Material siap pada matras untuk dikenai tekanan.
- Material benda kerja dikenai tekanan oleh matras dari atas.
- Tekanan dihilangkan, benda kerja setelah di proses emboss dan bending maka terbentuklah profil dan kontur pada permukaan bracket motor Maruti seperti pada gambar diatas.

6.3 Hasil Pengujian

Dari hasil pengujian / trial didapatkan produk seperti gambar berikut :



Gambar 6.4 Hasil Proses Embossing-bending

Evaluasi dari hasil proses pengujian keseluruhan adalah sebagai berikut :

- 1) Komponen dan material penyusun press tool :
 - Top Plate ST 42
 - Bottom Plate ST 42
 - Punch SKD 11
 - Die SKD 11
- 2) Data hasil perancangan press tool :
 - Dimensi Top Plate : panjang = 310 mm, lebar = 165 mm, tebal = 20 mm
 - Dimensi Bottom Plate : panjang = 310 mm, lebar = 165 mm, tebal = 20 mm
 - Dimensi Punch : panjang = 230 mm, lebar = 145 mm, tinggi = 51.5 mm
 - Dimensi Die : panjang = 230 mm, lebar = 145 mm, tinggi = 65 mm
- 3) Penentuan radius pembentukan sebesar 2 mm untuk emboss maupun bending pada proses pembentukan (emboss-bending) telah dapat membentuk plat tanpa terjadi patah.
- 4) Dimensi dan geometri dari desain press tool (pada lampiran) telah dapat menghasilkan suatu produk Bracket Motor Wiper Maruti, sesuai hasil trial pada gambar 6.4
- 5) Bahwa hasil keseluruhan proses operasi pada strip material berjalan sempurna dengan didapatkan hasil trial yang sesuai dengan tuntutan spesifikasi gambar produk.

Evaluasi hasil akhir yang didapat adalah bahwa press tool tersebut dapat digunakan untuk membuat produk Bracket Motor Wiper Maruti sehingga dapat diaplikasikan untuk produksi massal.

BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Dari analisa didapatkan hasil sebagai berikut :

- 1) Press tool yang digunakan dalam pembuatan Bracket Motor Maruti ini sebagian besar menggunakan type single atau individual dies kecuali proses ketiga yaitu proses forming (embossing-bending) menggunakan compound die. Masing-masing prosesnya yaitu blanking, piercing 1, embossing-bending dan piercing 2. Sedangkan matres yang dibuat hanya untuk matres pada proses embossing-bending saja.
- 2) Kapasitas mesin yang digunakan adalah 90 ton dengan panjang stroke 300 mm. Dengan pertimbangan, pemilihan mesin diambil dari gaya yang terbesar yaitu pada proses embossing-bending. Masing – masing gaya yang dibutuhkan pada tiap prosesnya adalah untuk proses blanking adalah 26.6 Ton, untuk proses piercing 1 adalah 5.5 Ton, untuk proses embossing-bending adalah 69.51 Ton dan untuk proses piercing 2 adalah 8.2 Ton. Material produk yang digunakan adalah SECC 1,2 mm.

- 3) Dimensi hasil perancangan presstool adalah : (Dimensi Top Plate : panjang = 310 mm, lebar = 165 mm, tebal = 20 mm), (Dimensi Bottom Plate : panjang = 310 mm, lebar = 165 mm, tebal = 20 mm), (Dimensi Punch : panjang = 230 mm, lebar = 145 mm, tinggi = 51.5 mm), (Dimensi Die : panjang = 230 mm, lebar = 145 mm, tinggi = 65 mm) dan material presstool adalah : (top & bottom plate = ST 42), (punch & die = SKD 11).

7.2 Saran

- Press tool yang digunakan baik untuk proses blanking, piercing 1, embossing-bending dan piercing 2 untuk produk Bracket Motor Maruti ini sebaiknya dibuatkan tiang penyearah / pilar untuk memudahkan proses setting diatas mesin sekaligus untuk memperpanjang umur pemakaian matras.
- Untuk matras embossing-bending sebaiknya dibuatkan stopper / cetakan sesuai bentuk, yang fungsinya sebagai jig agar hasil produk setelah proses pembentukan sesuai dengan yang diharapkan.

DARTAR PUSTAKA

ASM Tool Material Handbook

- Basu, SK.; Mukerju, SN. dan Misra, R. 1985. **Fundamental of Tool Engineer Design**. Oxford & IBH Publishing Co., New Delhi.
- Batan, I Made Londen. 2004. **Diktat Kuliah Pengembangan Produk**. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Deutchman, Aaron D. 1975. **Machine Design Theory and Practice**. Macmillan Publisging Co. Inc., New York.
- MISUMI. 1994. **FACE Catalogue, Standard Components for Press Dies**. Misumi Corporation, Tokyo.
- Lange, K. 1985. **Handbook of Metal Forming**. McGraw Hill Company, New York.
- Mikell, P. Groover. 1987. **Automation, Production System and Computer Integrated Manufacturing**. Prentice Hall International Edition, Englewood Cliffs, New Jersey.
- Sato, G. Takeshi dan Sugiarto, N. 1989. **Menggambar Mesin Menurut Standart ISO**. Cetakan Keempat, Pradnya Paramita, Jakarta.
- Wilson, FW. 1965. **Die Design Handbook 3rd Edition**. McGraw Hill Book Company, New York.
- Politeknik Mekanik Swiss, "Tool Design 2".
- Suchy, Ivana, "Handbook Of Die Design", Mc-Graw Hill Book Company, 1998.

LAMPIRAN

• Hasil Uji Tarik

LABORATORIUM METALURGI
Jurusan Teknik Metalurgi dan Material FTI -- ITS

Nama Barang	SICC	Standard Specimen
Produk	1.2 mm	Standard Murni
Dibuat Untuk		Aksi yang Digunakan
Alamat		
Umuk Proyek		Jenis Pengujian
Tgl Pengujian		

Nama Barang	No Spes	Diameter (mm)	Berat (gr)	Panjang (mm)	De (mm)	Ares (mm ²)		Garis Lintang (mm)		Lebar (mm)		Tebal (mm)		Keterangan
						A0	A1	L0	L1	W0	W1	T0	T1	
75	1	1.2						50	65.0	25.0	19.7	1.0	1.15	
75	2	1.2						50	65.0	25.0	19.7	1.0	1.15	
75	3	1.2						50	66.1	26.1	19.9	1.2	1.25	

HASIL PENGUJIAN

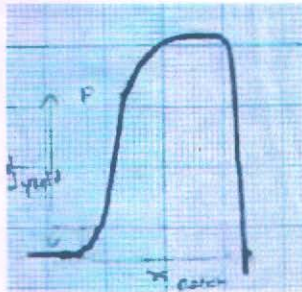
No	Bahan (N/kgf)	Yield Strength (kgf/cm ²)	Tensile Strength (kgf/cm ²)	Elongation (%)	Reduction of Area (%)	Uji Bendung	Ketangguhan
Spes	P _{0.2}	P _{0.2}	P _{0.2}	A ₅	A ₅	Satur. Lintang	Retak
1	75	35					
2	75	35					
3	75	35					

*) secara umum tidak perlu

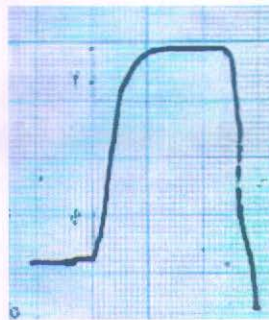
S. Wahyuni
L. Satrio
3/6/07
100110010

• Grafik Hasil Uji Tarik

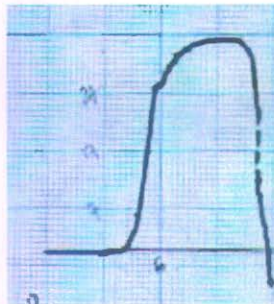
0°



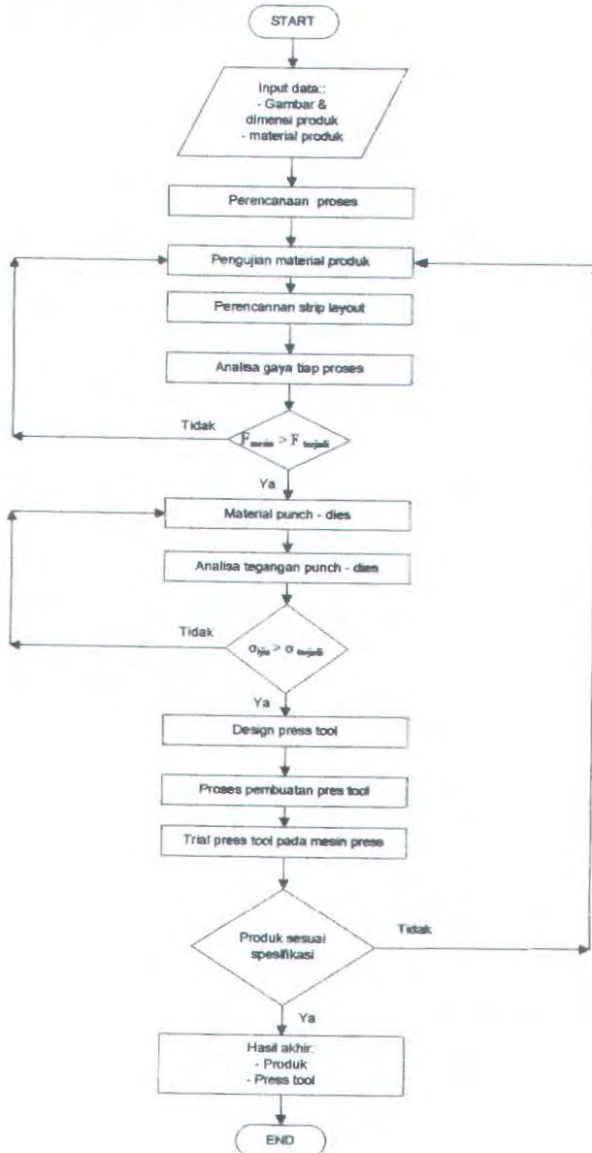
45°



90°

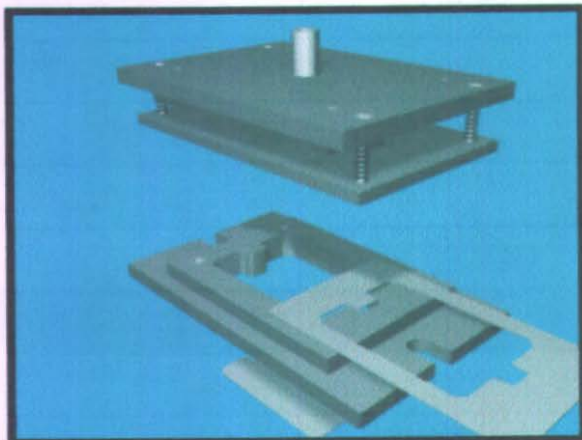


• Flowchart proses perencanaan

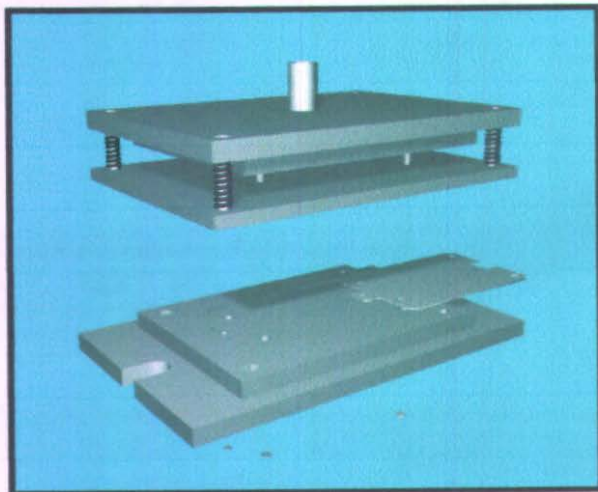


- **Rancangan Matras**

Proses 1 = Blanking



Proses 2 = Piercing-1



Tabel 1 Jarak tepi kritis

Diameter (In)	One Pass Single Station Die		One Pass Progressive Die	
	G or H (In)	Smalest G or H (In)	G or H (In)	Smalest G or H (In)
0 - 1	0.75+*	1/32	+	3/64
1 - 3	+	3/64	1.25+	1/16
3 - 6	1.25+	3/32	1.5+	3/32
6 - 10	1.25+	1/8	1.5+	1/8
10 - 15	1.5+	1/8	1.75+	5/32

Die Design Handbook 3rd Edition

 Tabel 2 Ketebalan die tiap ton/in² tegangan geser

Stock Thickness (inch)	Die Thickness* (inch)
0.1	0.03
0.2	0.06
0.3	0.085
0.4	0.11
0.5	0.13
0.6	0.15
0.7	0.165
0.8	0.18
0.9	0.19
1	0.2

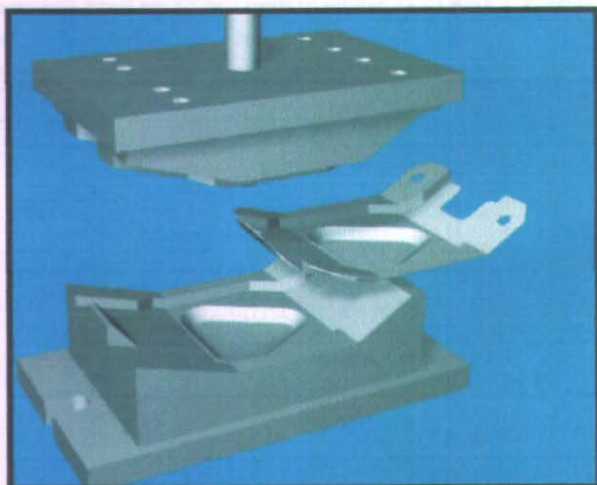
* = For each ton per square in of shear strength

Tabel 3 Faktor ekspansi untuk die

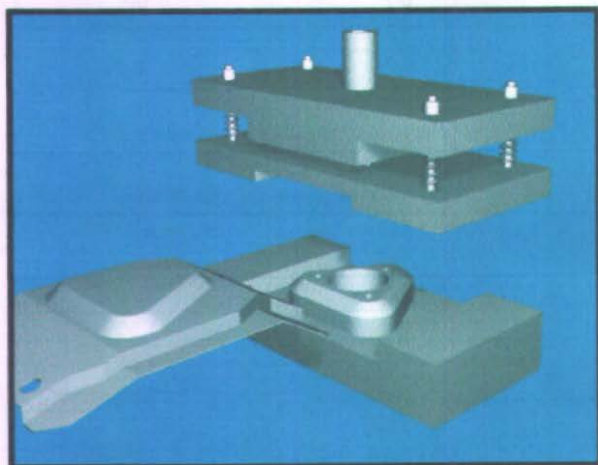
Cutting Perimeter (inch)	Expansion Factor
2 to 3	1.25
3 to 6	1.50
6 to 12	1.75
12 to 20	2.00
20 to 31	2.25
31 to 44	2.50
44 to 60	2.75

 Die Design Handbook 3rd Edition

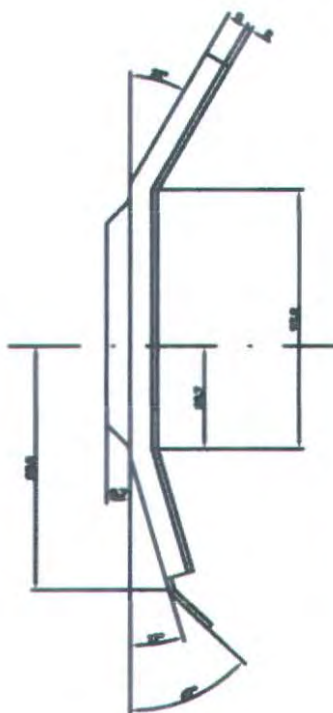
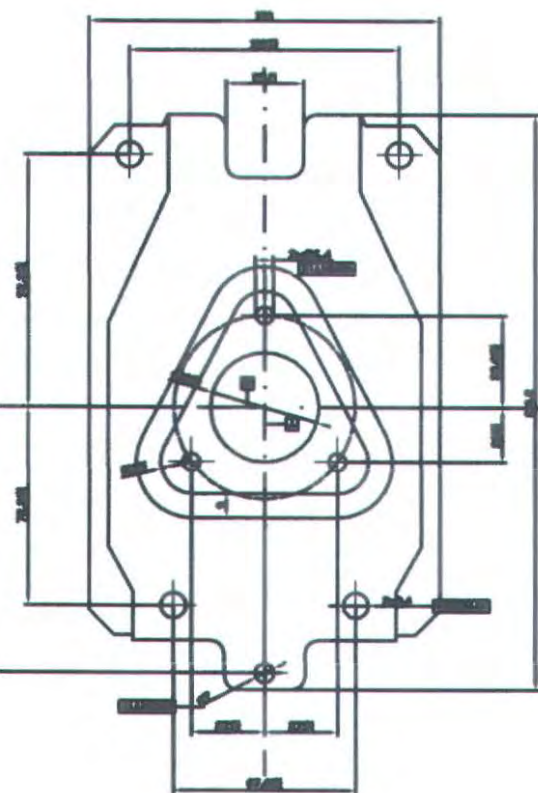
Proses 3 = Embossing-bending



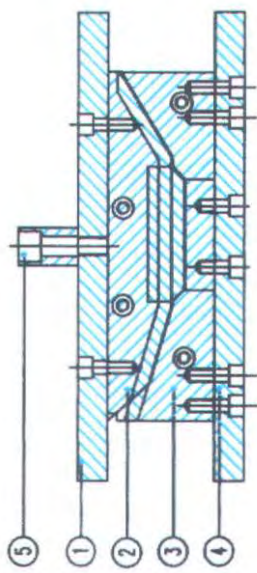
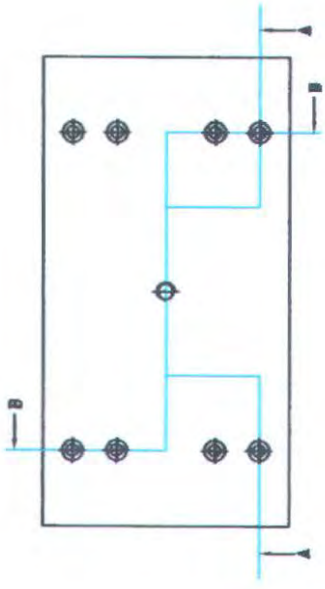
Proses 4 = Piercing-2



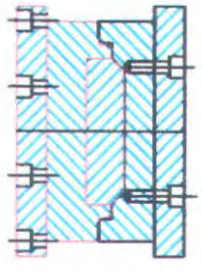
KETERANGAN	1 - 6	2 0,1	200 - 1000	2 1,0	MEMORANDUM	WWW	WW	W	V	~
	4 - 18	2 0,3	1000 - 2000	2 1,2	01					
	18 - 42	2 0,5	3000 - 4000	2 1,5	5	0,5	1,5-4,3	13-28	25-100	100-140
	42 - 200	2 0,8	-	-	(40)					



GB. PRODUK										
DISAINYAH	R. RIZKA ARBANA				Medan	Tan	Lembar			
DESIGN					Quantity	1	pos.			1/2
SPEKSIKAS	R. SAMPURNO, MT				Material	SECC				
SPEKSIKAS					Tabir	1,2 mm				
DISETUJUI	R. SAMPURNO, MT				REVISI	1 & 1	1 & 1			
	SKALA	1 : 1			MATERIAL					
	SATUAN	mm			MATERIAL					
	TANGGAL	29-07'08			MATERIAL					
T. MESIN-FIT-ITS				BRACKET MOTOR MARUTI				Catatan : Revisi : 1 2 3 4 No. 01 xxxxxxxxxx		A3



POTONGAN A-A

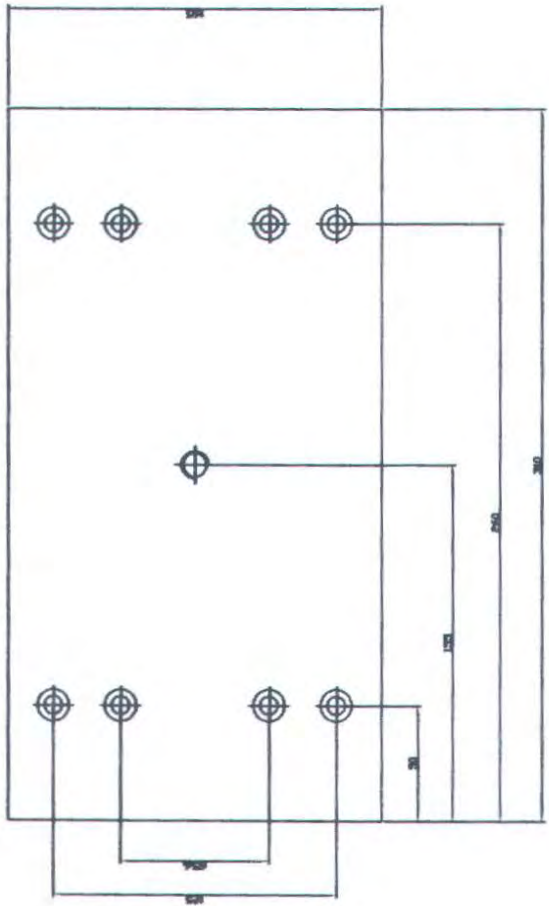


POTONGAN B-B

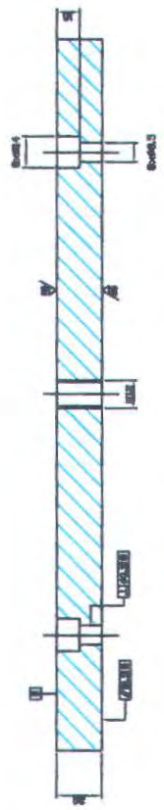
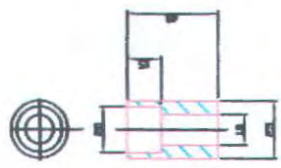
No	Jumlah	Uraian	MATERIAL		REMARKS
			BARANG	DAFTAR	
1	1	Plat	St 37		
2	1	Bush	St 37		
3	1	Poros	St 37		
4	1	Penutup Atas	St 37		
5	1	Skru	St 37		
6	1	Penutup Bawah	St 37		
7	1	Poros	St 37		
8	1	Plat	St 37		
9	1	Plat	St 37		
10	1	Plat	St 37		
11	1	Plat	St 37		
12	1	Plat	St 37		
13	1	Plat	St 37		
14	1	Plat	St 37		
15	1	Plat	St 37		
16	1	Plat	St 37		
17	1	Plat	St 37		
18	1	Plat	St 37		
19	1	Plat	St 37		
20	1	Plat	St 37		
21	1	Plat	St 37		
22	1	Plat	St 37		
23	1	Plat	St 37		
24	1	Plat	St 37		
25	1	Plat	St 37		
26	1	Plat	St 37		
27	1	Plat	St 37		
28	1	Plat	St 37		
29	1	Plat	St 37		
30	1	Plat	St 37		
31	1	Plat	St 37		
32	1	Plat	St 37		
33	1	Plat	St 37		
34	1	Plat	St 37		
35	1	Plat	St 37		
36	1	Plat	St 37		
37	1	Plat	St 37		
38	1	Plat	St 37		
39	1	Plat	St 37		
40	1	Plat	St 37		
41	1	Plat	St 37		
42	1	Plat	St 37		
43	1	Plat	St 37		
44	1	Plat	St 37		
45	1	Plat	St 37		
46	1	Plat	St 37		
47	1	Plat	St 37		
48	1	Plat	St 37		
49	1	Plat	St 37		
50	1	Plat	St 37		
51	1	Plat	St 37		
52	1	Plat	St 37		
53	1	Plat	St 37		
54	1	Plat	St 37		
55	1	Plat	St 37		
56	1	Plat	St 37		
57	1	Plat	St 37		
58	1	Plat	St 37		
59	1	Plat	St 37		
60	1	Plat	St 37		
61	1	Plat	St 37		
62	1	Plat	St 37		
63	1	Plat	St 37		
64	1	Plat	St 37		
65	1	Plat	St 37		
66	1	Plat	St 37		
67	1	Plat	St 37		
68	1	Plat	St 37		
69	1	Plat	St 37		
70	1	Plat	St 37		
71	1	Plat	St 37		
72	1	Plat	St 37		
73	1	Plat	St 37		
74	1	Plat	St 37		
75	1	Plat	St 37		
76	1	Plat	St 37		
77	1	Plat	St 37		
78	1	Plat	St 37		
79	1	Plat	St 37		
80	1	Plat	St 37		
81	1	Plat	St 37		
82	1	Plat	St 37		
83	1	Plat	St 37		
84	1	Plat	St 37		
85	1	Plat	St 37		
86	1	Plat	St 37		
87	1	Plat	St 37		
88	1	Plat	St 37		
89	1	Plat	St 37		
90	1	Plat	St 37		
91	1	Plat	St 37		
92	1	Plat	St 37		
93	1	Plat	St 37		
94	1	Plat	St 37		
95	1	Plat	St 37		
96	1	Plat	St 37		
97	1	Plat	St 37		
98	1	Plat	St 37		
99	1	Plat	St 37		
100	1	Plat	St 37		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

1 Top Plate



5 Shank



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

JURUSAN TEKNIK MESIN - ITS

Riwayat Hidup Penulis



Rindra Aribawa putra kedua dari empat bersaudara dari pasangan Supriyadi dan Siswa Widayati. lahir di Surabaya, 30 April 1980. Pada Tahun 1993 tamat Sekolah Dasar di SDN Airlangga V Surabaya, kemudian pada Tahun 1996 tamat Sekolah Lanjutan Tingkat Pertama di SLTP IPIEMS Surabaya. Pada tahun 1999 tamat Sekolah Menengah

Umum di SMU negeri 3 Surabaya dan pada awal Tahun 2009 mendapatkan gelar Sarjana Teknik Mesin dari Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya di bidang Manufaktur (*Manufacture Engineering*). Tugas Akhir berjudul *Perencanaan dan Pembuatan Press Tools Untuk Produk Bracket Motor Wiper Maruti*.

Rindra Aribawa akrab dipanggil ayik atau Bowet. Sosoknya yang mudah bergaul membawa banyak 'teman dekat' di sekitarnya dan banyolan segar khasnyalah yang selalu dirindukan baik kawan maupun 'lawan', Dosen maupun mahasiswa dan tentunya pria maupun wanita .

Saat ini *Rindra Aribawa* sedang menjalani ikatan dinas dengan PT. BUKAKA TEKNIK UTAMA Cileungsi-Bogor.