

25/08/14/09
MILIK PERPUSTAKAAN
ITS



RSM
621.9
Alh
9-1
—
dmg

Tugas Akhir - RM 1562

**ANALISA PENINGKATKAN LAJU PRODUKSI PROSES
PEMBUATAN SENDOK DENGAN MENGGUNAKAN PRESS
TOOL JENIS COMBINATION DIES**

JUNAIDI ABDILLAH ALHARIS
NRP 2100 109 021

Dosen Pembimbing
Ir. SUDIYONO KROMODIHARDJO, MSc. PhD

JURUSAN TEKNIK MESIN
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2009

PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	18-8-2009
Terima Dari	H
No. Agenda Prp.	19



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

Tugas Akhir - RM 1562

**THE ANALYSIS OF INCREASE PROCESS
PRODUCTION RATE OF MAKING THE SPOON USING
A COMBINATION DIES**

JUNAIDI ABDILLAH ALHARIS
NRP 2100 109 021

Lecturer Consellor
Ir. SUDIYONO KROMODIHARDJO, MSc, PhD

MECHANICAL ENGINEERING DEPARTMENT
Faculty of Industrial Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2009

SURABAYA
JULI, 2009

KATA PENGANTAR

ALHAMDULILLAH segala puji dan syukur serta sembah syukur saya kehadirat **ALLAH SWT.** atas limpahan rahmat, taufiq, hidayah dan kasih sayang-nya serta salam dan shalawat tak lupa saya sampaikan kepada junjungan kita, Nabi Besar **Muhammad SAW.** yang telah menunjukkan kita semua jalan kebenaran, sehingga saya mampu menyelesaikan tugas akhir.

Penulisan tugas akhir ini adalah dalam rangka memenuhi salah satu persyaratan akademis yang harus diselesaikan setiap mahasiswa Sarjana S-1, Teknik Mesin FTI-ITS.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan bantuan, dukungan serta dorongan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada :

1. **Ir.Sudiyono Kromodiharjo, Msc, PHd** selaku dosen pembimbing sekaligus ayah dalam tugas akhir ini yang dengan penuh kesabaran dan dedikasi telah memberikan bimbingan, motivasi serta dukungan selama penulisan Tugas Akhir.
2. **Ir. Witantyo, M.Eng, Prof. Dr. Ing. suhardjono, Msc. dan Prof. Dr. Imade Londen Batam, MSc** selaku tim penguji sidang Tugas Akhir, terima kasih atas segala masukan dan saran dalam perbaikan Tugas Akhir ini.
3. **Dr. Ing. Herman Sasongko** selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin ITS. yang juga membantu masalah pribadi saya.
4. Bapak **Prof. Dr. Ing. Suhardjono, MSc.** selaku dosen wali sekaligus ayah dalam masa perkuliahan.
5. Bapak **H. Suud' Dardak** dan Ibu **Hj. Nur Purnama wati** tercinta atas doa, rasa kasih sayang, serta restunya yang selalu mengalir dan mengiringi perjalanan hidup selama ini.

6. Yang tersayang *Ary Lailia Anggraini, drg* yang mampu menjadi penyeimbang hidup dengan segala kesabaran dan ketekunan untuk mensupport aku yang terkadang tak segan untuk *mencambuk sayang* demi terselesaikannya studi ini.
7. Adik tercinta (*Zamrotul Fitria*) terima kasih atas bantuan, perhatian, dorongan, support dan doa serta kerewelannya.
8. Seluruh Staff dan Karyawan **TEKNIK MESIN ITS**, terutama *Cak To* terima kasih atas informasi dan nasehat.
9. Keluarga besar **H.Moekahar**, serta keluarga besar **HJ. Muniro**, terimakasih atas doa dan dukungan morilnya.
10. Makasih yang selalu setia kepada keluarga **H. Suud' Dardak, kak Dol, kak Mat** tekan dan yang laennya terimakasih atas pengabdianya.
11. *Best Friend*, Crew marina E-50, dulur ku *gondo, Wawan "Etam", Saribat "kebo", Lumbi "keceng", Hasim, Gepeng*, serta *darmawanita* marina E-50 aku gak ngerti bro ngomong opo wes pokoke aku makasih yang banyak atas semuanya, **Durek** makasih atas printernya, **Wahyu "demak"** thx untuk printenya **n Budi "Beckam"** dulurku seng nomer satu...ndang kawin, **Sardono, SD** bro...Surabaya menanti kamu..., **Sentot**, thx menjadi servis pribadi komputerku, **Emput "salmon"** "Perda M_E50 ayat 17, sesungguhnya semua kekuranganmu adalah kelebihanmu", **Emprit "bos papi"** pi he ...he, **Dhika nggerr "Badak"** kebiasaan jelekmu ke aku dihilangin..., **Doni "koncoe lumbre"** makasih, **Inoy** ojek dadi play boy terus, **Pitoyo** segeralah bertobat.. Serta **anggota VDK, HALET JAYA**, makasih atas sedulurane **Cak mos** kopine... **NO21** yang selalu menemani aq dirumah..... **Topek...Patah... Mat kaedar.....end** semua anak anak rumah *makasih....* lain yang tak tercantum namanya, terima kasih atas dorongan, bantuan, masukan serta warna di dalam penulisan Tugas Akhir ini.

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, juli 2009

Penulis

ANALISA PENINGKATAN LAJU PRODUKSI PEMBUATAN SENDOK DENGAN MENGGUNAKAN PRESS TOOL JENIS COMBINATION DIES

Nama mahasiswa : JUNAIDI ABDILLAH ALHARIS
NRP : 2100 109 021
Dosen pembimbing : Ir. SUDIYONO KROMODIHARDJO
MSc. Phd.

Abstrak

PT. DWI PERKASA JAYA, adalah perusahaan yang memproduksi alat Bantu makan salah satunya adalah sendok, dengan kapasitas 2000 produk per hari (16 jam kerja) akan tetapi akhir – akhir ini jumlah produksi yang banyak seringkali tidak dapat dipenuhi perusahaan. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor, salah satunya adalah alat produksi yang digunakan tidak mampu membuat produk dalam waktu yang singkat dan sesuai dengan kapasitas. Dalam pembuatan sendok pilihan yang tepat adalah menggunakan press tools jenis combination dies, karena dapat melakukan dua atau lebih proses dalam satu stasiun, pemilihan dies ini berdasarkan kepratisan proses pembuatan produknya serta lebih efisien dan ekonomis.

Untuk proses pembuatan sendok ini menggunakan material plat stainless steel AISI 201 dengan tebal 2 mm. Proses yang digunakan yaitu : proses blanking (digunakan untuk memotong / membentuk bagian muka sendok), proses embossing dan proses bending (digunakan untuk membentuk bagian lengkung, cekung dan membuat motif pada gagang sendok)

Hasil penelitian dan analisa menunjukkan bahwa proses produksi menggunakan combination dies, yang mana proses blanking embossing, bending, menjadi satu stasiun lebih efisien dibandingkan single dies. Dimana proses yang menggunakan combination dies dihasilkan 3200 sendok dalam 16 jam kerja.

Kata kunci : combination dies, laju produksi, press tools, sendok

THE ANALYSIS OF INCREASE PROCESS PRODUCTION RATE OF MAKING THE SPOON USING A COMBINATION DIES

Name of student : Junaidi Abdillah Al haris
NRP : 2100 109 021
Departement : Mechanical Engineering FTI-ITS
Lecturer Counsellor : Ir. Sudiyono Kromodiharjo, MSc,
Phd.

ABSTRACT

PT. DWI PERKASA JAYA is company which production equipment assist to eat, one of them is spoon, with capacities 2000 product in one day(16 hours working time), however this time the amount of production often times cannot fulfill by company. It because of some factor, one of them is the production tool used can not make the product in brief time and as according to capacities. In making of correct choice spoon is press tools use of combination dies type, because it can do two or more process in one station. The choice from this tools base on the practice to make product and also more effisient and economic

For the process from the making this spoon use plate material of steinless steel AISI 201 thickly 2 mm. The process are blanking process (used to cut / to forming part of spoon face), embossing process, and bending process (used to form part of arch, flacour and make pattern or motif at spoon handle).

The result of analysis and research indicate that production process use combination dies, which process of blanking embossing, bending, to became one more efficient then single dies. From the combination dies process produced 3200 spoon in 16 hours working time.

Keyword : *Combination dies, production rate, press tools, spoon*

**ANALISA PENINGKATAN LAJU PRODUKSI PROSES
PEMBUATAN SENDOK DENGAN MENGGUNAKAN
PRESS TOOL JENIS COMBINATION DIES**

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 :

JUNAIDI ABDILLAH ALHARIS
Nrp 2100 109 021

Disetujui Oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Ir. Sudiyono Kromodihardjo, MSc. Phd. (pembimbing)
2. Prof. Dr. Ing. Suhardjono, MSc (penguji I)
3. Ir. Witantyo, M. Eng (penguji II)
4. Prof. Dr. I Made Londen Batan MSc (penguji III)

SURABAYA
JULI 2009



DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	
KATA PENGANTAR.....	i
ABSTRAK.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR GRAFIK.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR NOTASI.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	1
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Manfaat.....	2
1.5 Batasan Permasalahan.....	2
BAB II DASAR TEORI.....	4
2.1 Proses Pengerjaan Dingin.....	4
2.1.1 Definisi.....	4
2.1.2 Sifat Logam Pada Pengerjaan Dingin.....	5
2.2 Pengujian Kekuatan Tarik.....	5
2.2.1 Tegangan – Regangan Teknik.....	6
2.2.2 Modulus <i>Elastisitas</i>	6
2.2.3 Tegangan Luluh.....	7
2.2.4 Tegangan Tarik Maksimum.....	7
2.2.5 Reduksi Penampang.....	8
2.2.6 Diagram Tegangan – Regangan Sebenarnya.....	8
2.2.7 Persamaan Tegangan Alir.....	9
2.3 <i>Press Tool</i>	10

2.3.1	Komponen <i>Press Tools</i>	14
2.3.2	<i>Shank</i>	15
2.3.3	<i>Upper plate</i>	15
2.3.4	<i>Backing plate</i>	15
2.3.5	<i>Punch Holder</i>	16
2.3.6	<i>Stripper</i>	16
2.3.7	<i>Die</i>	17
2.3.8	<i>Lower plate</i>	20
2.3.9	<i>Guide Pins/Guide Post</i>	21
2.3.10	<i>Stopper</i>	21
2.4	<i>Punch</i>	22
2.4.1	<i>Pegas</i>	23
2.4.2	Baut dan <i>Dowel Pins</i>	24
2.4.3	<i>Pilot</i>	24
2.5	Proses <i>Shearing</i>	24
2.5.1	Gaya Potong.....	26
2.5.2	<i>Clearance Shearing</i>	27
2.6	Proses <i>Embossing</i>	29
2.6.1	Gaya <i>Embossing</i>	33
2.7	Proses <i>Bending</i>	32
2.8	Laju Produksi.....	33
BAB III	METODE PENELITIAN	35
3.1	Studi Pustaka	35
3.2	Studi Lapangan dan Pengumpulan Data	35
3.3	Perencanaan dan Analisa Data	35
3.4	Perencanaan Proses Manufaktur dan Perhitungan Analisa Laju Produksi.....	36
3.5	Diagram Alir Penelitian.....	37
3.6	Proses Produksi.....	38
BAB IV	TAHAPAN PROSES DAN PENGUJIAN	
	MATERIAL	43
4.1	Tinjauan Produk.....	43
4.1.1	Bahan Produk.....	43

4.1.2	Bentuk dan Dimensi Produk.....	43
4.1.3	Tahapan Proses.....	43
4.1.4	Komponen <i>Press Tool</i>	49
4.2	Pengujian Kekuatan Material.....	53
4.2.1	Material Uji Tarik.....	53
4.2.2	Standar Pengujian.....	54
4.2.3	Hasil Pengujian Tarik.....	54
4.2.4	Penentuan Harga K dan n	61
4.2.5	Penentuan τ_{SV} dari σ_U	62

BAB V PERENCANAAN PERHITUNGAN

	<i>PRESS TOOLS</i>	63
5.1	Analisa Proses <i>Blanking</i>	63
5.1.1	Analisa Proses <i>Bending</i>	64
5.1.2	Analisa Proses <i>Embossing</i>	66
5.2	Analisa Perencanaan <i>Dies</i>	71
5.2.1	<i>Dies</i> Proses <i>Blanking</i>	71
5.2.2	<i>Dies</i> Proses <i>Bending</i> dan <i>Embossing</i>	76
5.3	Analisa Perencanaan <i>Punch</i>	80
5.3.1	Analisa <i>Clearance</i> antara <i>Punch</i> dan <i>Dies</i>	82
5.3.2	Analisa Perencanaan <i>Stripper</i>	82
5.3.3	Analisa <i>Lower Plate</i>	85
5.3.4	Analisa <i>Upper Plate</i>	88
5.3.5	Analisa Perencanaan <i>Punch Holder</i>	88
5.3.6	Analisa Perencanaan <i>Shank</i>	89
5.3.7	Analisa Perhitungan Pegas.....	90
5.3.8	Analisa Baut dan Pin.....	90
5.4	Analisa Peningkatan Jumlah Produksi.....	91

BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN.....	99
	6.1. Kesimpulan.....	99
	6.2. Saran.....	99

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Produk.....	3
Gambar 2.1	Proses <i>Compound Dies</i>	11
Gambar 2.2	Proses <i>Combination Dies</i>	13
Gambar 2.3	Proses <i>Progressive Dies</i>	14
Gambar 2.4	<i>Press Tool</i>	14
Gambar 2.5.	<i>Penentuan jarak kritis dies</i>	20
Gambar 2.6	<i>Proses Shearing</i>	25
Gambar 2.7	<i>Blanking</i>	25
Gambar 2.8	<i>Piercing</i>	25
Gambar 2.9	<i>Clearance Blanking</i>	28
Gambar 2.10	<i>Clearance Piercing</i>	28
Gambar 2.11	Penerapan Pada <i>Punch</i>	28
Gambar 2.12	Penerapan Pada <i>Die</i>	28
Gambar 2.13	Proses <i>Embossing</i>	29
Gambar 2.14	Penampang Plat Akibat <i>Embossing</i>	31
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian	37
Gambar 3.2	Matrial benda kerja.....	38
Gambar 3.3	Material benda kerja pada proses <i>Blanking</i>	39
Gambar 3.4	Material benda kerja pada proses proses <i>Roll</i>	39
Gambar 3.5	Material benda kerja pada proses <i>Poles</i>	40
Gambar 3.6	Material benda kerja pada proses <i>Roll</i>	40
Gambar 3.7	Material benda kerja pada proses <i>Blanking</i>	41
Gambar 3.8	Material benda kerja pada proses <i>embossing</i>	41
Gambar 3.9	Material benda kerja pada proses <i>Poles</i>	41

Gambar 3.10	Material benda kerja pada proses <i>bending</i>	42
Gambar 4.1.	Dimensi Produk.....	41
Gambar 4.2.	Material benda kerja.....	44
Gambar 4.3.	Material benda kerja pada proses <i>Blanking</i>	44
Gambar 4.4.	Material benda kerja pada proses <i>Roll</i>	45
Gambar 4.5.	Material benda kerja pada proses <i>Poles</i>	45
Gambar 4.6.	Material benda kerja pada proses <i>Roll</i>	46
Gambar 4.7.	<i>Press tool combination dies</i> dan material benda kerja.....	46
Gambar 4.8.	<i>Press tool combination dies</i> melakukan proses <i>Blanking</i>	47
Gambar 4.9.	<i>Press tool combination dies</i> melakukan proses <i>Blanking</i> , <i>Embossing</i>	47
Gambar 4.10.	<i>Press tool combination dies</i> setelah melakukan proses <i>Blanking</i> , <i>Embossing</i> , <i>bending</i>	48
Gambar 4.11.	<i>Shank</i>	49
Gambar 4.12.	<i>Upper Plate</i>	49
Gambar 4.13.	<i>Punch Holder</i>	50
Gambar 4.14.	<i>Punch</i>	50
Gambar 4.15.	<i>Stripper</i>	51
Gambar 4.16.	<i>Die</i>	51
Gambar 4.17.	<i>Die Block</i>	52
Gambar 4.18.	<i>Lower Plate</i>	52
Gambar 4.19.	<i>Pess tools combination die</i>	53
Gambar 4.20.	Dimensi Material Uji Tarik.....	54
Gambar 4.21.	Arah Pengambilan Specimen.....	55
Gambar 5.1.	Keliling pemotongan.....	63
Gambar 5.2.	Panjang bahan	65

Gambar 5.3.	Lebar bentangan.....	65
Gambar 5.4.	Lebar bagian yang akan di <i>Emboss</i>	67
Gambar.5.5.	<i>Die blanking</i>	71
Gambar 5.6.	<i>Die bendng dan embossing</i>	80
Gambar 5.7.	<i>Stripper</i>	85
Gambar 5.8.	<i>lower plate</i>	87
Gambar 5.9.	<i>Punch Holder</i>	88
Gambar 5.10.	<i>Shank</i>	89
Gambar 5.11	Urutan proses produksi Sebenarnya.....	91
Gambar 5.12	Urutan proses produksi setelah di lakukan prubahan.....	93
Gambar 5.13	Urutan proses produksi setelah Dilakukan modifikasi.....	93

DAFTAR GRAFIK

Gambar 4.22. Grafik	
Gaya (KN) vs Perpanjangan (mm).....	56
Gambar 4.23. Grafik	
Tegangan (kg/mm^2) vs Regangan (%).....	57
Gambar 4.24. Grafik	
Gaya (KN) vs Perpanjangan (mm).....	58
Gambar 4.25. Grafik	
Tegangan (kg/mm^2) vs Regangan (%).....	58
Gambar 4.26. Grafik	
Gaya (KN) vs Perpanjangan (mm).....	59
Gambar 4.27. Grafik	
Tegangan (kg/mm^2) vs Regangan (%).....	59

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Ketebalan <i>Die</i> Per Ton Tekanan.....	18
Tabel 2.2	Faktor Untuk Panjang Pemotongan Melebihi 2 inci.....	18
Tabel 2.3	Luas kritis minimum vs tekanan impact.....	18
Tabel 4.1.	Hasil Pengujian Material.....	55
Tabel 4.2.	Perhitungan Data Hasil Pengujian Material Posisi 0°.....	56
Tabel 4.3.	Perhitungan Data Hasil Pengujian Material Posisi 45°.....	57
Tabel 4.4.	Perhitungan Data Hasil Pengujian Material Posisi 90°.....	58

DAFTAR NOTASI

σ	=	Tegangan Teknik (N/mm^2)
P	-	Beban (N)
A_0	=	Luas Penampang awal (mm^2)
ϵ	=	Regangan Teknik (%)
Δl	=	Perpanjangan (mm)
l_0	=	Panjang Awal (mm)
E	=	Modulus Elastisitas
σ_u	-	Tegangan maksimum (kg/mm^2)
P_{maks}	=	Beban maksimum (kg)
ψ	=	Reduksi Penampang
A_1	=	Luas Penampang Setelah Pengujian
l_o	=	Panjang Awal Spesimen (mm)
l_1	-	Panjang Setelah Pengujian (mm)
ϵ_{maks}	=	Perpanjangan Relatif Maksimum
σ_p	=	Tegangan Alir Parabolis
K	-	Koefisien Kekuatan
n	=	Eksponen Pengerasan Regang
k	=	Koefisien Tegangan
N	=	Exponen Pengerasan Regang
σ	=	Besarnya Tegangan Lulus
σ_{co}	=	Tegangan kompresi (kg/mm^2)
τ_{su}	=	Ultimate shear strength stock strip (kg/mm^2)
t	=	Tebal stock strip (mm)
I_m	=	Momen Inersia penampang punch
K_s	=	Faktor keamanan = 2 - 3 (untuk baja yang dikeraskan)
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/mm^2)
F	=	Gaya Tekan (kg/mm^2)
A	=	Jarak Kritis (mm)
P_s	=	Gaya stripper (lb)
L	=	Keliling penekanan stripper ($inch$)
h	=	Ketebalan stripper (mm)
Q	=	Gaya persatuan luas daerah stripper (kg/mm^2)
δ	-	Defleksi yang diijinkan (mm)
D	=	Diameter blank (mm)
d_l	=	Diameter tube
r_d	=	Radius die (mm)
q	=	Lowest blank holding pressure
dd	=	Diameter die bagian dalam , mm
C	=	Indeks Pegas
N	=	Safeti Faktor
S_{syp}	=	Shear yield strength (kg/mm^2)
C	=	Besar Clearance Per Sisi.
Ab	=	Luasan produk
Am	=	Luasan stock material
P_U	=	Pressure bending U (kg)
k_w	=	Die opening factor, 0.4 to 1.0
R_E	=	Radius, die edge (mm)
R_D	=	Radius, bottom of U channel (mm)
P_{pad}	=	Pressure of spring loaded support (kg)
W	-	Width of the bent up portion (mm)
η_{def}	=	Efisiensi deformasi

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT. DWI PERKSA JAYA (PT. DPJ) adalah sebuah industri manufaktur yang banyak memproduksi alat – alat bantu makan, salah satu produk yang dibuat adalah sendok. Dari studi lapangan didapat data – data yaitu sendok diproduksi massal, dengan semakin meningkatnya permintaan pasar akan kebutuhan perlengkapan peralatan makan berupa sendok semakin tinggi maka pihak perusahaan ingin meningkatkan kapasitas produksi.

Selain itu masih banyak terjadi produk cacat karena *press tool* yang digunakan relatif tua dan sudah banyak yang aus. Jenis proses yang ada untuk membuat sendok selama ini adalah dengan menggunakan 12 stasiun proses dan menggunakan *individual dies*, yang memerlukan lebih dari satu matras dan juga harus menggunakan lebih dari satu *press tool*. Akan tetapi sampai saat ini kebutuhan produksi tersebut belum dapat dipenuhi, hal ini disebabkan karena *dies* yang dipakai pada proses produksi adalah *individual dies*.

Untuk mengatasi masalah itu diperlukan perencanaan *punch – dies* yang baru. Adapun perencanaan *punch – dies* yang baru tersebut adalah dengan menggabungkan proses produksi yang ada menjadi *combination dies*. Sehingga diharapkan dapat mempercepat waktu proses produksi dan target perusahaan dapat terpenuhi.

1.2 Perumusan Masalah

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

- Bagaimana menentukan bahan matras dan komponen pendukung lainnya, sesuai produk yang akan dibuat.

- Bagaimana menentukan dimensi matras dan komponen pendukung lainnya sehingga proses dapat berjalan dengan baik dan menghasilkan produk yang sesuai.
- Bagaimana meningkatkan laju produksi pada proses pembuatan sendok.

1.3 Tujuan

Tujuan Penulisan Tugas Akhir ini adalah :

- Untuk meningkatkan laju produksi dengan memanfaatkan fasilitas yang ada.
- Merancang urutan proses produksi dengan menggunakan *combination dies* yang sederhana dan ekonomis tetapi mempunyai kapasitas produksi yang tinggi untuk produk sendok.
- Untuk menghasilkan produk yang berkualitas tinggi.

1.4 Manfaat

Manfaat dari penulisan Tugas Akhir ini adalah :

- Agar dapat diaplikasikan mulai dari industri kecil sampai industri besar, khususnya di pabrik tempat mengambil judul tugas akhir ini, dalam pembuatan produk sendok dimana biaya pembuatannya relatif lebih murah namun harus tetap memenuhi syarat kualitas produk yang ditentukan.
- Tugas akhir ini dapat digunakan sebagai studi perbandingan di kalangan industri *manufacturing* dan sebagai solusi untuk pembuatan produk sendok yang melalui proses yang sangat panjang.

1.5 Batasan Masalah

Dalam penulisan Tugas Akhir ini terdapat beberapa batasan masalah, yaitu:

- Pengerjaan dilakukan pada temperatur kamar.
- Tidak membahas mengenai proses *wire cutting* dalam proses pembuatan *press tool* ini.

- Material benda kerja yang digunakan plat *stainless steel* AISI 201 dengan tebal 2 mm.
- Material *dies* yang digunakan adalah SKD 11.
- Data sifat – sifat mekanis matras didapatkan dari buku acuan yang dilampirkan dalam daftar pustaka.
- Tidak membahas dan menganalisa secara menyeluruh komponen *press tools* tetapi menganalisa komponen dasar matras yaitu *punch*, *die*, *top plate*, *bottom plate*, *stripper* dan *punch holder*, mengingat dengan hasil analisa tersebut akan dibuat matras yang bersangkutan sehingga tidak memperbesar biaya pembuatan matras.
- Pembahasan hanya pada gaya – gaya yang terjadi pada matras.
- Perhitungan perpindahan panas dan gesekan tidak dilakukan.



Gambar 1.1. prodak sendok

BAB II DASAR TEORI

2.1. Proses Pengerjaan Dingin

2.1.1. 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.

2.1.2. 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.

2.2. Pengujian Kekuatan Tarik

Kekuatan tarik merupakan sifat mekanik material logam yang mempunyai peranan penting dalam pengerjaan logam dan perencanaan konstruksi *punch - die*, dimana perlu diketahui harga batas yang dapat ditahan oleh material tanpa mengalami kerusakan. Pada pengujian tarik *specimen* dikenai beban aksial yang semakin besar secara kontinyu dengan penampang berbentuk lingkaran atau segi empat. Dari hasil uji tarik ini dapat diketahui sifat - sifat bahan antara lain : kekuatan tarik maksimum, kekuatan luluh, pertambahan panjang, reduksi penampang, *modulus elastisitas* dan sebagainya.

2.2.1. Tegangan - Regangan Teknik

Dari pengujian tarik terhadap material didapatkan hasil berupa grafik besarnya beban (P) dan pertambahan panjang (l_0) material uji. Dari grafik tersebut dibuat grafik tegangan dan regangan teknik, dimana besarnya adalah :

Tegangan teknik :

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

Regangan teknik :

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

dimana :

σ_t = Tegangan teknik (N/mm^2)

ε_t = Regangan teknik (%)

P = Beban (N)

A_0 = Luas awal penampang *specimen* (mm^2)

Δl = Perpanjangan (mm)

l_0 = Panjang awal *specimen* (mm)

2.2.2. Modulus Elastisitas

Modulus Elastisitas yaitu perbandingan antara tegangan dan regangan, dimana persamaannya adalah :

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \dots \dots \dots (2.3)$$

dimana :

E = *Modulus elastisitas*

σ = Tegangan

ε = Regangan

2.2.3. Tegangan Luluh

Tegangan luluh (*yield point stress*) yaitu tegangan dimana material uji bertambah tanpa kembali kepanjang semula bila beban dihilangkan. Titik ini merupakan batas antara daerah *elastis* dan *plastis*, dan besarnya adalah :

$$\sigma_y = \frac{P_y}{A_0} \dots\dots\dots (2.4)$$

dimana :

σ_y = Tegangan *yield* material (N/mm²)

P_y = Beban *yield* maksimum (N)

A_0 = Luas penampang awal (mm²)

Pada sebagian besar logam titik luluh ini tidak nampak dengan jelas sehingga sukar ditentukan secara teliti. Oleh karena itu penentuan titik luluhnya sangat tergantung pada ketelitian alat ukur yang digunakan. Untuk mengatasi hal ini biasanya yang digunakan adalah kekuatan luluh *offset* yang ditentukan oleh tegangan yang berkaitan dengan perpotongan antara kurva tegangan - regangan dengan garis yang sejajar dengan elastis *offset* kurva oleh regangan tertentu, umumnya 0,1 % - 0,2 % dari regangan.

2.2.4. Tegangan Tarik Maksimum

Tegangan tarik maksimum adalah tegangan yang terjadi pada beban maksimum dalam pengujian tarik, dimana besarnya adalah :

$$\sigma_u = \frac{P_{maks}}{A_0} \dots\dots\dots (2.5)$$

dimana :

σ_u = Tegangan maksimum material (N/mm²)

P_{maks} = Beban maksimum (N)

A_0 = Luas penampang awal (mm^2)

2.2.5. Reduksi Penampang

Reduksi luas penampang (*reduction of area*) yaitu pengecilan penampang uji yang besarnya adalah :

$$\varphi = \frac{A_0 - A_1}{A_0} \times 100\% \dots\dots\dots (2.6)$$

dimana :

φ = Reduksi penampang

A_0 = Luas penampang *specimen* sebelum pengujian

A_a = Luas penampang *specimen* setelah pengujian

2.2.6. Diagram Tegangan – Regangan Sebenarnya

Pada penentuan tegangan teknik dan regangan teknik digunakan luas penampang awal (A_0) dan panjang awal (l_0) dari *specimen* uji sehingga diagram tegangan teknik – regangan teknik tidak menunjukkan keadaan sebenarnya.

Untuk mendapatkan diagram tegangan sebenarnya – regangan sebenarnya ($\sigma_t - \varepsilon_t$) digunakan luas penampang dan panjang sebenarnya yaitu luas penampang dan panjang pada saat pertambahan beban selama pengujian.

Tegangan sebenarnya didefinisikan sebagai berikut :

$$d\sigma = \frac{dP}{dA}$$

sehingga :

$$\sigma = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (2.7)$$

Regangan sebenarnya (*natural strain*) didefinisikan sebagai berikut :

$$d\varepsilon = \frac{dl}{l}$$

$$\varepsilon = \int_{l_0}^l \frac{dl}{l} = \ln \frac{l}{l_0} \dots \dots \dots (2.8)$$

Hubungan antara tegangan teknik dengan tegangan sebenarnya dengan menganggap volume konstan adalah sebagai berikut :

$$A \times l = A_0 \times l_0$$

Maka :

$$A = \frac{A_0 \times l_0}{l}$$

sehingga tegangan sebenarnya adalah :

$$\sigma' = \frac{P}{A} = \frac{P \times l}{A_0 \times l_0} \text{ atau } \sigma' = \frac{P}{A_0} \times \frac{l_0 \times \Delta l}{l_0} = \sigma(1 + \varepsilon) \dots \dots \dots (2.9)$$

Hubungan antara regangan teknik dengan regangan sebenarnya adalah :

$$\varepsilon' = \ln \frac{l_0 + \Delta l}{l_0} = \ln(1 + \varepsilon) \dots \dots \dots (2.10)$$

Kedua hubungan tersebut berlaku sampai pada tegangan maksimum.

2.2.7. Persamaan Tegangan Alir

Dari beberapa uji tarik berbagai logam atau paduan tampak ada hubungan linier antara tegangan sebenarnya dan regangan sebenarnya yang diplotkan pada grafik log - log. Persamaan berikut ini menjelaskan sifat aliran material akibat bekerjanya gaya luar. Persamaan empiris yang sering digunakan dalam deformasi plastis adalah tanpa memasukkan laju regangan yang disebut kurva tegangan - regangan ideal atau pendekatan persamaan [Chadwick, 1972] adalah :

$$\sigma_f = K \times \varepsilon^n \dots \dots \dots (2.11)$$

dimana :

- σ_f = Tegangan alir
 K = Koefisien kekuatan
 n = Eksponen pengerasan regang

Koefisien kekuatan (K) dan Eksponen pengerasan regang (n) dapat dicari dengan mengplotkan tegangan sebenarnya – regangan sebenarnya kedalam bentuk grafik logaritma. Besarnya n adalah *slope* dari kurva yang berupa garis yang dibentuk dari logaritma tegangan sebenarnya dan regangan sebenarnya, dengan menggunakan persamaan yaitu sebagai berikut :

$$\log \sigma_f = \log K + n \log \epsilon \dots\dots\dots(2.12)$$

2.3. *Press Tools*

Perkakas tekan (*Press Tool*) adalah suatu alat yang dapat berfungsi untuk mengerjakan benda kerja dengan prinsip tekanan. Perkakas tekan ini dibuat dengan tujuan untuk memproduksi benda kerja (produk) dalam jumlah ratusan atau ribuan dengan bentuk dan ukuran yang sama dan dalam waktu yang singkat.

Klasifikasi dari perkakas tekan menurut proses kerjanya dibagi menjadi 4 jenis yaitu :

a. *Individual Dies*

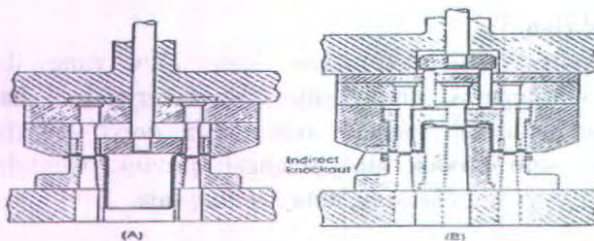
Individual dies merupakan jenis *dies* yang dapat melakukan satu operasi untuk satu stasiun kerja, jadi hanya membutuhkan satu kali langkah ram mesin *press* dan dapat menghasilkan satu produk atau setengah produk. Contohnya seperti proses *piercing*, *blanking*, atau *bending* saja.

b. *Compound Dies*

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 *piercing*. 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)*.



Gambar 2.1 Proses *Compound Dies*
[*Die design handbook, Third editon*]

c. *Combination Dies*

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.

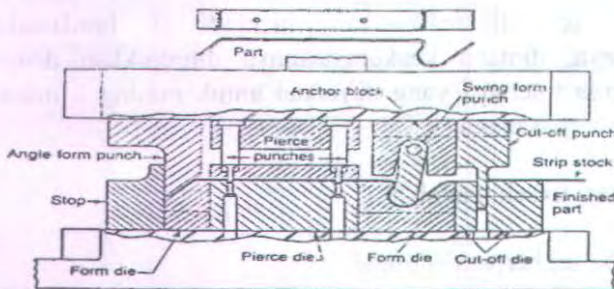
Tiga klarifikasi tersebut adalah :

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 bagian 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 kerana pembuatan benda dengan perkakas tekan ini termasuk produksi massal, sehingga harga jualnya cukup murah.

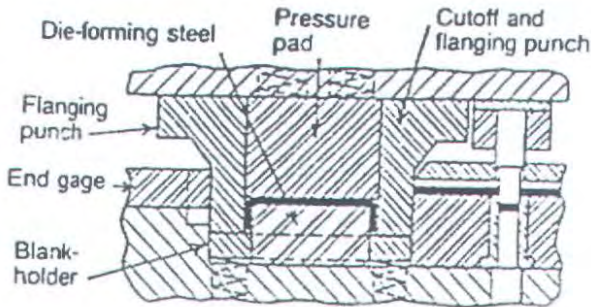


Gambar 2.2 proses *Combination Dies*
[*Die design handbook, Third editon*]

d. *Progressive Dies*

Bila dua atau lebih kerja pemotongan sederhana dikombinasikan dalam satu perkakas dan prosesnya merupakan proses bersambung secara langsung, perkakas tersebut dinamakan *Progressive Tools*, yang dimaksud *progressive* disini adalah kerja langkah demi langkah dari proses pertama hingga akhir terbentuk benda yang dikehendaki. Setiap langkah pemotongan pelat didorong / diumpankan dengan 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 Tools* biasanya berupa proses *blanking*, *parting* atau *cropping*. Perancangan *progressive tools* biasanya dimulai dengan

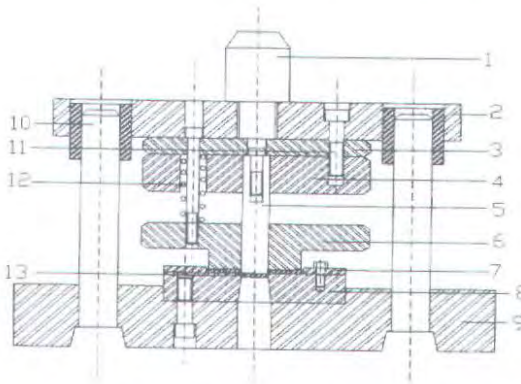
penetapan tata letak proses (*strip layout*). Agar supaya diperoleh gambaran yang pasti, maka ketika membuat gambar tata letak proses sebaiknya menggunakan skala sehingga jarak pengumpanan, lebar pelat, jarak posisi lubang ke lubang dapat terlihat proporsional.



Gambar 2.3 proses *Progressive Dies*
[*Die design handbook, Third editon*]

2.3.1. Komponen *Press Tools*

Secara garis besar, bagian-bagian dari *press tool* adalah sebagai berikut :



Gambar 2.4. *Press Tool* [Die design handbook]

Keterangan :

- | | | |
|-------------------------|---------------------------|---------------------|
| 1. <i>Shank</i> | 6. <i>Stripper</i> | 11. <i>Stopper</i> |
| 2. <i>Upper plate</i> | 7. <i>Gag/Guide stock</i> | 12. <i>Pegas</i> |
| 3. <i>Backing plate</i> | 8. <i>Die</i> | 13. <i>Material</i> |
| 4. <i>Punch holder</i> | 9. <i>Lower plate</i> | |
| 5. <i>Punch</i> | 10. <i>Guide pin</i> | |

2.3.2. Shank

Bagian dari perkakas *press tools* yang paling atas adalah *shank*. Bagian ini langsung berhubungan dengan mesin *press* dan merupakan bagian yang sangat penting. Bentuk dan ukuran dari *shank* tergantung pada bentuk *holder* yang tersedia pada mesin *press*. Perhitungan besarnya diameter *shank* berdasarkan besar diameter lubang yang terdapat pada mesin *press* sedangkan besarnya diameter ulir didasarkan pada kekuatan untuk menahan beban *press tool* bagian atas.

2.3.3. Upper Plate

Upper shoe merupakan bagian paling atas dari komponen *press tool* yang berupa *block*. Pada *upper plate* ini terpasang *shank*, dimana biasanya *shank* terpasang pada *center* atau tergantung dari titik berat dari *punch holder*. Karena itu *top plate* harus cukup tebal dan keras untuk menjaga supaya tidak retak atau pecah.

2.3.4. Backing Plate

Backing plate / backup plate harus digunakan bila penampang *punch* cukup kecil. *Backing plate* dipasang diantara *top plate* dan *blank holder*, tepatnya di sebelah atas *punch* karena berfungsi untuk meredam tekanan kepala *punch* terhadap *top plate*.

2.3.5. *Punch Holder*

Punch holder merupakan bagian dari komponen *press tools* yang berfungsi sebagai tempat terpasangnya *punch* atau dengan kata lain sebagai pemegang *punch*.

2.3.6. *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.

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 [Wilson.1964] sebagai berikut :

$$P_s = 3500 \times L \times t \dots\dots\dots(2.13)$$

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 [Wilson.1964] :

$$h = \sqrt[3]{\frac{5 \times q \times l^4 \times 12}{384 \times E \times b \times \delta}} \dots \dots \dots (2.14)$$

dimana :

- h = Ketebalan *stripper* (mm)
- q = Gaya persatuan luas daerah *stripper* (kg/mm²)
- l = Panjang *stripper* (mm)
- E = Modulus elastisitas bahan (kg/mm²)
- b = Lebar *stripper* (mm)
- δ = Defleksi yang diijinkan (mm)

2.3.7. Die

Die berfungsi sebagai alat pemotong atau cetakan, biasanya terletak dibawah *punch*. Bentuk dari pemotong atau cetakan ini tergantung atau sesuai dengan *punch* ataupun dari produk yang diinginkan.

Metode untuk menghitung *dies* diturunkan dari beberapa rangkaian test, dengan cara *die* dibuat bertambah tipis sampai terjadi kerusakan. Ketebalan *die* diseleksi dari tabel 2.1, tabel 2.2 dan tabel 2.3 dengan mempertimbangkan ketebalan *stock* dan *ultimate shear strength* bahan.

Dari data yang dikumpulkan perhitungan untuk ketebalan *die* dibagi menjadi 4 langkah [Wilson. 1964]:

1. Koreksi dilakukan yaitu :
 - *Die* tidak boleh lebih tipis dari 0,3 dan 0,4 in.
 - Data pada tabel 2.1 digunakan untuk *die* kecil (panjang pemotongan sampai 2 inchi), sedangkan untuk panjang yang lebih besar maka ketebalan *die* harus dikalikan faktor ekspansi.

- Data pada tabel 2.1 dan tabel 2.2 untuk jenis *tool steel* yang di *machining* dan di *heat treatment* sedang pada *die* dari *alloy steel* ketebalan bisa dikurangi.
- Dengan menempatkan *die* pada *lower plate* maka ketebalan dapat dikurangi hingga 50 %.

Tabel 2.1. Ketebalan *Die* per-ton Tekanan [Wilson, 1964]

<i>Stock Thicknes</i> (in)	<i>Die Thickness</i> (in)	<i>Stock Thickness</i> (in)	<i>Die Thickness</i> (in)
0,1	0,03	0,6	0,15
0,2	0,06	0,7	0,165
0,3	0,085	0,8	0,18
0,4	0,11	0,9	0,19
0,5	0,13	1,0	0,20

Tabel 2.2 Faktor untuk Panjang Pemotongan melebihi 2 inchi [Wilson, 1964]

<i>Cutting Perimeter</i> (in)	<i>Expansion Factor</i>
2 to 3	1,25
3 to 6	1,5
6 to 12	1,75
12 to 20	2,0

2. Jarak kritis A dari (*Freed*) dapat digunakan yaitu berharga antara 1,0 - 1,5 dari ketebalan *die*.
3. Ketebalan *die* harus diperiksa dengan membandingkan harga tabel 2.1 dengan tekanan *impact* yang terjadi.

Tabel 2.3 Luas Kritis Minimum vs Tekanan Impact [Wilson, 1964]

<i>Impact Pressure</i> (ton)	<i>Area between Die Opening Border</i> (in ²)
20	0,5
50	1,0
75	1,5
100	2,0

Persamaan 2.15 dan 1.16 [Basu1985] dapat digunakan untuk memperoleh ketebalan *die* dengan meninjau besarnya tekanan *bending* maksimum yang bekerja pada *die* dan digunakan:

- Untuk *die* bentuk persegi (*rectangular*)

$$H = \sqrt{\frac{3 \times F}{\sigma_{ijin}} \left(\frac{(b/a)^2}{1 + (b/a)^2} \right)} \dots\dots\dots(2.15)$$

dimana :

H = Tebal *die* (mm)

F = Gaya total (kg)

a = Panjang *die* (mm)

b = Lebar *die* (mm)

σ_{ijin} = Tegangan yang diijinkan (kg/mm^2)

- Untuk *die* bentuk lingkaran

$$H = \sqrt{\frac{3 \times F}{\sigma_{ijin}} \left(1 - \frac{2 \times R_0}{3 \times R_1} \right)} \dots\dots\dots(2.16)$$

dimana :

H = Tebal *die* (mm)

F = Gaya total (kg)

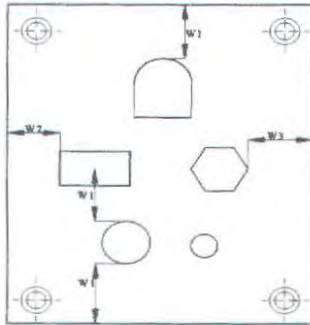
R_0 = Diameter luar (mm)

R_1 = Diameter dalam (mm)

σ_{ijin} = Tegangan yang diijinkan (kg/mm^2)

Untuk merencanakan lebar dan panjang *die* maka jarak minimum (kritis) pada *plate die* seperti yang terlihat pada gambar 2.2 di bawah ini dapat dijadikan sebagai pedoman [Basu.1985] :

- Garis lengkung yang landai : $W_1 = 1,2 \times T$
- Garis potong berupa garis lurus : $W_2 = 1,5 \times T$
- Bentuk rumit dan sudut tajam : $W_3 = 2 \times T$



Gambar 2.5. Penentuan jarak kritis dies [Die design handbook, Third editon]

2.3.8. Lower Plate

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 plate* pada meja mesin. Kadang – kadang juga terpasang *guide pins* pada *block* ini. Perhitungan tebal *lower plate* didasarkan pada defleksi yang diderita oleh plat tersebut. Persamaan defleksi tersebut dirumuskan [Wilson.1964] sebagai berikut :

$$h = \sqrt[3]{\frac{F \times L^3}{48 \times E \times b \times \delta / 12}} \dots \dots \dots (2.17)$$

dimana :

h	= Ketebalan <i>lower plate</i> (mm)
δ	= Defleksi yang diijinkan = 0,001 inchi = 0,0254 mm
F	= Beban yang diterima (kg)
L	= Panjang tumpuan (mm)
E	= <i>Modulus elastisitas</i> bahan (kg/mm ²)
b	= Lebar <i>lower plate</i> (mm)

2.3.9. *Guide Pins / Guide Post*

Guide pins / guide post merupakan komponen *press tools* yang berupa silinder baja. *Guide pins* berfungsi untuk menjaga kelurusan antara *punch* dengan *die* saat proses berlangsung. Disamping itu *guide pins* diperlukan juga dalam pembuatan konstruksi *press tool* maupun dalam perbaikan nantinya apabila terjadi kerusakan ataupun penggantian salah satu komponen *press tool* tersebut.

2.3.10. *Stopper*

Untuk mendapatkan hasil yang akurat dan mempermudah proses pemotongan diperlukan suatu *stopper*, yang berfungsi untuk mengatur langkah kecepatan material. *End stopper* dan *Auxiliary 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 kontakny dengan *stock strip* sering kali tidak tepat, karena bentuknya yang silindris dan permukaan *pin* yang digunakan dengan *stock strip* dibuat rata.

b. *Auxiliary 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 perakitan, bila sewaktu – waktu *die block* perlu dipertajam sisi pemotongnya dan pengoperasian *stopper* nya adalah secara manual.

2.4. *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. Pada perhitungan, tegangan yang diterima adalah berupa tegangan kompresi sebagai akibat beban yang dibutuhkan untuk melakukan operasi *press* [Wilson.1964] :

$$\sigma_{(ijin)komp} \geq \frac{k \times L_s \times t \times \sigma_{su}}{A} = \sigma_{komp} \dots \dots \dots (2.18)$$

dimana :

- σ_{komp} = Tegangan kompresi (kg/mm²)
- $\sigma_{(ijin)komp}$ = Tegangan kompresi yang diijinkan (kg/mm²)
- σ_{su} = *Ultimate shear strength stock strip* (kg/mm²)
- A = Luas penampang *punch* (mm²)
- t = Tebal *stock strip* (mm)
- k = Penetrasi material, untuk baja = 33 %,
material lain = 70%

L_s = Keliling pemotongan (mm)

Untuk mendapatkan panjang *punch* maksimal dapat digunakan persamaan [Wilson.1964] berikut ini :

$$L_p = \sqrt{\frac{\pi^2 \times E \times I_m}{4 \times K_s \times L_s \times t \times \sigma_{su}}} \dots \dots \dots (2.19)$$

dimana :

l_p = Panjang *punch* (mm)

I_m = *Momen Inersia* penampang *punch*

K_s = Faktor keamanan = 2 – 3

(untuk baja yang dikeraskan)

E = *Modulus Young (elastisitas)* material *punch*

σ_{su} = *Ultimate shear strength stock strip* (kg/mm²)

L_s = Keliling pemotongan (mm)

t = Tebal *stock strip* (mm)

2.4.1. Pegas

Pegas dalam perencanaan *press tools* ini diletakkan diantara *punch holder* dengan *blanking holder* dan berfungsi sebagai penerus gaya dari belakang *holder* dan juga sebagai bagian dari *stripper* karena mendukung pelepasan plat material dari *punch*.

2.4.2. Baut dan Dowel Pins

Baut dan *dowel pin* dalam perkakas *press tools* sering disebut dengan nama *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 [Wilson.1964] :

$$\frac{\text{Clearance}}{(\text{Tebal Plate}) - (\text{Penetrasi})} = \frac{(\text{Horizontal Force})}{(\text{Cutting Force})} \quad (2.20)$$

2.4.3. Pilot

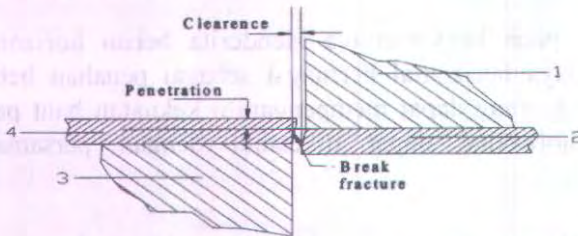
Fungsi *pilot* adalah untuk menempatkan atau memposisikan *stock strip* secara tepat pada *die* untuk proses berikutnya. *Pilot* biasanya digunakan pada *progressive dies*. *Pilot* lebih panjang dari *punch* karena sebelum *punch* mengenai *stock strip*, terlebih dahulu *pilot* akan masuk ke dalam lubang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

2.5. Proses *Shearing*

Pada dasarnya proses pemotongan plat itu memerlukan suatu gaya, dimana gaya tersebut akan sepenuhnya diterima oleh material tersebut. Untuk memberikan gaya pada plat tersebut, digunakan alat / perkakas yang dinamakan '*punch dan die*' dengan dasar perhitungan gaya geser. Dalam hal ini gaya diperlukan dari atas (gaya dari *punch*) maupun gaya dari bawah (gaya dari *dies*) besarnya sama. Gaya yang diberikan ini akan menciptakan suatu tekanan pada material yang dinamakan dengan tegangan geser dan hal inilah yang menyebabkan terpotongnya

material tersebut. Tekanan perlawanan dari material dinamakan dengan kekuatan geser atau batas patah geser.

Skema proses pemotongan ditunjukkan pada gambar 2.6 dibawah ini [Wilson.1964] :



Gambar 2.6. Proses Shearing [Wilson.1964]:

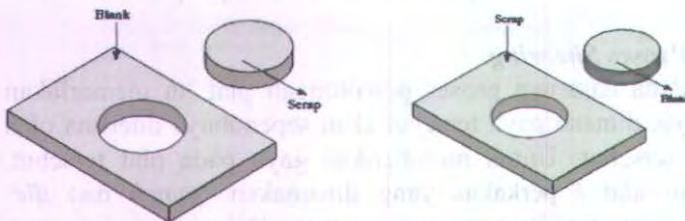
Keterangan :

1. Punch
2. Material
3. Die

Pada pembuatan *outer plate* ini, ada dua proses *shearing* yang dilakukan, yaitu [Wilson.1964] :

- Piercing
- Blanking

Perbedaan antara *blanking* dan *piercing*, dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 2.7. Piercing [FW. Wilson, 1964] Gambar 2.8. Blanking [FW. Wilson, 1964]

2.5.1. Gaya Potong

Pada umumnya kerja dari *punch* dan *die* adalah saling tegak lurus terhadap permukaan material yang akan dipotong, dengan sisi potong yang saling bertemu. Sistem pemotongan dapat dibedakan menjadi dua yaitu sistem potong '*square ended*' dan sistem potong '*shear*'. Sistem potong *square ended* adalah sistem pemotongan dengan *punch* dan *die* yang memiliki permukaan rata, sehingga dalam hal ini akan memiliki keuntungan dalam pembuatan serta dalam pengasahannya. Untuk mendapatkan besarnya gaya potong yang dipergunakan adalah dengan mengalikan luasan dengan tekanan, sedangkan yang dipakai sebagai tekanannya digunakan tegangan geser yang dimiliki oleh material tersebut. Persamaan gaya potong tersebut adalah sebagai berikut [Lange Kurt.1985] :

$$F_s = \sigma_{su} \times L_s \times t \dots\dots\dots(2.21)$$

dimana :

F_s = Gaya potong (kg)

σ_{su} = Tegangan geser maksimal material (kg/mm²)

L_s = Keliling pemotongan (mm)

t = Tebal *stock strip* (material) (mm)

Dalam hal ini, luasan potong pada proses *cutting* adalah keliling potong dikalikan tebal material. Dalam kenyataannya, panjang keliling potong pada *die* akan selalu lebih besar dibandingkan dengan keliling potong dari *punch* nya, yang selisihnya tergantung dari besarnya *clearance* yang dipakai. Untuk menentukan luasan potongnya, dapat diambil dari ukuran *punch* ataupun *dies* nya, namun yang paling praktis adalah dengan menggunakan ukuran dari produknya, mengingat besarnya *clearance* yang relatif kecil.

Kerja yang diperlukan pada sistem *square ended* adalah merupakan hasil perkalian antara gaya dengan jarak yang ditempuh oleh gaya tersebut. Yang dimaksud jarak dalam hal ini adalah besarnya langkah *punch* selama bekerja, yaitu pada waktu

punch mulai menyentuh material sampai material tersebut terpotong atau dengan kata lain jarak juga berarti sama besarnya panjang penetrasi. Semakin tebal material yang dikerjakan, maka akan semakin besar kerja yang diperlukan.

Sistem pemotongan yang kedua adalah dengan sistem *shear*. Pemotongan sistem *shear* adalah sistem pemotongan dengan cara membuat permukaan potong atau *die* dibuat miring. Hal ini dimaksudkan untuk mengurangi besarnya gaya potong yang digunakan, dengan demikian apabila gaya potong yang akan dipergunakan lebih besar dari kemampuan / kapasitas tekan dari mesin, maka sudut kemiringannya perlu dibuat cukup besar, hal ini dimaksudkan untuk mengimbangi kerja dari mesin.

Prinsip potong ini sama halnya dengan prinsip pengguntingan dengan menggunakan tangan untuk memotong seng atau kertas. Kemiringan dari salah satu sisi pisaunya terhadap yang lain akan memperkecil gaya yang diperlukan oleh radius tangen, sesuai dengan kemampuannya yang relatif kecil sehingga tangan mampu menggunting. Pada umumnya kemiringan diberikan pada *punch* untuk mengerjakan pembuatan lubang, karena *blank* nya akan mengalami lengkungan (*distorsi*), sedangkan kemiringan pada *die* dipakai untuk mengerjakan *blanking*, karena dalam hal ini *strip* nya akan mengalami *distorsi*.

2.5.2. Clearance Shearing

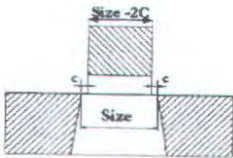
Untuk mendapatkan hasil dari proses *shearing* yang baik, faktor *clearance* sangatlah menentukan. Fungsi dari *clearance* ini adalah untuk mengurangi gesekan akibat tekanan pada material saat proses berlangsung. Besarnya *clearance* akan mempengaruhi proses dan hasil dari pemotongan seperti:

- Besarnya gaya potong yang dipakai
- Umur pakai dari *punch* serta *die*
- Permukaan hasil pemotongan

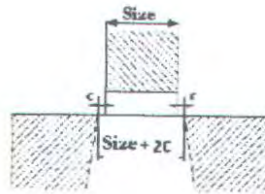
Pemilihan *clearance* yang terlalu besar akan mengakibatkan permukaan potongnya akan berbentuk radius yang sangat besar. Apabila *clearance* terlalu kecil akan mengakibatkan terjadinya *secondary shear*, yaitu terjadinya robekan pada material dimana hal tersebut tidak diinginkan.

Perencanaan besar *clearance* tergantung dari bentuk produk yang diinginkan dan ketebalan material yang digunakan.

- Perbedaan *clearance* untuk *blanking* dan *piercing* bentuk lubang beraturan ditunjukkan pada gambar dibawah ini.

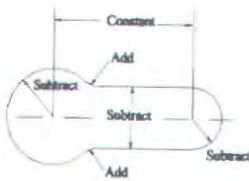


Gambar 2.9. Clearance Blanking Piercing [P.N.Rao,1998]

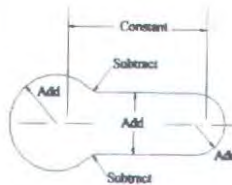


Gambar 2.10. Clearance [P.N.Rao,1998]

- Penerapan *clearance* untuk lubang bentuk tidak beraturan di tunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.11. Penerapan pada Punch [P.N.Rao,1998]



Gambar 2.12. Penerapan pada Die [P.N.Rao,1998]

Penentuan *clearance* dapat menggunakan persamaan dibawah ini, dimana sifat mekanik material yaitu tegangan geser dari material ikut dipertimbangkan [P.N. Rao.1998] :

$$C = 0,01 \times t \sqrt{\sigma_{SU}} \dots \dots \dots (2.22)$$

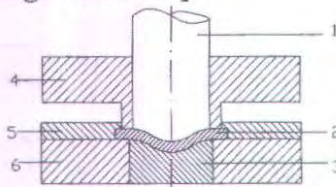
dimana :

- C = Clearance satu sisi (mm)
- t = Tebal *stock strip* material (mm)
- σ_{SU} = Tegangan geser maksimal (kg/mm²)

2.6. Proses *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 bulan sabit yang timbul (menonjol) pada *outer plate* 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 [Lange Kurt.1985]:



Gambar 2.13. Proses *Embossing* [Kurt lange, 1985]

Keterangan :

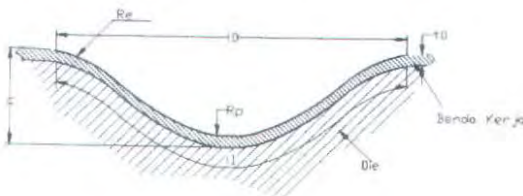
- | | |
|---------------------------|-----------------------------------|
| 1. <i>Embossing Punch</i> | 4. <i>Blank holder / Stripper</i> |
| 2. <i>Material</i> | 5. <i>Guide stock</i> |
| 3. <i>Die Insert</i> | 6. <i>Die block</i> |

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 ke arah 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*.

Penampang plat yang terbentuk akibat proses *embossing* ditunjukkan pada gambar berikut [Lange Kurt. 1985] :



Gambar 2.14. *Penampang Plat Akibat Embossing Embossing*
[Kurt lange, 1985]

2.6.1. *Gaya Embossing*

Persamaan untuk mendapatkan besarnya gaya *emboosing* yang diperlukan agar didapat produk dengan hasil yang diinginkan menurut [Lange Kurt.1985] adalah sebagai berikut :

Persamaan *Gaya Embossing* :

$$P_E = \frac{A_1}{\eta_{def}} \times \sigma_{fm} \times \ln \frac{A_0}{A_1} \dots\dots\dots(2.23)$$

dimana :

P_E = *Gaya Embossing* (kg)

η_{def} = Efisiensi deformasi, harganya berkisar antara 0,5 – 0,7, jika terjadi deformasi homogen maka harga yang dipilih yang paling besar.

A_0 = Luas penampang material mula – mula (mm²)

A_1 = Luas penampang setelah pengerjaan (mm²)

σ_{fm} = Tegangan alir rata – rata (kg/mm²)

Tegangan Alir rata – rata :

$$\sigma_{fm} = \frac{K}{\varepsilon} \left(\frac{\varepsilon^{n+1}}{n+1} \right) \dots\dots\dots(2.24)$$

dimana :

K = Koefisien kekuatan

n = Eksponen pengerasan regang
 nilai K dan n diperoleh dari uji tarik bahan

sedangkan :

$$\varepsilon = \frac{l_1 - l_0}{l_0} = \frac{\Delta l}{l_0} \dots \dots \dots (2.25)$$

dimana :

l_0 = lebar awal benda kerja

l_1 = lebar sesudah pengerjaan

2.7. Proses Bending

Bending merupakan proses yang mengubah bentuk – bentuk lurus menjadi lengkungan (bengkok). Pada proses *Bending* bagian dalam lengkungan terjadi tegangan kompresi sedangkan bagian luar lengkungan mengalami tegangan tarik. Karena tegangan lulur dari logam untuk kompresi lebih besar dari tarikan maka logam pada sisi luar lengkungan akan mengalami lulur terlebih dahulu, sehingga posisi sumbu netral tidak lagi mempunyai jarak yang sama terhadap kedua permukaan bidang lengkung. Hal ini mengakibatkan pengecilan logam pada bagian itu, karena aliran plastis pada sisi luar lengkungan.

Gaya yang dibutuhkan untuk proses *forming* ini dapat dihitung dengan persamaan [DA.Smith.1990] adalah :

$$F = \frac{K \times L \times \sigma_{SU} \times t^2}{W} \dots \dots \dots (2.26)$$

dimana :

W = lebar bentangan dies (mm)

- L = panjang bahan (mm)
 K = 1,2 – 1,33 untuk V die
 = 2 x K V die, untuk U die
 = $\frac{1}{2}$ x K V die, untuk bending biasa
 t = tebal bahan (mm)
 σ_{SU} = tegangan geser material (kg/mm²)

2.8. Laju Produksi

Laju produksi dinyatakan unit *out put* per jam. Misalnya dengan symbol RP dimana waktu yang diperlukan pada mesin untuk mengerjakan 1 *batch* sebanyak Q unit.

$$\frac{\text{waktu.batch}}{\text{me sin}} = T_{su} + QTq \dots \dots \dots (2.28)$$

Jika tidak semua produk yang dibuat jadi baik, atau gagal sebanyak q (dalam fisik), maka unit yang perlu dikerjakan untuk membuat produk baik sebanyak Q adalah :

$$\frac{Q}{1-q}$$

Sehingga waktu batch menjadi :

$$\frac{\text{waktu.batch}}{\text{me sin}} = T_{su} + \frac{QT_o}{1-q}$$

dimana :

- T_{Su} = Waktu set-up
 T_o = Waktu / operasi pada satu mesin tertentu atau pada suatu stasiun kerja.
 N_m = Jumlah mesin / stasiun yang ada yang harus dilewati oleh produk sampai jadi.

Q = Jumlah produk yang dibuat dalam satu batch
 Tno = Waktu non oprasi kerja

Waktu produksi adalah waktu batch dibagi dengan jumlah unit dalam 1 batch

$$TP = \frac{\text{waktu.batch / mesin}}{Q} (1 \text{ jam / unit}) \dots \dots \dots (2.29)$$

Untuk Jop Shop dimana $Q = 1$ maka waktu produksi :

$$Tp = Tsu + To$$

B A B III

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini diperlukan proses penelitian yang terstruktur dan langkah – langkah yang sistematis dalam pelaksanaannya. Sehingga proses penelitian nanti dapat dipahami dan diikuti oleh pihak lain dengan baik. Adapun tahapan – tahapan yang dilakukan dalam proses penelitian ini adalah sebagai berikut :

3.1. Studi Pustaka

Studi kepustakaan diperlukan sebagai acuan referensi penulis untuk mendalami permasalahan yang akan diteliti di perusahaan terutama yang berhubungan dengan teori proses – proses pembentukan, pembuatan benda kerja menggunakan *press tools* seta teori tentang peningkatan laju produksi.

3.2. Studi Lapangan dan Pengumpulan Data.

Data yang diperlukan dalam perencanaan proses ini meliputi :

1. Gambar desain produk
2. Jenis material produk
3. Spesifikasi mesin yang akan digunakan
4. Jenis proses pembuatan
5. Waktu tiap – tiap proses
6. Jumlah mesin dan operator / pekerja

3.3. Perencanaan dan Analisa Data

Langkah – langkah perencanaan dan analisa data yang akan dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Pemilihan urutan proses

2. Pemilihan *press tools*
3. Pengujian material
4. Perencanaan proses *manufaktur*
5. Perencanaan laju produksi
6. Kesimpulan

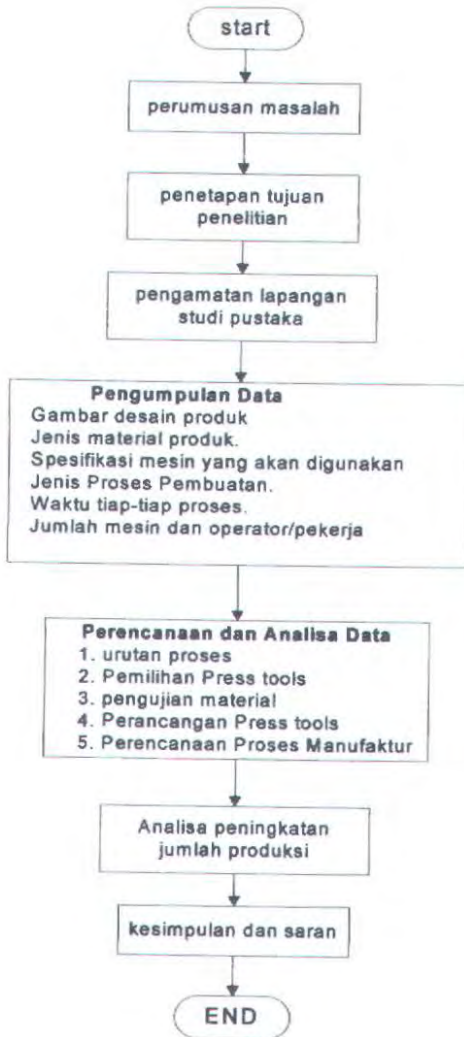
3.4. Perencanaan Proses Manufaktur dan Perhitungan Analisa Laju Produksi

Hal – hal yang dilakukan pada langkah ini adalah :

- Perencanaan proses pembuatan *punch - dies*
- Perhitungan laju produksi

3.5. Diagram Alir Penelitian

Penelitian dilakukan dengan mengikuti diagram alir yang ditunjukkan pada gambar berikut ini :



Gambar.3.1. Diagram Alir Penelitian

3.6. Proses Produksi :

Pada proses yang ada sebelumnya produk dibuat melalui 12 proses terpisah dimana 4 proses di dalamnya yaitu proses menggunakan *Individual Dies*. Terpisah yang dimaksudkan adalah dimana tiap proses dikerjakan satu persatu. Untuk proses terpisah ini menggunakan *press tool type Individual Dies* dengan 4 buah *press tool*. Adapun proses tersebut dapat digambarkan sebagai berikut :

1. Proses *Shearing*.

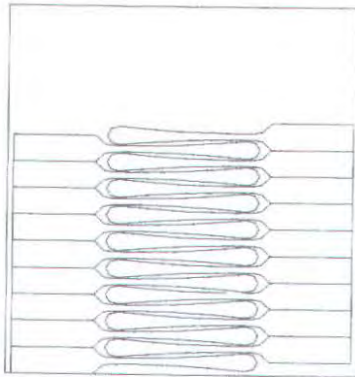


Gambar 3.2. Material benda kerja

Pada proses pembuatan sendok proses yang pertama kali adalah proses *shearing* pada proses ini yang dilakukan adalah memotong material benda kerja dengan

ukuran panjang x lebar = (333 x 270) mm, seperti pada gambar diatas.

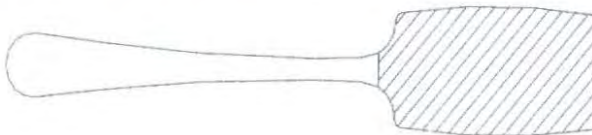
2. Proses *Blanking*.



Gambar 3.3. Material benda kerja pada Proses *Blanking*

Setelah melalui proses *shearing* kemudian dilakukan proses *blanking*, dimana proses pada ini adalah material benda kerja dibentuk sesuai dengan bentuk awal sendok, seperti pada gambar 3.3.

3. Proses *Roll* pertama



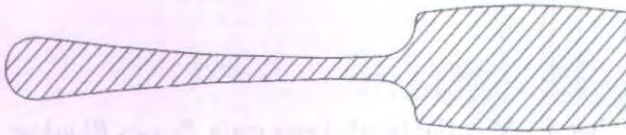
Gambar 3.4. Material benda kerja pada proses *Roll*

Setelah proses *blanking* maka material benda kerja dilakukan proses pengerolan hingga ketebalan menjadi 1,95 mm, pada proses ini hanya bagian ujung dari material (yang diarsir) yang diroll seperti pada gambar 3.4.

4. Proses *Normalizing*

Pada proses ini material benda kerja dibakar sampai dengan temperatur 950°C. Proses ini juga dinamakan proses SODUN BAKAR fungsi dari proses ini adalah untuk menormalizing material.

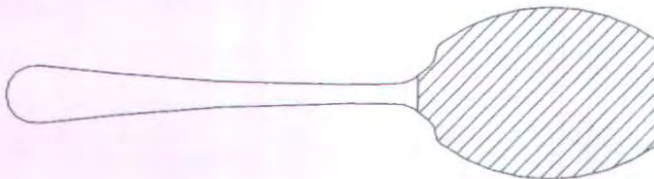
5. Proses Poles pertama



Gambar 3.5. Material benda kerja pada Proses Poles

Setelah dilakukan proses sodun bakar seluruh permukaan material dipoles seperti pada gambar 3.5.

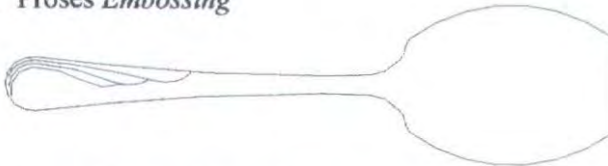
6. Proses *Roll* kedua



Gambar 3.6. Material benda kerja pada proses *Roll* yang kedua

Setelah proses poles maka material benda kerja dilakukan proses pengerolan hingga ketebalan menjadi 1,85 mm, pada proses ini hanya bagian ujung (yang diarsir) dari material yang diroll seperti pada gambar 3.4.

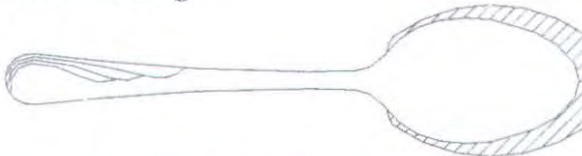
7. Proses *Embossing*



Gambar 3.7. Material benda kerja pada proses *Embossing*.

Pada proses ini adalah membuat motif pada gagang sendok seperti pada gambar 3.7.

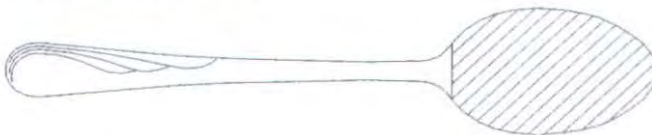
8. Proses *Blanking*



Gambar 3.8. Material benda kerja pada proses *Blanking*.

Setelah proses *embossing*, maka material benda kerja dilakukan proses *blanking* yaitu memotong bentuk *elips* bagian ujung dari material, dan membuang bagian yang diarsir seperti pada gambar 3.8.

9. Proses Poles kedua



Gambar 3.9. Material benda kerja pada Proses Poles kedua

Setelah dilakukan proses *blanking*, bagian ujung material (yang diarsir) dipoles seperti pada gambar 3.9.

10. Proses *Bending*



Gambar 3.10. Material benda kerja pada Proses bending

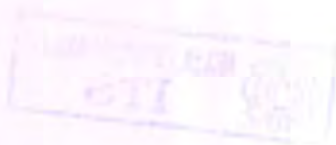
Pada proses ini adalah membuat lengkungan pada bagian gagang sendok dan cekung pada ujung sendok depan sendok. Seperti pada gambar 3.10.

11. Proses Poles *finishing*

12. Proses Cuci, Inspect dan *Packing*

Dengan menggunakan *Individual Dies* seperti diatas setiap bagian dikerjakan satu persatu pada stasiun – stasiun, antara lain pada :

- Stasiun 2 proses *blanking* membuat bentuk awal sendok.
- Stasiun 7 proses *embossing* membuat motif pada gagang sendok.
- Stasiun 8 proses *piercing* membuat bentuk elips pada bagian depan sendok.
- Stasiun 10 proses *bending* untuk melengkungkan bagian bentuk elips pada bagian depan sendok.



BAB IV

TAHAPAN PROSES DAN PENGUJIAN MATERIAL

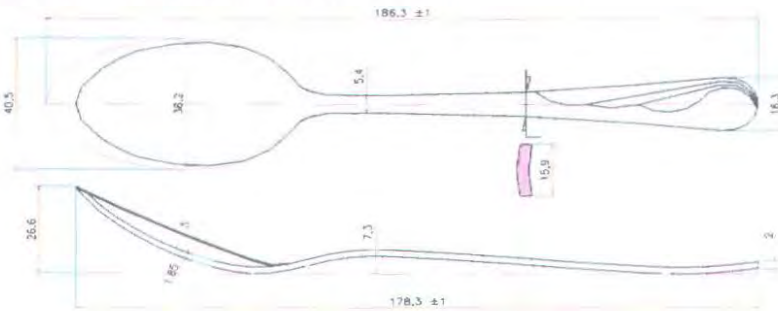
4.1. Tinjauan Produk

Press tool yang akan direncanakan adalah *press tool* untuk membuat produk sendok. Produk sendok tersebut dikerjakan dengan menggunakan *Combination Dies* untuk keseluruhan prosesnya yaitu *bending*, *forming* dan *embossing*.

4.1.1. Bahan Produk

Bahan dari produk sendok ini adalah plat *stainless steel* yang telah diuji tarik untuk mengetahui kekuatan tarik maksimumnya yang digunakan dalam perhitungan perencanaan ini. Besar kekuatan tarik maksimumnya adalah 121,84 kg/mm².

4.1.2. Bentuk dan Dimensi Produk



Gambar 4.1. *Dimensi Produk*

4.1.3. Tahapan Proses

Pada proses pembuatan produk sendok ini terdiri dari beberapa proses yaitu proses *shearing*, *blanking roll*, *normalizing* (sodun bakar dengan 950°), poles, *embossing*, *blanking*, *bending dies* yang digunakan adalah jenis *Combination Dies*, dimana tiga proses tersebut akan dilaksanakan dalam satu kali proses pengerjaan, sehingga produk yang keluar dari *dies* sudah berupa produk jadi.

Sesuai dengan bentuk dan dimensi dari produk yang akan dibuat, maka urutan proses yang pertama adalah dilakukan proses *blanking* pada benda kerja setengah jadi, kemudian yang kedua adalah proses, *embossing*, *blanking* dan *bending* yang dilakukan bersamaan. Ketiga proses tersebut akan dijelaskan pada gambar berikut ini :

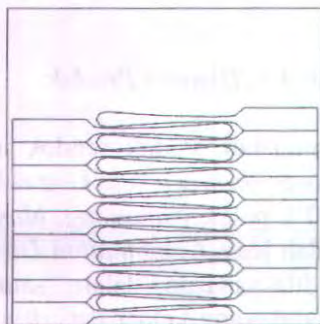
1. Proses *Shearing*



Gambar 4.2. Material benda kerja

Pada proses pembuatan sendok proses yang pertama kali adalah proses *shearing* pada proses ini yang dilakukan adalah memotong material benda kerja dengan ukuran panjang x lebar = (333 x 270) mm, dengan tebal 2 mm seperti pada gambar 4.2.

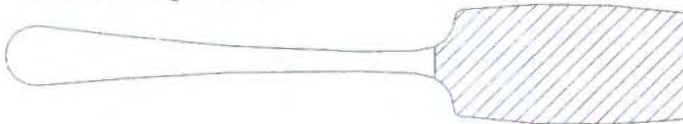
2. Proses *Blanking*



Gambar 4.3. Material benda kerja Proses *Blanking*

Setelah melalui proses *shearing* kemudian dilakukan proses *blanking*, dimana pada proses ini material benda kerja dibentuk sesuai dengan bentuk awal sendok, seperti pada gambar 4.3.

3. Proses *Roll* pertama



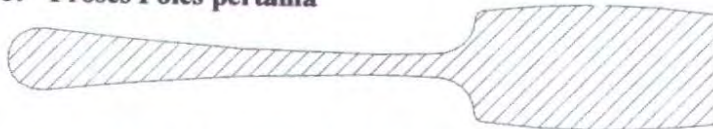
Gambar 4.4. Material benda kerja pada proses *Roll*

Setelah proses *blanking* maka material benda kerja dilakukan proses pengerolan hingga ketebalan menjadi 1,95 mm., pada proses ini hanya bagian ujung dari material (yang diarsir) yang diroll seperti pada gambar 4.4.

4. Proses *Normalizing*

Pada proses ini material benda kerja dibakar sampai dengan temperatur 950°C. Proses ini juga dinamakan proses SODUN BAKAR fungsi dari proses ini adalah untuk *normalizing* material.

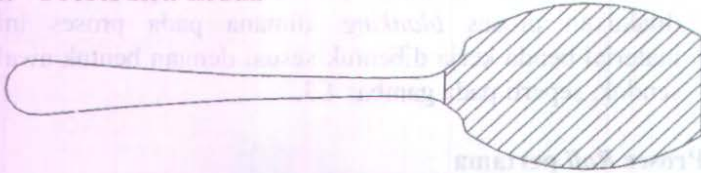
5. Proses Poles pertama



Gambar 4.5. Material benda kerja pada Proses Poles

Setelah dilakukan proses sodun bakar seluruh permukaan material (yang diarsir) dipoles seperti pada gambar 4.5.

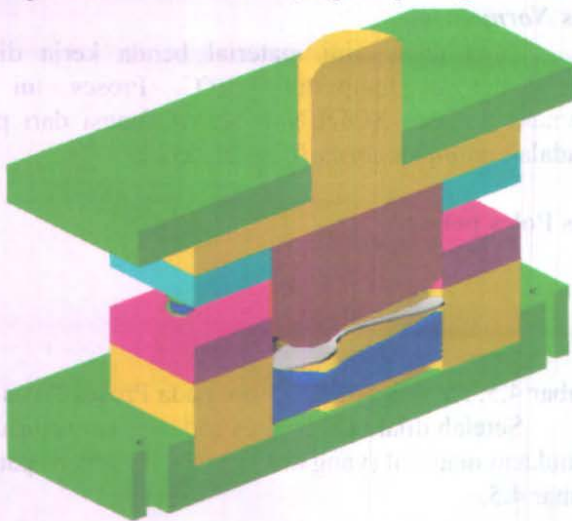
6. Proses *Roll* kedua



Gambar 4.6. Material benda kerja pada proses *Roll* yang kedua

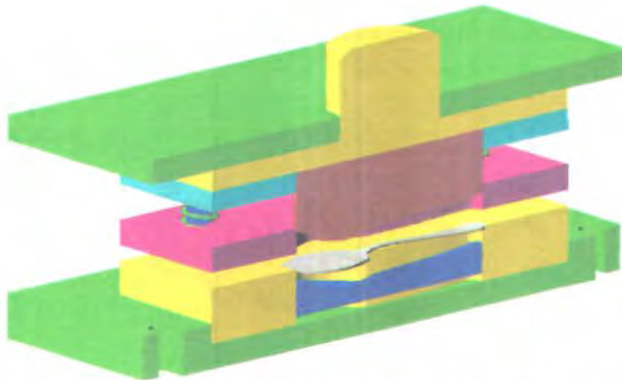
Setelah proses poles maka material benda kerja dilakukan proses pengerolan hingga ketebalan menjadi 1,85 mm, pada proses ini hanya bagian ujung (yang diarsir) dari material yang diroll seperti pada gambar.4.6.

7. Untuk proses *embossing* (motif gagang sendok), proses *blanking* (membuat bentuk elips), proses *bending* (membuat lengkungan pada bagian gagang sendok dan bagian depan sendok). Dilakukan dalam satu proses menggunakan *press tool* jenis *combination dies*, seperti pada gambar dibawah.



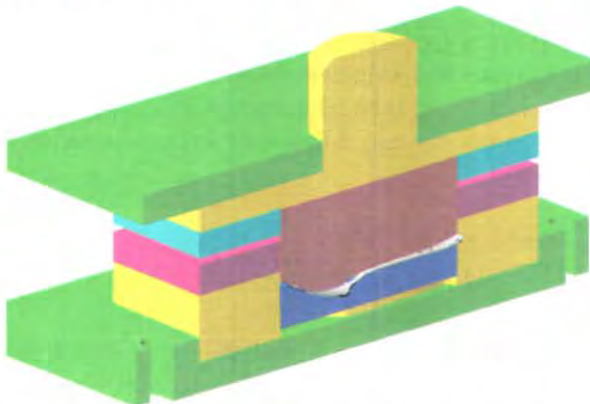
Gambar 4.7. *Press tool combination dies* dan material benda kerja

Pada gambar diatas menunjukan proses material benda kerja setengah jadi pada matras untuk dikenai tekanan oleh matras.



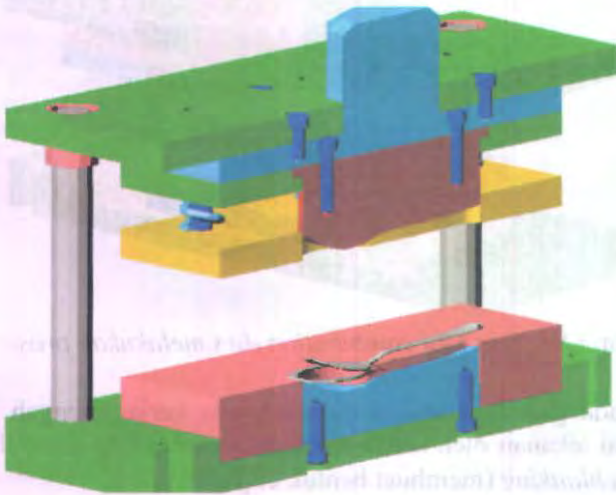
Gambar 4.8. *Press tool combination dies melakukan proses Blanking.*

Pada gambar diatas material benda kerja setengah jadi dikenai tekanan oleh matras material benda kerja mengalami proses *blanking* (membuat bentuk elips).



Gambar 4.9. *Press tool combination dies melakukan proses Blanking Embossing*

Setelah matras melakukan proses *blanking* (membuat bentuk elips), matras terus menekan benda kerja untuk melakukan proses selanjutnya yaitu *embossing* (motif gagang sendok), proses *bending* (membuat lengkungan pada bagian gagang sendok dan bagian depan sendok).



Gambar 4.10. *Press tool combination dies setelah melakukan proses blanking embossing, bending*

Setelah benda kerja mengalami proses *blanking*, *embossing*, dan *bending*, tekanan matras dihilangkan dan terbentuklah produk sendok.

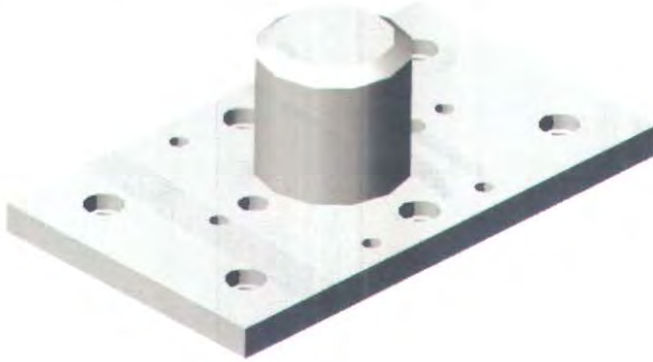
8. Proses Poles (*finishing*)
9. Proses Cuci, *Inspect* dan *Packing*

Dengan menggunakan *combination dies* kita dapat mengerjakan beberapa proses dalam satu stasiun seperti diatas :

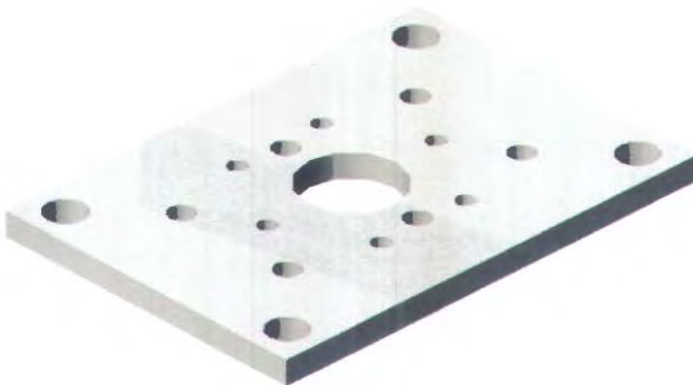
- Stasiun 2 proses *blanking* membuat bentuk awal sendok
- Stasiun 6 proses, proses *blanking*, *embossing* dan *bending*

4.1.4. Komponen *Press Tool*

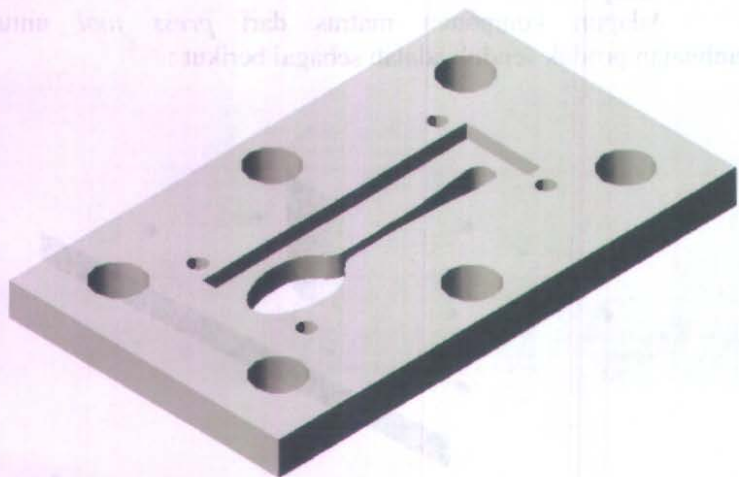
Adapun komponen matras dari *press tool* untuk pembuatan produk sendok adalah sebagai berikut :



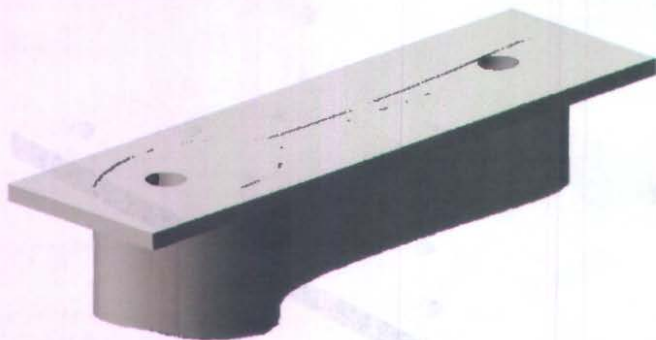
Gambar 4.11 *Shank*



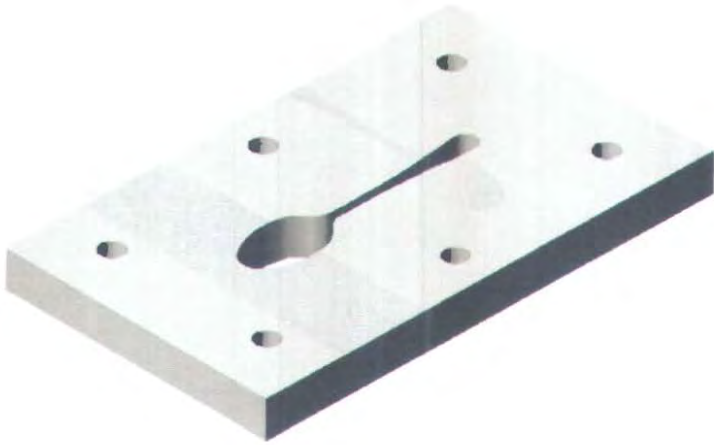
Gambar 4.12. *Upper Plate*



Gambar 4.13. *Punch Holder*



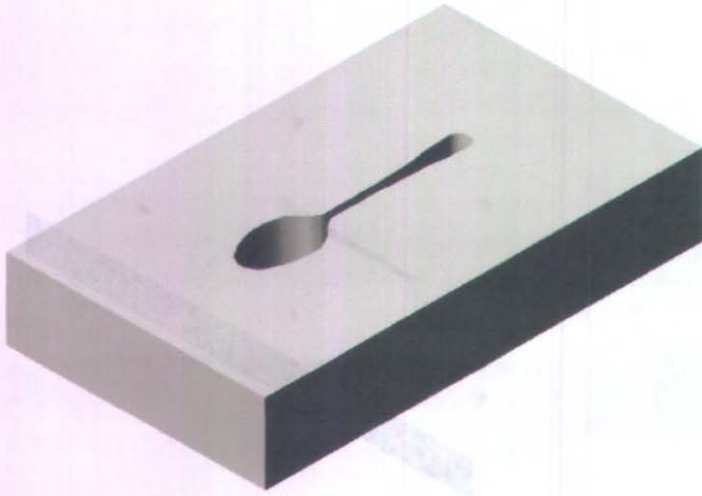
Gambar 4.14. *Punch*



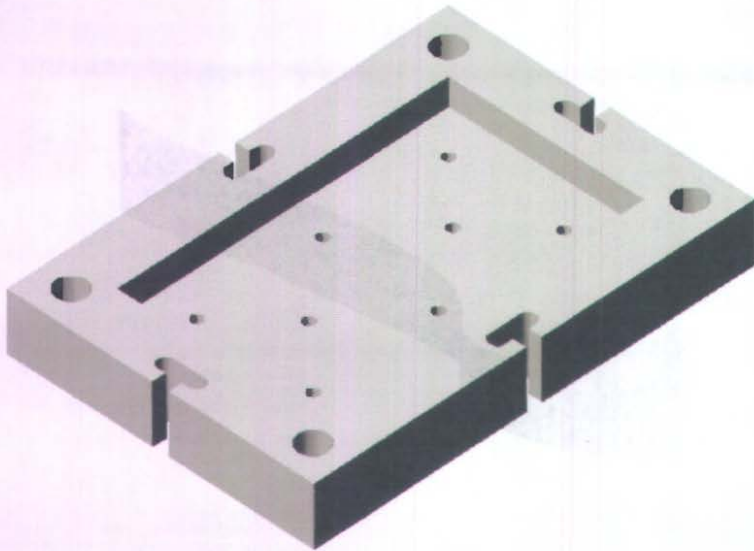
Gambar 4.15. *Stripper*



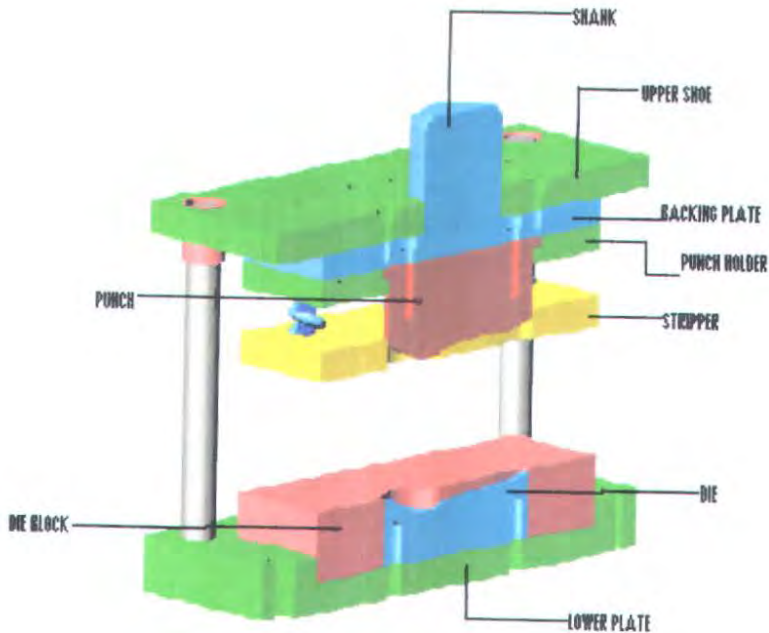
Gambar 4.16 *die*



Gambar 4.17. *Die Block* (a)



Gambar 4.18. *Lower Plate*



Gambar 4.19. *Press tools combination die*

4.2. 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 luluh, perpanjangan, kekuatan tarik maksimum, reduksi luas penampang dan lain-lain.

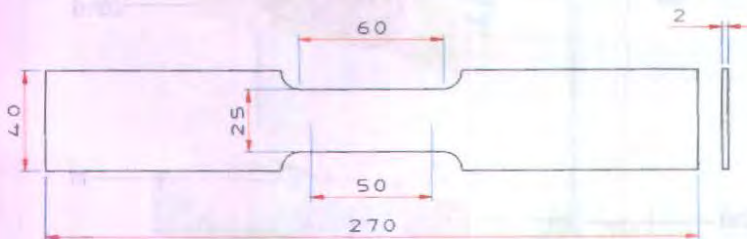
4.2.1. Material Uji Tarik.

Material yang akan diuji tarik adalah material *Stainless Steel* berupa *sheet metal* atau lembaran plat dengan ukuran

tertentu dan ketebalan 2 mm. Uji tarik dilakukan pada suhu kamar 30°C di Laboratorium Metallurgi Teknik Mesin ITS.

4.2.2. Standar Pengujian.

Pengujian yang dilakukan adalah pengujian tarik terhadap plat metal dengan tebal 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.



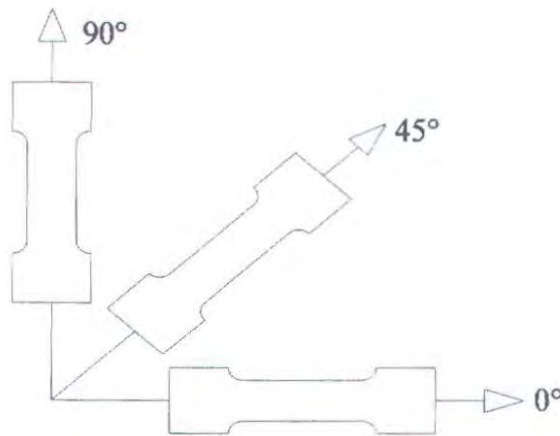
Gambar 4.20. Dimensi Material Uji Tarik

4.2.3. Hasil Pengujian 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 tiga *specimen* pada masing – masing posisi.

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

- membujur (searah pengerolan)
- menyilang (arah 45° pengerolan)
- melintang (tegak lurus arah pengerolan)



Gambar 4.21. Arah Pengambilan Specimen
Maka didapatkan data hasil pengujian sebagaimana yang tercantum dalam tabel berikut ini :

Tabel 4.1. Hasil Pengujian Material

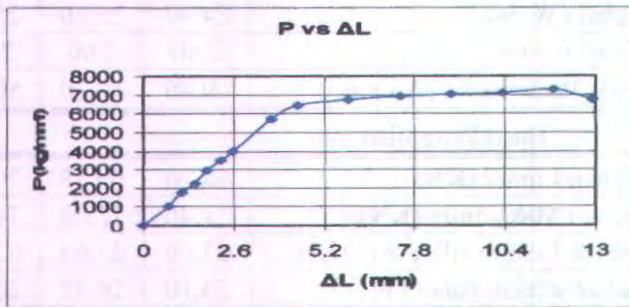
UJI TARIK MATERIAL STAINLESS STEEL				
	Data Uji Tarik	Posisi		
No	Dimensi Specimen	0°	45°	90°
1	Panjang Awal (lo mm)	50,70	51,10	50,30
2	Lebar (W mm)	24,90	25,10	25,00
3	Tebal (t mm)	2,00	2,00	2,00
4	Luas Penampang (Ao mm ²)	49,80	50,20	50,00
Hasil Pengujian				
1	Beban Lumer (KN)	68,20	69,58	70,80
2	Beban Maksimum (KN)	71,40	72,60	74,00
3	Gauge Length stlh patah (L1)	63,60	63,60	62,30
4	Lebar setelah patah (W1)	20,10	20,45	20,35
5	Tebal setelah patah (t1)	1,74	1,74	1,74
6	Luas setelah patah (A1)	34,97	35,58	35,41

Dari tabel Hasil Pengujian Material diatas maka akan kita dapatkan tabel sebagaimana berikut ini :

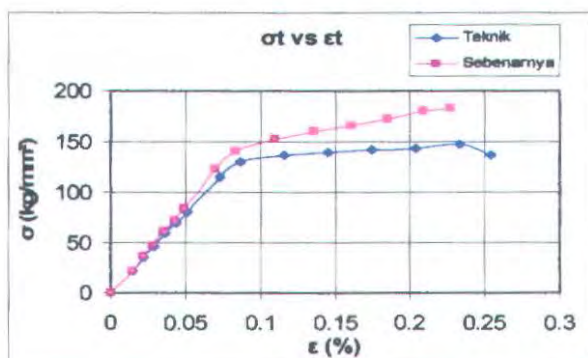
Tabel 4.2. Perhitungan Data Hasil Pengujian Material Posisi 0°

No	P (kg/mm ²)	ΔL (mm)	σ_t (kg/mm ²)	ϵ_t (%)	σ_s (kg/mm ²)	ϵ_s (%)
1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	1039.755	0.737	20.879	0.015	21.182	0.014
3	1732.926	1.106	34.798	0.022	35.557	0.022
4	2252.803	1.474	45.237	0.029	46.552	0.029
5	2945.973	1.843	59.156	0.036	61.306	0.036
6	3465.851	2.211	69.595	0.044	72.631	0.043
7	3985.729	2.580	80.035	0.051	84.107	0.050
8	5718.654	3.686	114.832	0.073	123.180	0.070
9	6411.825	4.423	128.751	0.087	139.983	0.084
10	6758.410	5.897	135.711	0.116	151.496	0.110
11	6931.702	7.371	139.191	0.145	159.428	0.136
12	7018.349	8.846	140.931	0.174	165.519	0.161
13	7104.995	10.320	142.671	0.204	171.711	0.185
14	7278.287	11.794	146.150	0.233	180.149	0.209
15	6758.410	12.900	135.711	0.254	182.268	0.227

Dari tabel 4.2 maka didapatkan grafik – grafik sebagaimana berikut ini:



Gambar 4.22. Grafik Gaya (KN) vs Perpanjangan (mm)

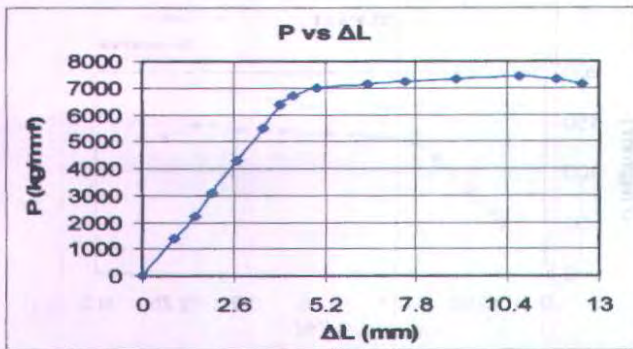


Gambar 4.23. Grafik Tegangan (kg/mm^2) vs Regangan (%)

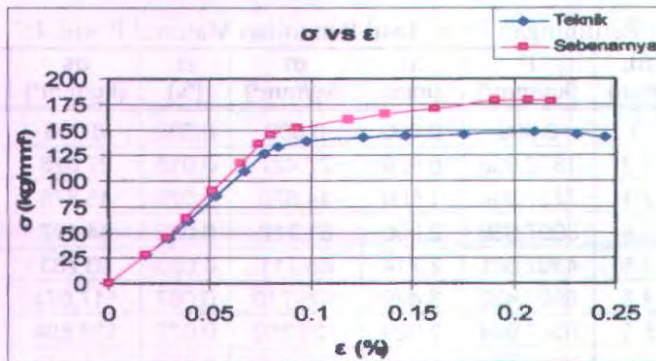
Tabel 4.3. Perhitungan Data Hasil Pengujian Material Posisi 45°

No	P (mm)	ΔL (mm)	P (kg/mm^2)	ΔL (mm)	σ_t (kg/mm^2)	ϵ_t (%)	σ_s (kg/mm^2)	ϵ_s (%)
1	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	8	1.3	1376.858	0.929	27.427	0.018	27.926	0.018
3	13	2.1	2237.394	1.500	44.570	0.029	45.878	0.029
4	18	2.8	3097.930	2.000	61.712	0.039	64.127	0.038
5	25	3.8	4302.681	2.714	85.711	0.053	90.263	0.052
6	32	4.8	5507.432	3.429	109.710	0.067	117.071	0.065
7	37	5.5	6367.968	3.929	126.852	0.077	136.604	0.074
8	39	6	6712.182	4.286	133.709	0.084	144.923	0.081
9	40.5	7	6970.343	5.000	138.851	0.098	152.438	0.093
10	41.5	9	7142.450	6.429	142.280	0.126	160.179	0.118
11	42	10.5	7228.504	7.500	143.994	0.147	165.128	0.137
12	42.5	12.5	7314.558	8.929	145.708	0.175	171.168	0.161
13	43	15	7400.611	10.714	147.423	0.210	178.333	0.190
14	42.5	16.5	7314.558	11.786	145.708	0.231	179.315	0.208
15	41.5	17.5	7142.450	12.500	142.280	0.245	177.084	0.219

Dari tabel 4.3 maka didapatlah grafik – grafik sebagaimana berikut ini:



Gambar 4.24. Grafik Gaya (KN) vs Perpanjangan (mm)

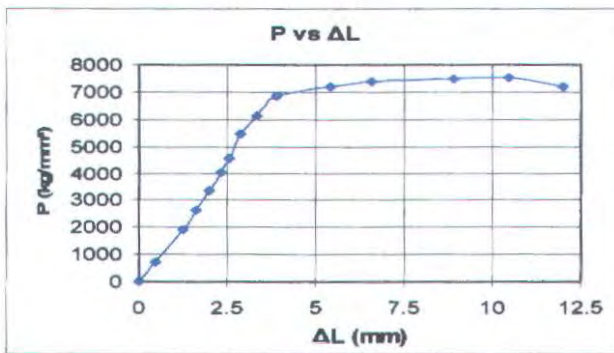
Gambar 4.25. Grafik Tegangan (kg/mm²) vs Regangan (%)

Tabel 4.4. Perhitungan Data Hasil Pengujian Material Posisi 90°

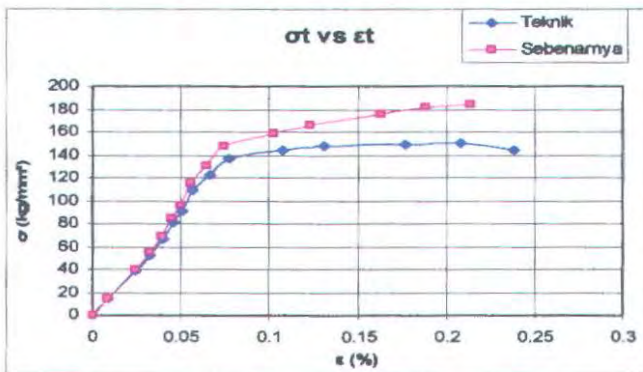
No	P (mm)	ΔL (mm)	P (kg/mm ²)	ΔL (mm)	σ_t (kg/mm ²)	ϵ_t (%)	σ_s (kg/mm ²)	ϵ_s (%)
1	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	4	0.6	701.704	0.465	14.034	0.009	14.164	0.009
3	11	1.6	1929.687	1.239	38.594	0.025	39.544	0.024
4	15	2.1	2631.392	1.626	52.628	0.032	54.329	0.032
5	19	2.6	3333.096	2.013	66.662	0.040	69.330	0.039
6	23	3	4034.801	2.323	80.696	0.046	84.422	0.045
7	26	3.3	4561.079	2.555	91.222	0.051	95.855	0.050

8	31	3.7	5438.210	2.865	108.764	0.057	114.958	0.055
9	35	4.3	6139.914	3.329	122.798	0.066	130.926	0.064
10	39	5	6841.619	3.871	136.832	0.077	147.363	0.074
11	41	7	7192.471	5.419	143.849	0.108	159.348	0.102
12	42	8.5	7367.897	6.581	147.358	0.131	166.636	0.123
13	42.5	11.5	7455.610	8.903	149.112	0.177	175.505	0.163
14	43	13.5	7543.323	10.452	150.866	0.208	182.214	0.189
15	41	15.5	7192.471	12.000	143.849	0.239	184.358	0.214

Dari tabel 4.4 maka didapatlah grafik – grafik sebagaimana berikut ini:



Gambar 4.26. Grafik Gaya (KN) vs Perpanjangan (mm)



Gambar 4.27. Grafik Tegangan (kg/mm²) vs Regangan (%)

Contoh perhitungan untuk mendapatkan harga – harga σ_t dan ϵ_t dalam tabel 4.4 adalah sebagai berikut :

Contoh perhitungan untuk data no.15 :

$$P = 7192.47 \text{ kg/mm}^2$$

$A_0 = 50 \text{ mm}^2$, dapat dilihat pada tabel data pengujian tarik

$L_0 = 50,30 \text{ mm}$, dapat dilihat pada tabel data pengujian tarik

$$\sigma_t = \frac{P}{A_0} = \frac{7192.47}{50.3} = 143.89 \text{ kg/mm}^2$$

$$\epsilon_t = \left(\frac{\Delta L}{L_0} \right) \times 100\% = \left(\frac{12 \text{ mm}}{50,30 \text{ mm}} \right) \times 100\% = 0.239$$

Dari gambar 4.8 grafik tegangan teknik vs regangan teknik didapat :

Kekuatan Tarik Maksimum (σ_U) = 150.87 kg/mm²

Yield Strength = 136.83 kg/mm²

Elongation

$$\epsilon_{\max} = \frac{62,3 - 50,3}{50,3} \times 100\% = 0.239\%$$

Reduksi Penampang

$$\psi = \frac{50,0 - 35,41}{50,0} \times 100\% = 0.29\%$$

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

Contoh perhitungan untuk mendapatkan harga-harga σ_s dan ϵ_s dalam tabel 4.4 adalah sebagai berikut :

Contoh perhitungan untuk $\sigma_s = 184.358 \text{ kg/mm}^2$ dan $\epsilon_s = 0,214$

$$\sigma_s = \sigma_t(1 + \varepsilon_t) = 143.849(1 + 0,239) = 184.358 \text{ kg/mm}^2$$

$$\varepsilon_s = \ln(1 + \varepsilon_t) = \ln(1 + 0,07) = 0,214\%$$

Dari gambar 4.4 grafik tegangan sebenarnya vs regangan sebenarnya didapat :

$$\text{Kekuatan Tarik Maksimum } (\sigma_U) = 182.214 \text{ kg/mm}^2$$

$$\text{Yield Strength} = 147.363 \text{ kg/mm}^2$$

Elongation

$$\varepsilon_{\max} = \frac{62,3 - 50,3}{62,3} \times 100\% = 0.19\%$$

Reduksi Penampang

$$\psi = \frac{50,0 - 35.41}{50,0} \times 100\% = 0.29\%$$

4.2.4. Penentuan Harga K dan n

Untuk menentukan harga K dan n , berdasarkan hubungan persamaan $\sigma_s = K \times (\varepsilon_s)^n$ maka diambil dua titik dibawah titik *Yield Point* pada grafik Tegangan Sebenarnya vs Regangan Sebenarnya dari hasil pengujian tarik material.

Data berikut adalah data hasil uji tarik pada *specimen* 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.

$$\text{➤ } \sigma_s = 147.363 \text{ kg/mm}^2 \text{ dan } \varepsilon_s = 0.074 \%$$

$$\text{➤ } \sigma_s = 182.214 \text{ kg/mm}^2 \text{ dan } \varepsilon_s = 0.189 \%$$

Dengan mengeliminasi kedua titik tersebut dengan persamaan maka dapat dicari

$$\ln \sigma_s = \ln K + (n \times \ln \varepsilon_s):$$

$$\ln 182.214 = \ln K + (n \times \ln 0.189)$$

$$\ln 147.363 = \ln K + (n \times \ln 0,074)$$

$$5.2 = n \times (-2.6)$$

$$4,9 = n \times (-1.6)$$

$$0,3 = n \times 4.2$$

$$n = 0,07$$

$$K = \frac{\sigma_s}{(\varepsilon_s)^n} = \frac{182.214}{(0,189)^{0,07}} = \frac{182.214}{0,88} = 207.06 \text{ kg/mm}^2$$

Sehingga diperoleh harga $K = 207.06 \text{ kg/mm}^2$ dan $n = 0,07$

4.2.5. Penentuan τ_{SU} Dari σ_U

Dalam menentukan τ_{SU} , maka dapat digunakan konstanta yang diambil dari buku *machine design* hal 89 yaitu :

$$\tau_{SU} = 0.8\sigma_U$$

$$\tau_{SU} = 0.8\sigma_U = 0.8 \times 180.149 = 144.11 \text{ kg/mm}^2 \text{ untuk sudut } 0^\circ$$

$$\tau_{SU} = 0.8\sigma_U = 0.8 \times 178.333 = 142.66.11 \text{ kg/mm}^2 \text{ untuk sudut } 45^\circ$$

$$\tau_{SU} = 0.8\sigma_U = 0.8 \times 184.358 = 145.772 \text{ kg/mm}^2 \text{ untuk sudut } 90^\circ$$

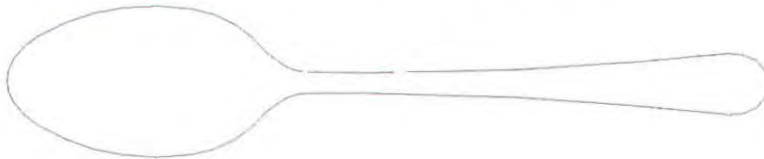
Maka, $\tau_{SU} = 145.772 \text{ kg/mm}^2$ pada posisi 90° ini yang akan digunakan dalam perhitungan dikarenakan memiliki beban maksimum paling besar, sehingga tentunya akan lebih aman untuk perhitungan perencanaan matras.

BAB V

PERENCANAAN PERHITUNGAN *PRESS TOOLS*

5.1 Analisa Proses *Blanking*

Proses *blanking* juga merupakan proses *shearing* atau proses pemotongan, dimana dalam kasus disini memotong material menjadi bentuk sendok seperti pada gambar berikut :



Gambar 5.1. Keliling Pemotongan

Untuk mendapatkan besarnya gaya potong yang dipergunakan adalah dengan mengalikan luasan dengan tekanan, sedangkan yang dipakai sebagai tekanannya digunakan tegangan geser yang dimiliki oleh material tersebut. Persamaan gaya potong tersebut adalah sebagai berikut [*Kurt Lange*] :

$$F_s = \tau_{su} \times L_s \times t$$

dimana :

F_s = Gaya potong (kg)

τ_{su} = Tegangan geser maksimal material (kg/mm^2)

L_s = Keliling pemotongan (mm)

t = Tebal *stock strip* (material) (mm)

- Tegangan geser material yaitu $\tau_{su} = 145,771 \text{kg/mm}^2$.
- Tebal material yang akan mengalami proses *shearing* adalah $t = 2 \text{mm}$.

- Untuk mencari keliling pemotongan dengan kontur yang tidak beraturan dapat digunakan Program *AutoCAD*. Maka di dapat keliling bagian dari produk yang akan mengalami proses *blanking* adalah $L_s = 410,7834 \text{ mm}$.

Sehingga dapat dihitung gaya pada proses *blanking*

$$F_s = \tau_{su} \times L_s \times t$$

$$F_s = 145,771 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2} \times 410,7834 \text{ mm} \times 2 \text{ mm}$$

$$F_s = 11960,6 \text{ kg}$$

$$F_s = 119,76 \text{ ton}$$

Maka, gaya yang terjadi pada proses *blanking* adalah $F_s = 119,76 \text{ ton}$.

5.1.1 Analisa Proses *Bending*

Bending merupakan proses yang mengubah bentuk-bentuk lurus menjadi lengkungan (bengkok). Pada proses *bending* bagian dalam lengkungan terjadi tegangan kompresi sedangkan bagian luar lengkungan mengalami tegangan tarik.

Gaya yang dibutuhkan untuk proses *bending* ini dapat dihitung dengan persamaan [Smith, 1990] adalah :

$$F = \frac{K \times L \times \tau_{SU} \times t^2}{W}$$

dimana :

W = lebar bentangan *dies* (mm)

L = panjang bahan (mm)

K = 1,2 – 1,33 untuk V *die*

= 2 x K V *die*, untuk U *die*

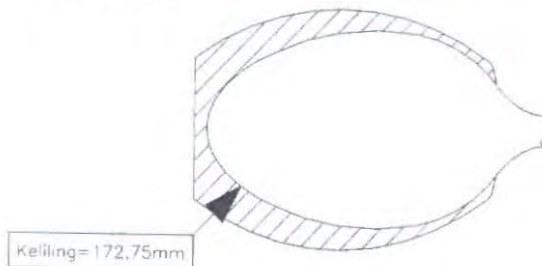
= ½ x K V *die*, untuk *bending* biasa

t = tebal bahan (mm)

τ_{SU} = Tegangan geser material (kg/mm²)

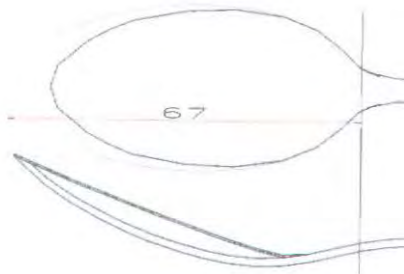
- Tegangan geser material yaitu $\tau_{su} = 145,771 \text{ kg/mm}^2$.
- Tebal bahan material yang akan mengalami proses *bending* adalah $t = 2 \text{ mm}$.

Untuk mencari panjang bahan dengan kontur yang tidak beraturan dapat digunakan Program *AutoCAD*. Maka di dapat keliling bagian dari produk yang akan mengalami proses *forming* adalah $L = 410,7834 \text{ mm}$.



Gambar 5.2. Panjang Bahan

- Untuk faktor K karena *bending* biasa maka $K = \frac{1}{2} \times 1,33 = 0,665$.
- Untuk mencari lebar bentangan *dies* dapat digunakan dengan Program *AutoCAD*, maka lebar bentangan adalah $W = 67 \text{ mm}$.



Gambar 5.3. Lebar Bentangan

Maka dapat dihitung :

$$F = \frac{K \times L \times \tau_{SU} \times t^2}{W}$$

$$F = \frac{0,665 \times 172,75 \text{ mm} \times 145,771 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2} \times (2 \text{ mm})^2}{67 \text{ mm}}$$

$$F = \frac{999,760 \frac{\text{kg}}{\text{mm}} \times 4 \text{ mm}^2}{67 \text{ mm}}$$

$$F = 999,7606 \text{ kg}$$

$$F = 0,999 \text{ ton}$$

Maka, gaya yang terjadi pada proses *bending* adalah $F = 0,999$ ton.

5.1.2 Analisa Proses *Embossing*

Untuk mendapatkan besarnya gaya *embossing* yang diperlukan agar didapat produk dengan hasil yang diinginkan menurut [Kurt Lange] adalah sebagai berikut :

Persamaan Gaya *Embossing* :

$$P_E = \frac{A_1}{\eta_{def}} \times \sigma_{fm} \times \ln \frac{A_0}{A_1}$$

dimana :

P_E = Gaya *Embossing* (kg)

η_{def} = Efisiensi deformasi, harganya berkisar antara 0,5 - 0,7, jika terjadi deformasi homogen maka harga yang dipilih yang paling besar.

A_0 = Luas penampang material mula - mula (mm^2)

A_1 = Luas penampang setelah pengerjaan (mm^2)

σ_{fm} = Tegangan alir rata - rata (kg/mm^2)

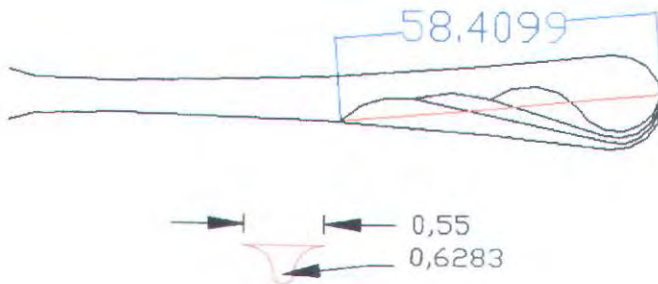
Tegangan Alir rata-rata :

$$\sigma_{fm} = \frac{K}{\varepsilon} \left(\frac{\varepsilon^{n+1}}{n+1} \right)$$

dimana :

- K = Koefisien kekuatan
 = 814,54 kg/mm²
 n = Eksponen pengerasan regang
 = 0,13

nilai K dan n diperoleh dari hasil uji tarik bahan



Gambar 5.4. Lebar Bagian yang akan di Emboss

Sedangkan :

$$\varepsilon = \frac{l_1 - l_0}{l_0} = \frac{\Delta l}{l_0}$$

- dimana : l_0 = lebar sebelum pengerjaan
 = 0,55 mm
 l_1 = lebar setelah pengerjaan
 = 0,6283 mm

Maka, dapat dihitung :

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} = \frac{l_1 - l_0}{l_0}$$

$$\varepsilon = \frac{0,6283 - 0,55}{0,55} = \frac{0,0783}{0,55} = 0,14$$

Dengan melihat hasil uji tarik, maka elongasi yang terjadi 0,14 berada dibawah elongasi maksimum material 0,19, sehingga dapat disimpulkan material mampu dikerjakan tanpa mengalami kerusakan.

Dan *plate* diasumsikan mengalami penipisan penampang dengan tebal awal $t_0 = 2mm$, dengan asumsi volume tetap, maka :

$$l_0 \times t_0 = l_1 \times t_1$$

$$t_1 = \frac{t_0}{l_1} \times l_0$$

$$t_1 = \frac{2}{59,9455} \times 58,4099$$

$$t_1 = 1,95mm$$

$$\psi = \frac{A_1 - A_0}{A_0} \times 100\% = \frac{(l_1 \times t_1) - (l_0 \times t_0)}{(l_0 \times t_0)} \times 100\%$$

$$\psi = \frac{(0,6283 \times 1,95) - (0,55 \times 2)}{(0,55 \times 2)} \times 100\%$$

$$\psi = \frac{1,225 - 1,1}{1,1} \times 100\% = \frac{0,125}{1,1} \times 100\%$$

$$\psi = 0,11 \times 100\% = 0,11$$

Dengan melihat analisa terhadap prosentase reduksi penampang yang terjadi ($\psi = 0,11$) dan membandingkannya dengan hasil uji tarik material ($\psi = 0,29$). Maka dapat disimpulkan bahwa reduksi penampang yang terjadi masih dinyatakan aman dari kerusakan material.

Untuk mencari luasan area *emboss* setelah pengerjaan, dicari dengan asumsi volume tetap, maka :

$$\checkmark a_0A = 64,95\text{mm} \times 0,55\text{mm} = 35,72 \text{ mm}^2$$

$$a_0A \times t_0 = a_1A \times t_1$$

$$a_1A = \frac{t_0}{t_1} \times a_0A = \frac{2}{1,95} \times 35,72$$

$$a_1A = 1,026 \times 35,72$$

$$a_1A = 36,63\text{mm}^2$$

$$\checkmark a_0B = 50,35\text{mm} \times 0,55\text{mm} = 27,69 \text{ mm}^2$$

$$a_0B \times t_0 = a_1B \times t_1$$

$$a_1B = \frac{t_0}{t_1} \times a_0B = \frac{2}{1,95} \times 27,69$$

$$a_1B = 1,026 \times 27,69$$

$$a_1B = 28,4\text{mm}^2$$

$$\checkmark a_0C = 36,60\text{mm} \times 0,55\text{mm} = 20,13 \text{ mm}^2$$

$$a_0C \times t_0 = a_1C \times t_1$$

$$a_1C = \frac{t_0}{t_1} \times a_0C = \frac{2}{1,95} \times 20,13$$

$$a_1C = 1,026 \times 20,13$$

$$a_1C = 20,65\text{mm}^2$$

Luasan awal *emboss* :

$$A_0 = a_0A + a_0B + a_0C$$

$$A_0 = 35,72 + 27,69 + 20,13$$

$$A_0 = 83,55 \text{ mm}^2$$

Maka, luasan *emboss* :

$$A_1 = a_1A + a_1B + a_1C$$

$$A_1 = 36,63 + 28,4 + 20,65$$

$$A_1 = 85,69 \text{ mm}^2$$

Dan Tegangan Alir rata – rata yang terjadi dapat dihitung :

$$\sigma_{fm} = \frac{K}{\varepsilon} \left(\frac{\varepsilon^{n+1}}{n+1} \right)$$

$$\sigma_{fm} = \frac{183,06 \text{ kg/mm}^2}{0,14} \times \left(\frac{0,14^{0,55+1}}{0,55+1} \right)$$

$$\sigma_{fm} = 179,87 \text{ kg/mm}^2$$

Gaya *Emboss* yang terjadi dapat dihitung :

$$P_E = \frac{A_1}{\eta_{def}} \times \sigma_{fm} \times \ln \frac{A_0}{A_1}$$

Dengan asumsi volume tetap, maka :

$$\ln \frac{A_0}{A_1} = \ln \frac{t_0}{t_1}$$

Maka :

$$P_E = \frac{A_1}{\eta_{def}} \times \sigma_{fm} \times \ln \frac{t_0}{t_1}$$

$$P_E = \frac{85,69}{0,7} \times 125,527 \times \ln \frac{2}{195}$$

$$P_E = 122,4 \times 125,527 \times \ln 1,026$$

$$P_E = 15364,505 \times (0,03)$$

$$P_E = 460,935 \text{ kg}$$

$$P_E = 0,46 \text{ ton}$$

Maka, gaya yang terjadi pada proses *embossing* adalah $F = 0,46$ ton.

5.2 Analisa Perencanaan Dies

5.2.1 Dies Proses Blanking

A. Tebal Die

Perhitungan tebal *die* dengan menggunakan Rekomendasi Wilson [Wilson FW : *Die Design Handbook 3rd Edition, McGraw Hill Book Company, New York, 1964*] adalah dengan menggunakan data – data hasil percobaan yang telah ditabelkan dengan langkah – langkah sebagai berikut :

- Ketebalan material produk, yaitu $t = 2 \text{ mm} = 0,787 \text{ in}$
- Tabel 2.1 ketebalan *die* per ton tekanan [Wilson FW, 1964] maka diperoleh tebal *die* per $\frac{\text{ton}}{\text{in}^2}$ adalah :

$$0,03 \frac{\text{in}}{\text{ton}/\text{in}^2}$$

- Tegangan geser : $\tau_{SU} = 145,771 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2} =$

$$\tau_{SU} = 90,32 \frac{\text{ton}}{\text{in}^2}$$

- Tebal *Die*, adalah :

$$T = 0,03 \frac{\text{in}}{\text{ton}/\text{in}^2} \times \left(90.32 \frac{\text{ton}}{\text{in}^2} \right)$$

$$T = 2,7\text{in} = 68.8\text{mm}$$

- Tebal *Die* tersebut merupakan tebal *die* untuk keliling pemotongan tidak lebih dari 2 in, sedangkan pada *die* yang direncanakan mempunyai keliling pemotongan sebesar 410,7834 mm = 16,17 in. Sehingga tebal *die* tersebut harus dikalikan dengan faktor ekspansi sebesar 2,0 yang terdapat pada Tabel 2.2 yaitu tabel faktor untuk panjang pemotongan melebihi 2 inchi [FW.Wilson,1964]. Maka tebal *die* (T) menjadi :

$$T = 2 \times (2,7\text{in})$$

$$T = 5,4\text{in} = 137.16\text{mm}$$

- Karena *die* direncanakan menggunakan *lower plate*, maka tebal *die* dapat dikurangi sampai 50%

$$T = 50\% \times 5,4\text{in}$$

$$T = 2,7\text{in} = 68.8\text{mm}$$

- Ketebalan *die* juga ditambahkan dengan *grinding allowance* yang direkomendasikan Wilson yaitu sebesar 0,1 – 0,2 in, diambil harga 0,1 in sehingga :

$$T = 2,7 + 0,1$$

$$T = 2,8\text{in} = 71,12\text{mm}$$

- Jarak kritis antara tepi *die* dengan tepi sisi potong (W), seperti pada gambar 2.5 maka :

$$W = 2 \times T$$

$$W = 2 \times 2,8in$$

$$W = 5,6in = 176.84mm$$

- Panjang *Die* (P_{Die}) adalah :

$$P_{Die} = \text{Panjang Pr oduk} + (2 \times W)$$

$$P_{Die} = 186mm + (2 \times 176.84mm)$$

$$P_{Die} = 186mm + 284.48mm$$

$$P_{Die} = 470.48mm$$

Maka, panjang *die* adalah $363,8 \text{ mm} = 364mm$

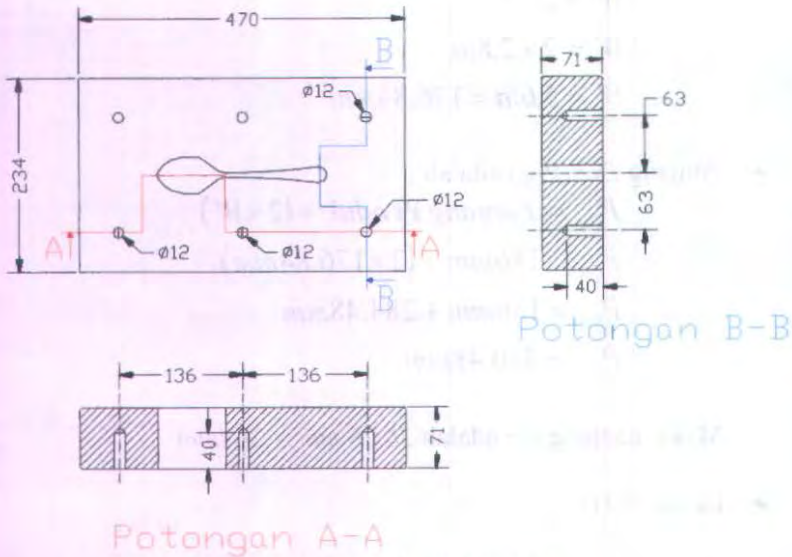
- Lebar *Die* (L_{Die}) adalah :

$$L_{Die} = \text{Lebar Pr oduk} + (2 \times W)$$

$$L_{Die} = 40,5mm + (2 \times 142.24mm)$$

$$L_{Die} = 40,5mm + 284.48mm$$

$$L_{Die} = 234.89mm$$



Gambar.5.5. die blanking

B. Tebal Die

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 (T) adalah :

$$T = \sqrt{\frac{3 \times F}{\sigma_{ijin}} \times \left[\frac{\left(\frac{b}{a}\right)^2}{1 + \left(\frac{b}{a}\right)^2} \right]}$$

dimana :

- F = Gaya total yang bekerja = gaya blanking
 = 119760.6kg
 a = Panjang Die
 = 470 mm

- b = Lebar *Die*
= 234mm
- σ_{ijin} = Tegangan tarik ijin material *die*, dimana material *die* adalah SKD 11 (JIS G 4404), dengan spesifikasi sebagai berikut :
- o Kekerasan 55 ~ 62 HRC, dimana harga 52 HRC \approx 688 BHN
 - o Kekuatan pada *Yield Point*, σ_{yp} sesuai konversi adalah :

$$\sigma_{yp} = \frac{BHN}{0,3} = \frac{688}{0,3} = 2293,33 \text{ N/mm}^2 = 229,33 \text{ kg/mm}^2$$

Maka, diperoleh :

$$\sigma_{ijin} = \frac{\sigma_{yp}}{N} = \frac{229,33 \text{ kg/mm}^2}{1,5} = 152,89 \text{ kg/mm}^2$$

Maka, dapat dihitung :

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

$$T = \sqrt{\frac{3 \times 119760 \text{ .}6 \text{ kg}}{152,89 \text{ kg/mm}^2} \times \left[\frac{(233,54 \text{ mm} / 380 \text{ mm})^2}{1 + (233,54 \text{ mm} / 380 \text{ mm})^2} \right]}$$

$$T = \sqrt{\frac{119760 \text{ .}6 \text{ kg}}{152,89 \text{ kg/mm}^2} \times \left[\frac{(0,6)^2}{1 + (0,6)^2} \right]}$$

$$T = \sqrt{\frac{359281 \text{ .}8 \text{ kg}}{152,89 \text{ kg/mm}^2} \times \frac{0,36}{1,36}}$$

$$T = \sqrt{2346 \text{ .}9 \times 0,26} = \sqrt{610 \text{ .}974}$$

$$T = 24.7 \text{ mm}$$

Maka tebal *die* dengan persamaan 2.16 adalah $T = 24,7 \text{ mm}$.
 Dari kedua analisa diatas maka diambil tebal *die* yang terbesar
 yaitu dengan rekomendasi Wilson yaitu $T = 71.12 \text{ mm}$.
 Maka Dimensi Die :
 (Panjang x Lebar x Tebal)mm = (470 x 234 x 71.12) mm.

5.2.2 Dies Proses Bending dan Embossing

A. Tebal Die

Perhitungan tebal *die* dengan menggunakan Rekomendasi Wilson [*Wilson FW : Die Design Handbook 3rd Edition, McGraw Hill Book Company, New York, 1964*] adalah dengan menggunakan data – data hasil percobaan yang telah ditabelkan dengan langkah – langkah sebagai berikut :

- Ketebalan material Produk, yaitu $t = 2 \text{ mm} = 0,0787 \text{ in}$
- Dari Tabel 2.1 diperoleh tebal *die* per $\frac{\text{ton}}{\text{in}^2}$ adalah

$$0,03 \frac{\text{in}}{\text{ton}/\text{in}^2}$$

- Tegangan geser material adalah :

$$\tau_{SU} = 145.772 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2} = 90.32 \frac{\text{ton}}{\text{in}^2}$$

- Tebal Die, adalah :

$$T = 0,03 \frac{\text{in}}{\text{ton}/\text{in}^2} \times \left(90.32 \frac{\text{ton}}{\text{in}^2} \right)$$

$$T = 2.7 \text{ in} = 68.8 \text{ mm}$$

- Tebal *die* tersebut merupakan tebal *die* untuk keliling pemotongan tidak lebih dari 2 in, sedangkan pada *die* yang direncanakan mempunyai keliling pemotongan sebesar 410,7834 mm = 16,17 in. Sehingga tebal *die* tersebut harus dikalikan dengan faktor ekspansi sebesar 2,0 yang terdapat pada Tabel 2.2 yaitu faktor untuk

pajang pemotongan melebihi 2 inchi [Wilson FW : Die Design Handbook 3rd Edition, McGraw Hill Book Company, New York, 1964] Maka tebal die (T) menjadi :

$$T = 2 \times (2.7in)$$

$$T = 5.4in = 137.16mm$$

- Karena die direncanakan menggunakan *lower plate*, maka tebal die dapat dikurangi sampai 50%

$$T = 50\% \times 2.7in$$

$$T = 1.35in = 34.29mm$$

- Ketebalan Die juga ditambahkan dengan *grinding allowance* yang direkomendasikan Wilson yaitu sebesar 0,1 – 0,2 in, diambil harga 0,1 in sehingga :

$$T = 2.7 + 0,1$$

$$T = 1.35in = 34.29mm$$

- Jarak kritis antara tepi die dengan tepi sisi potong (W), seperti pada gambar berikut :

$$W = 2 \times T$$

$$W = 2 \times 2.8in$$

$$W = 5.6in = 176.84mm$$

- Panjang Die (P_{Die}) adalah :

$$P_{Die} = \text{Panjang Pr oduk} + (2 \times K)$$

$$P_{Die} = 186mm + (2 \times 176.84mm)$$

$$P_{Die} = 186mm + 284.48mm$$

$$P_{Die} = 470.48mm$$

Maka panjang die adalah 380,04 mm.

- Lebar Die (L_{Die}) adalah :

$$L_{Die} = \text{Lebar Produk} + (2 \times W)$$

$$L_{Die} = 40,5\text{mm} + (2 \times 142,24\text{mm})$$

$$L_{Die} = 40,5\text{mm} + 284,48\text{mm}$$

$$L_{Die} = 234,89\text{mm}$$

Maka lebar die adalah 234.89 mm.

B. Tebal Die

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 (T) adalah :

$$T = \sqrt{\frac{3 \times F}{\sigma_{ijin}} \times \left[\frac{\left(\frac{b}{a}\right)^2}{1 + \left(\frac{b}{a}\right)^2} \right]}$$

dimana : F = Gaya total yang bekerja = gaya *bending* + gaya *embossing*

$$= (999.760 + 460.935)\text{kg}$$

$$= 1460.695\text{kg}$$

a = Panjang Die

$$= 470.48 \text{ mm}$$

b = Lebar Die

$$= 234.89\text{mm}$$

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

- o Kekerasan 55 ~ 62 HRC, dimana harga 52 HRC \approx 688 BHN
- o Kekuatan pada *Yield Point*, σ_{yp} sesuai konversi adalah :

$$\sigma_{yp} = \frac{BHN}{0,3} = \frac{688}{0,3} = 2293,33 \text{ N/mm}^2 = 229,33 \text{ kg/mm}^2$$

Maka diperoleh :

$$\sigma_{ijin} = \frac{\sigma_{yp}}{N} = \frac{229,33 \text{ kg/mm}^2}{1,5} = 152,89 \text{ kg/mm}^2$$

Maka dapat dihitung :

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

$$T = \sqrt{\frac{3 \times 1460.695}{152,89 \text{ kg/mm}^2} \times \left[\frac{(234.48 \text{ mm} / 470.48 \text{ mm})^2}{1 + (234.48 \text{ mm} / 470.48 \text{ mm})^2} \right]}$$

$$T = \sqrt{\frac{4382.085 \text{ kg}}{152,89 \text{ kg/mm}^2} \times \left[\frac{(0,498)^2}{1 + (0,498)^2} \right]}$$

$$T = \sqrt{\frac{4382.085 \text{ kg}}{152,89 \text{ kg/mm}^2} \times \frac{0,248}{1,248}}$$

$$T = \sqrt{28.6 \times 0,19}$$

$$T = 2.3 \text{ mm}$$

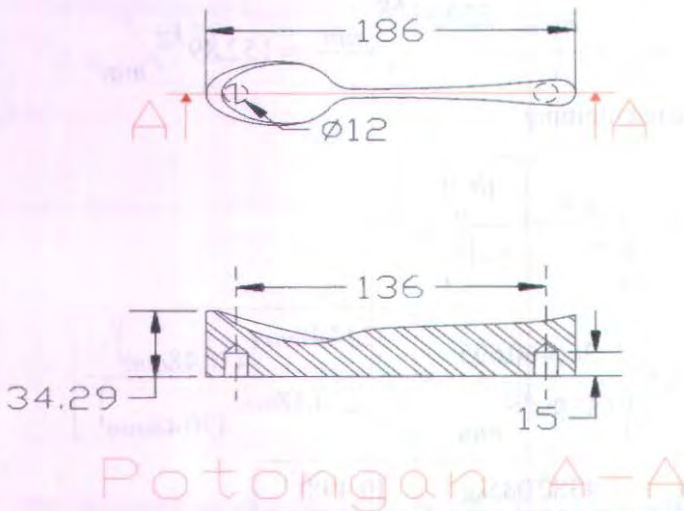
Maka tebal *Die* dengan persamaan *Basu* adalah $T = 2.3 \text{ mm}$.

Dari kedua analisa diatas maka diambil tebal *Die* yang terbesar yaitu dengan rekomendasi *Wilson* yaitu $T = 34.29 \text{ mm}$.

Maka Dimensi Die : 470.48 mm

234.89m

(Panjang x Lebar x Tebal)mm = (470.48 x 234.89 x 34.29) mm



Gambar 5.6. die bendng dan embossing

5.3 Analisa Perencanaan Punch

Perencanaan *punch* dilakukan dengan meninjau kekuatan *punch* terhadap kompresi. Dimana bahan *punch* dibuat sama dengan bahan *die* yaitu dari material SKD 11.

Kekuatan *punch* terhadap kompresi ditinjau pada *punch* yaitu pada luas penampang *punch* dan panjang pemotongan. Hal ini dapat ditinjau dengan menggunakan persamaan berikut :

$$\sigma_{Comp} = \frac{k \times l \times t \times \tau_{SU}}{A} < \sigma_{Comp_ijin}$$

dimana :

- K = Persentase penetrasi dari material produk
 = 100%
 l = Keliling pemotongan oleh *punch*
 = 410,7833 mm
 t = Tebal material produk, diambil paling tebal
 = 2 mm
 τ_{su} = Tegangan geser material produk
 = 145.772 kg/mm²
 A = Luas penampang *punch*
 = 3167,0427 mm²
 σ_{Comp_ijin} = Tegangan kompresi ijin material *punch*
 = 152,89 kg/mm²

Maka dapat dihitung :

$$\sigma_{Comp} = \frac{k \times l \times t \times \tau_{su}}{A} < \sigma_{Comp_ijin}$$

$$\sigma_{Comp} = \frac{100\% \times 410,7833 \text{ mm} \times 2 \text{ mm} \times 145,771 \text{ kg/mm}^2}{3167,0427 \text{ mm}^2} < 152,89 \text{ kg/mm}^2$$

$$\sigma_{Comp} = \frac{1197606 \text{ kg}}{3167,0427 \text{ mm}^2} < 152,89 \text{ kg/mm}^2$$

$$\sigma_{Comp} = 37,8 \text{ kg/mm}^2 < 152,89 \text{ kg/mm}^2$$

Karena besarnya tegangan kompresi yang terjadi pada *punch* yaitu $\sigma_{Comp} = 37,8 \text{ kg/mm}^2$ masih lebih kecil dari tegangan ijin kompresi material *punch* yaitu $\sigma_{Comp_ijin} = 152,89 \text{ kg/mm}^2$, maka hasil perancangan dapat dinyatakan aman.

5.3.1 Analisa Clearance antara Punch dan Die

Clearance per sisi antara *punch* dan *die* dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$C = 0,01 \times t \times \sqrt{\tau_{su}}$$

dimana :

C = Clearance per sisi antara *punch* dan *die* (mm)

T = Tebal produk, diambil yang paling tebal yaitu 2 mm

τ_{su} = Tegangan geser maksimum material produk yaitu 92,954 kg/mm²

Maka :

$$C = 0,01 \times 2\text{mm} \times \sqrt{145,772 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2}}$$

$$C = 0,24\text{mm} \approx 0,2\text{mm}$$

Jadi, clearance antara *punch* dan *die* adalah 0,2 mm

5.3.2 Analisa Perencanaan Stripper

Stripper yang digunakan adalah *stripper* gerak dengan fungsi utama, yaitu :

- Sebagai *jig & fixture* untuk menjaga agar material tetap pada jalurnya
- Menahan material produk agar tidak terbawa oleh *punch* saat pengerjaan telah selesai

Sedangkan material yang digunakan untuk *stripper* yaitu ST.42 dengan data – data sebagai berikut :

- Kekuatan tarik maksimum $\sigma_U = 42 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2}$

- Modulus elastisitas

$$E = 30 \times 10^6 \text{psi} = 21085,63 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2}$$

A. Gaya Stripper

Gaya *stripper* digunakan untuk menekan plat material produk agar tidak lepas dari *punch*. Hal ini direncanakan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$P = 3500 \times L \times t$$

dimana :

$$L = \text{keliling penekanan } \textit{stripper} = 410,78 \text{ mm} \\ = 16,17 \text{ in}$$

$$t = \text{tebal material produk, diambil paling tebal} = 2 \text{ mm} \\ = 0,0787 \text{ in}$$

Maka gaya *stripper* :

$$P = 3500 \times L \times t$$

$$P = 3500 \times 16,17 \times 0,0787$$

$$P = 4454,03 \text{ lb}$$

$$P = 2020,3 \text{ kg}$$

$$P = 2,0203 \text{ ton} \approx 2,0 \text{ ton}$$

Jadi, gaya *stripper* adalah 2,0 ton.

B. Tebal Stripper

Ketebalan *stripper* minimal direncanakan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$h^3 = \frac{5 \times q \times P_{\text{Stripper}}^4 \times 12}{384 \times E \times L_{\text{Stripper}} \times \delta}$$

dimana :

$$q = \text{ gaya persatuan luas } \textit{stripper},$$

dimana :

$$= \frac{P}{A_{Stripper}}$$

$$= \frac{2020,3 \text{ kg}}{88745,2 \text{ mm}^2}$$

$$= 0,02 \text{ kg/mm}^2$$

$$P_{Stripper} = \text{Panjang stripper} = 470.48 \text{ mm}$$

$$E = \text{Modulus Elastisitas material lower plate, yaitu:}$$

$$= ST42 = 21085,63 \text{ kg/mm}^2$$

$$L_{Stripper} = \text{Lebar stripper} 234.89 \text{ mm}$$

$$\delta = \text{Defleksi yang diijinkan} = 0,025 \text{ mm}$$

Maka tebal *stripper* :

$$h^3 = \frac{5 \times q \times P_{Stripper}^4 \times 12}{384 \times E \times L_{Stripper} \times \delta}$$

$$h^3 = \frac{5 \times 0,02 \text{ kg/mm}^2 \times (470,48 \text{ mm})^4 \times 12}{384 \times 21085,63 \text{ kg/mm}^2 \times 234.89 \text{ mm} \times 0,025 \text{ mm}}$$

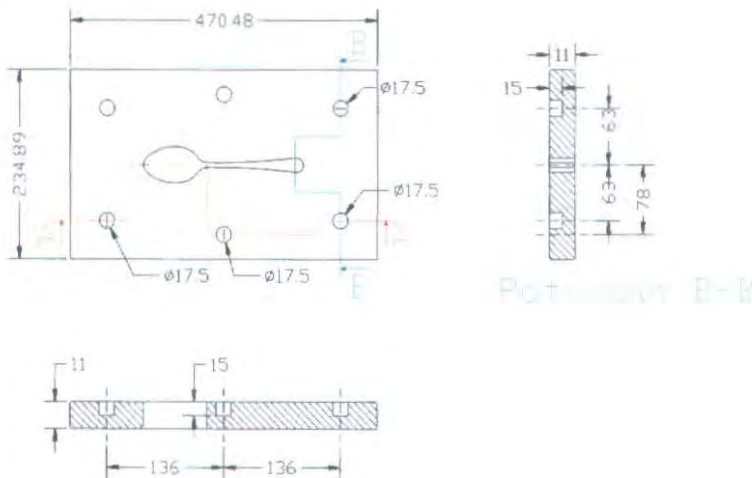
$$h^3 = \frac{(5879574689 \times 10^{10})}{47546914.85}$$

$$h^3 = 1236.58$$

$$h = \sqrt[3]{1236.58}$$

$$h = 10.73 \text{ mm}$$

Jadi, tebal *stripper* adalah $10,73 \text{ mm} \approx 11 \text{ mm}$.



Gambar 5.7. Stripper

5.3.3 Analisa Lower Plate

Dimensi *lower plate* direncanakan dengan meninjau ukuran *die* dan dimensi *bolster* mesin produksi (panjang dan lebar) untuk menentukan panjang dan lebarnya. Dari perencanaan *die* diperoleh dimensi *die* yaitu panjang 470.48 mm dan lebar 234.89 mm, sehingga dapat direncanakan panjang dan lebar *lower plate*.

Maka dimensi *lower plate* :

$$P_{LP} = P_{Die} + (2 \times \text{SpaceBautPengikat})$$

$$P_{LP} = 470.48\text{mm} + (2 \times 60\text{mm})$$

$$P_{LP} = 470.48\text{mm} + 120\text{mm}$$

$$P_{LP} = 590,04\text{mm} \approx 590\text{mm}$$

$$P_{LP} = 590\text{mm} < P_{\text{BolsterMesin}} = 700\text{mm}$$

$$L_{LP} = L_{Die} + (2 \times \text{SpaceBautPengikat})$$

$$L_{LP} = 234.89\text{mm} + (2 \times 60\text{mm})$$

$$L_{LP} = 234.89\text{mm} + 120\text{mm}$$

$$L_{LP} = 354.89\text{mm} \approx 355\text{mm}$$

$$L_{LP} = 355\text{mm} < L_{BolsterMesin} = 700\text{mm}$$

Jadi, panjang *lower plate* adalah 590 mm dan lebar *lower plate* adalah 355 mm.

Sedangkan untuk ketebalan *lower plate* direncanakan dengan menggunakan persamaan defleksi sebagai berikut :

$$h^3 = \frac{5 \times q \times P_{LP}^4 \times 12}{384 \times E \times L_{LP} \times \delta}$$

dimana :

q = gaya persatuan luas yang ditumpu *lower plate*,

dimana:

$$\begin{aligned} &= \frac{P_{Total}}{A_{Tumpuan}} = \frac{(P_{ProsesPembentukan} + P_{Stripper})}{(P_{Die} \times L_{Die})} \\ &= \frac{[3500 + 2020.3]\text{kg}}{(470.48\text{mm} \times 234.89\text{mm})} = \frac{3702,03\text{kg}}{144427.95\text{mm}^2} = 0,03 \text{ kg/mm}^2 \end{aligned}$$

P_{LP} = Panjang *lower plate* = 590 mm

E = Modulus Elastisitas material *lower plate*, yaitu:

$$= ST42 = 21085,63 \text{ kg/mm}^2$$

L_{LP} = Lebar *lower plate* = 355 mm

δ = Defleksi yang diijinkan = 0,025 mm

Maka tebal *lower plate* :

$$h^3 = \frac{5 \times q \times P_{LP}^4 \times 12}{384 \times E \times L_{LP} \times \delta}$$

$$h^3 = \frac{5 \times 0,06 \text{ kg/mm}^2 \times (590 \text{ mm})^4 \times 12}{384 \times 21085,63 \text{ kg/mm}^2 \times 355 \text{ mm} \times 0,025 \text{ mm}}$$

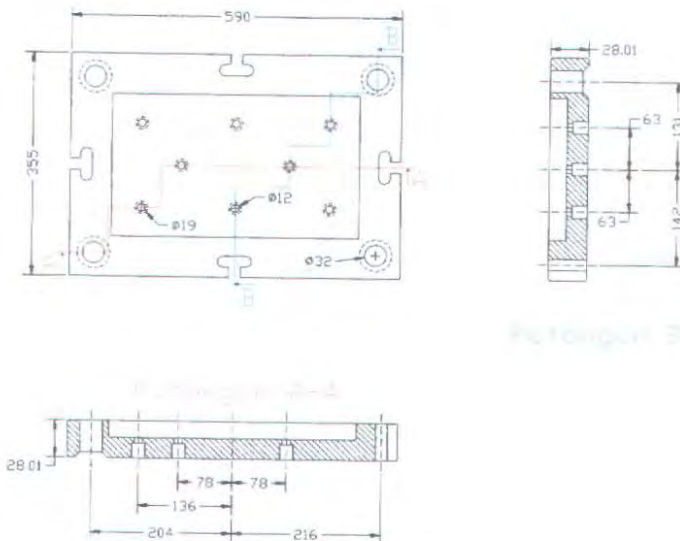
$$h^3 = \frac{(1575000000000)}{71657404.992}$$

$$h^3 = 21979,6$$

$$h = \sqrt[3]{21979,6}$$

$$h = 28,01 \text{ mm}$$

Jadi, tebal *lower plate* adalah 28,01 mm



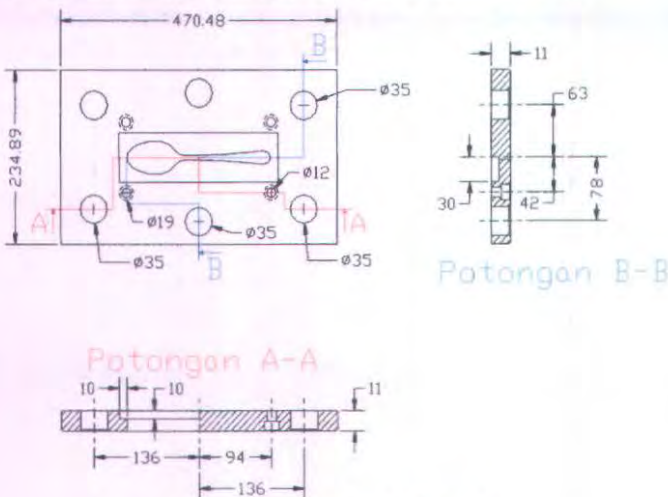
Gambar 5.8. *lower plate*

5.3.4 Analisa Upper Plate

Upper plate digunakan sebagai tempat kedudukan *punch* dan komponen – komponen pendukungnya, maka *upper plate* harus mampu menahan beban komponen – komponen *press tool* yang ada padanya. Tetapi karena total beban pada *upper plate* lebih kecil dari pada total gaya normal yang menekan *upper plate* pada saat proses pembentukan terjadi, maka yang digunakan sebagai acuan perencanaan adalah besar gaya normal yang terjadi atau sama dengan besarnya gaya total proses pembentukan. Maka bila *upper plate* dirancang dengan bahan yang sama serta dimensi yang sama dengan *lower plate* yaitu panjang, lebar dan tebalnya.

5.3.5 Analisa Perencanaan Punch Holder

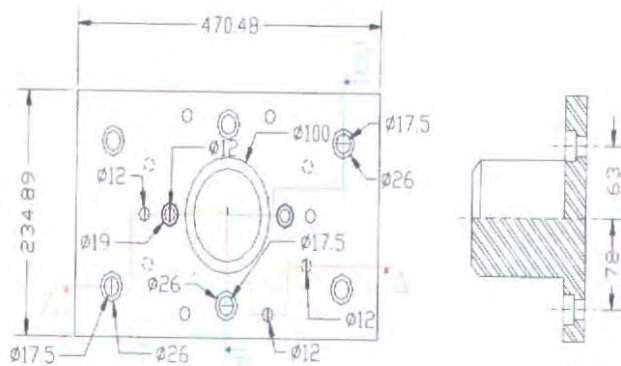
Fungsi utama *punch holder / holder* atas yaitu untuk menjaga kedudukan *punch*. *Punch holder* digunakan untuk menjaga ketetapan posisi *punch*, dimana biasanya digunakan bila *punch* jumlahnya lebih dari satu. Pada perencanaan ini, *punch holder* dibuat dari material ST.42, dengan panjang dan lebar sesuai dengan dimensi *stripper* serta ketebalan 11 mm.



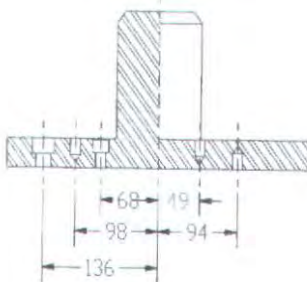
Gambar 5.9. *Punch Holder*

5.3.6 Analisa Perencanaan *Shank*

Shank merupakan komponen penghubung antara mesin dengan matras. Dalam pemilihan *shank*, ukuran diameter *shank* harus disesuaikan dengan ukuran diameter lubang *shank* yang terdapat pada mesin *press* yang digunakan, selain itu panjang ulir dari *shank* harus cukup menahan gaya berat dari komponen matras bagian atas.



Potongan 3-3



Gambar 5.10. *Shank*

5.3.7 Analisa Perhitungan Pegas

Pegas ini akan digunakan untuk menekan *stripper*, jumlah pegas yang digunakan direncanakan berjumlah 6 buah, maka gaya tekan tiap pegas adalah :

$$F_{\text{pegas}} = \frac{F_{\text{stripper}}}{6} = \frac{2587,7\text{kg}}{6} = 431,3\text{kg}$$

Pegas yang digunakan dalam desain ini adalah pegas jenis coil type SWB 35-60, dengan spesifikasi sebagai berikut :

- Panjang bebas (L) = 60 mm
- Konstanta pegas (k) = 40,8 kg/mm
- Diameter luar (D) = 35 mm
- Diameter dalam (d) = 17,5 mm
- Tinggi solid (h_s) = 45,6 mm
- Defleksi kerja (δ_w) = 12 mm

Tepat sebelum *punch* melakukan proses pemotongan, maka diharapkan *stripper* sudah memberikan gaya sebesar 431,3 kg tiap pegas. Pada gaya sebesar itu defleksi yang terjadi adalah sebesar :

$$F = k \times \Delta x$$

$$\Delta x = \frac{F}{k} = \frac{431,3\text{kg}}{40,8 \frac{\text{kg}}{\text{mm}}} = 10,6\text{mm}$$

Sehingga dapat ditentukan jarak antara ujung *punch* dan *stripper* adalah sebesar 10,6 mm. Karena defleksi yang terjadi masih di bawah defleksi solid pegas, maka pegas yang direncanakan dapat dikatakan aman dari kerusakan.

5.3.8 Analisa Baut dan Pin

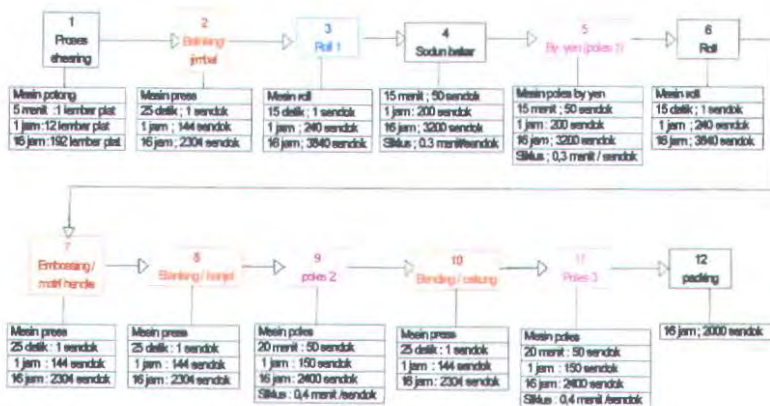
Baut pada *dies* ini digunakan sebagai pengikat antara *upper plate*, *backing plate*, *punch holder* dengan *punch* serta *stripper* dan *lower plate* dengan *die block*. Dimana baut ini juga akan menahan gaya berat dari *upper plate*, *backing plate*, *punch holder*, *punch* serta *stripper*.

Perencanaan baut mengacu pada katalog *Standard component for press dies* produksi *Misumi* dipilih bahan baut yaitu SCM 435 jenis CB 10-90.

Setara dengan AISI 4140 dengan *tensile strength* sebesar 150.000 psi serta *yield strength* sebesar 120.000 psi. $S_{syp} = 0,45 \times 120.000 = 54.000$ psi dengan kekerasan 33-38 HRC.

5.4. Analisa peningkatan jumlah produksi

Pada proses sebelumnya proses pembuatan sendok menggunakan 12 station dalam satu *station* terdapat satu mesin, dimana pada proses 12 produk yang dihasil 2000 sendok dalam 16 jam kerja untuk proses produksinya seperti pada gambar dibawah:



Gambar 5.11. urutan proses produksi sebenarnya

KET :



: Menunjukkan mesin dan jenis dies yang sama



: Menunjukkan mesin dan jenis yang sama

: Menunjukkan mesin dan jenis yang sama

Jumlah mesin yang digunakan :

Mesin poles : 3 buah

Mesin press (*press tools*) : 4 buah

Mesin potong (*shearing*) : 1 buah

Mesin roll : 2 buah

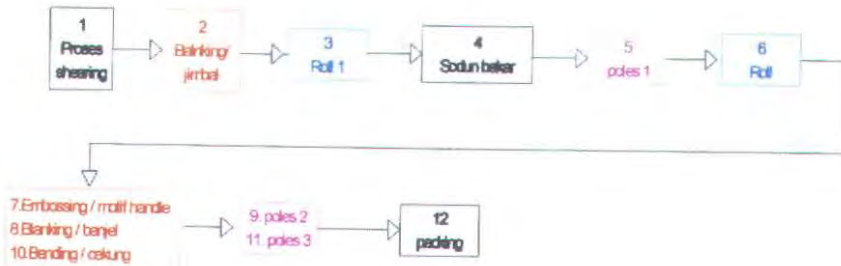
Mesin *normalizing* (sodun bakar) : 1 buah

Dari proses diatas ada beberapa proses yang memengaruhi atau menghambat proses produksi yaitu :

- Proses 2 *blanking/jimbal*.
- Proses 7 *emboss/motif handle*.
- Proses 8 *blanking/ banjel*.
- Proses 9 poles.
- Proses 10 *bending/cekung*.
- Proses 11 poles.

Pada proses 2, 7, 8, 9,10,11 hanya mampu memproduksi 144 sampai 150 sendok dalam 1 jam kerja. Maka untuk melakukan peningkatan jumlah produksi dilakukan penggabungan beberapa proses serta menambahkan beberapa mesin dalam satu *station*.

Untuk proses yang digabung atau dijadikan satu adalah proses 7, 8, 10 dimana pada proses ini mesin yang dipakai adalah mesin *press tools* dan *dies* yang dipakai adalah *single dies*,maka proses 7, 8, 10, dijadikan satu dengan menggunakan *combination dies* dan proses 9, 11 dijadikan dalam satu *station* untuk gambar proses produksinya adalah :



Gambar 5.12. urutan proses produksi setelah dilakukan perubahan

Dari urutan proses gambar 5.12 proses yang digabung adalah proses 7 dimana pada proses ini adalah penggabungan antaran proses 7, 8, 10 dijadikan dalam satu mesin. setelah prosesnya digabung maka ada beberapa mesin yang tidak digunakan yaitu :

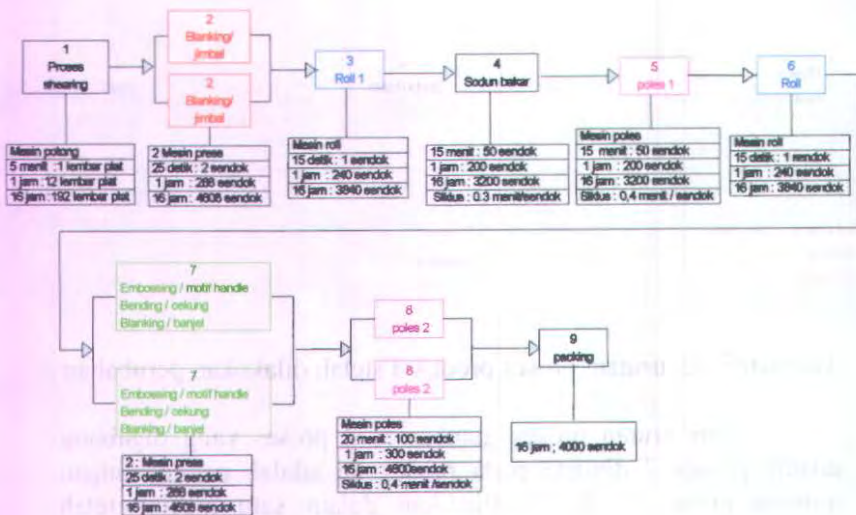
Press tools

= 2 mesin press

Mesin poles

= 1 mesin poles

Maka mesin *press tools* yang tidak digunakan pada proses yang ke 2 (*blanking*) dan proses yang ke 7 (*emboss, blanking, bending*), jadi untuk proses yang ke2 dan 7 menggunakan 2 mesin dalam satu *station*, untuk mesin polesnya digabung pada *station* 8 karena pada proses sebelumnya setelah proses *blanking* dilakukan proses poles karena proses 7,8,10 digabung maka mesin poles di *station* 9 tidak digunakan seperti pada gambar 5.13.



Gambar 5.13 Urutan proses produksi setelah dimodifikasi

KET :



: Menunjukkan mesin dan jenis *dies* yang sama



: Menunjukkan mesin dan jenis yang sama



: Menunjukkan mesin dan jenis yang sama



: Menunjukkan mesin dan jenis *dies* yang sama

Jumlah mesin yang digunakan :

- Mersin poles : 3 buah
- Mesin *press* (*press tools*) : 4 buah
- Mesin potong (*shearing*) : 1 buah
- Mesin *roll* : 2 buah
- Mesin *normalizing* (sodun bakar) : 1 buah

Setelah dimodifikasian dengan cara penggabungan beberapa proses dan penambahan mesin pada *station 2, 7* dan *8* didapatkan peningkatan jumlah produksi dalam waktu kerja yang sama dengan penjabaran sebagai berikut :

- Proses 1 (*shearing*)

Produk yang dihasilkan adalah :

1 lembar plat dalam 6 menit

12 lembar plat 1 jam

192 lembar plat dalam 16 jam

- Proses 2 (*blanking*)

Pada proses ini menggunakan 2 mesin *press tools* dalam satu *station* maka produk yang dihasilkan adalah :

Untuk satu mesin *press tools* :

1 sendok dalam 25 detik

144 sendok dalam 1 jam

2304 sendok dalam 16 jam

Karena pada proses ini menggunakan 2 mesin *press tools* maka produk yang dihasilkan adalah :

2 sendok dalam 25 detik

288 sendok dalam 1 jam

4608 sendok dalam 16 jam.

- Proses 3 (*Roll. 1*).

Pada proses ini hasil yang didapat sama dengan proses sebelumnya yaitu :

1 sendok dalam 15 detik

240 sendok dalam 1 jam

3840 sendok dalam 16 jam

- Proses 4 *normalizing* (sodun bakar).

Untuk proses sodun bakar sekali proses produk yang dihasilkan adalah :

50 sendok dalam 15 menit
200 sendok dalam 1 jam
3200 sendok dalam 16 jam

- Proses 5 poles *BY-YEN*.

Untuk proses sodun bakar sekali proses produk yang dihasilkan adalah :

50 sendok dalam 15 menit
200 sendok dalam 1 jam
3200 sendok dalam 16 jam

- Proses 6 (*Roll. 2*).

Pada proses ini hasil yang didapat sama dengan proses sebelumnya yaitu :

1 sendok dalam 15 detik
240 sendok dalam 1 jam
3840 sendok dalam 16 jam

- Proses 7 proses (*emboss/motif handle. blanking/ banjel. bending/cekung.*)

Pada proses ini *dies* yang digunakan adalah jenis *combination dies*, dan menggunakan dua mesin *press tools* dalam satu *station* maka produk yang dihasilkan untuk satu mesin *press tools* adalah :

1 sendok dalam 25 detik
144 sendok dalam 1 jam
2304 sendok dalam 16 jam

Karena pada proses ini menggunakan 2 mesin *press tolls* maka produk yang dihasilkan adalah :

- 2 sendok dalam 25 detik
- 288 sendok dalam 1 jam
- 4608 sendok dalam 16 jam.

- Proses 8 (poles).

Pada proses ini menggunakan dua mesin poles dalam satu *station*, maka produk yang dihasilkan untuk satu mesin poles adalah :

- 50 sendok dalam 20 menit
- 150 sendok dalam 1 jam
- 2400 sendok dalam 16 jam

Karena pada proses ini menggunakan 2 mesin poles maka produk yang dihasilkan adalah :

- 100 sendok dalam 20 menit
- 300 sendok dalam 1 jam
- 4800 sendok dalam 16 jam.

- Proses 9 (*finising /packing.*)

Untuk produk yang dihasilkan dalam satu jam 200 sendok dan 16 jam adalah 3200 sendok, Setelah dilakukan perubahan beberapa proses mengalami peningkatan jumlah produksi diantaranya :

- Proses 2 *blanking (jimbai)* yang sebelumnya dalam waktu 25 detik hanya mampu memproduksi satu sendok setelah dilakukan perubahan dengan penambahan satu mesin maka proses produksi meningkat menjadi 2 sendok dalam 25 detik dan dalam 16 jam mampu menghasilkan 4608 sendok.

- Proses 7 (*emboss/motif handle. blanking/ banjel. bending/cekung.*) pada proses ini adalah penggabungan tiga proses menjadi satu proses dengan menggunakan *combination dies* dan penambahan satu mesin dimana pada proses sebelumnya dalam waktu 25 detik hanya mampu memproduksi satu sendok setelah dilakukan perubahan dengan penambahan satu mesin penggabungan proses maka proses produksi meningkat menjadi 2 sendok dalam 25 detik dan dalam 16 jam mampu menghasilkan 4608 sendok.
- Proses 8 (poles) yang sebelumnya dalam waktu 20 menit hanya mampu memproduksi 50 sendok setelah dilakukan perubahan dengan penambahan satu mesin maka proses produksi meningkat menjadi 100 sendok dalam 20 menit dan dalam 16 jam mampu menghasilkan 4608 sendok.

Untuk proses produksi pembuatan sendok ini prosesnya berurutan maka kita dapat menentukan berapa kapasitas jumlah produksi yang dihasilkan adalah dengan cara mengetahui dimana urutan proses produksi terlama.

Setelah dilakukan penggabungan proses terlama (proses 4 sodun bakar) dan proses poles *by-yen* (50 sendok dalam 15 menit 200 sendok dalam 1 jam 3200 sendok dalam 16 jam), maka dapat disimpulkan jumlah produk yang dihasilkan adalah 3200 sendok dalam 16 jam kerja.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari analisa didapatkan hasil kesimpulan sebagai berikut :

Pada proses yang ada sebelumnya produk dibuat dengan menggunakan 12 (dua belas) proses terpisah, dimana 4 (empat) proses didalamnya menggunakan *individual dies*. Dimana tiap prosesnya dikerjakan satu persatu dan menggunakan 4 (empat) buah *press tool*. Dengan *Manufacturing Lead Time* (MLT) untuk 2000 buah produk per hari selama 17 jam dan laju produksinya 0.74 menit = 0.012 detik.

Pada proses yang dianalisa dalam penelitian ini produk sendok dibuat menggunakan 1 (satu) buah *press tool* untuk proses *blanking*, *embossing* dan *bending*. *Press tool* yang digunakan jenis *combination dies*. Dengan *Manufacturing Lead Time* (MLT) untuk 2000 buah produk per hari selama 12.75 jam dan laju produksinya 0.74 detik = 0.014 detik.

Gaya yang terjadi pada proses *blanking* adalah $F_s = 119,76 \text{ ton}$, proses *bending* adalah $F = 0,999 \text{ ton}$ dan gaya pada proses *embossing* adalah $F = 0,46 \text{ ton}$, sedangkan untuk ukuran pada *die blanking* adalah tebal *die* $T = 71.12 \text{ mm}$, panjang *die* adalah $P_{die} = 470.48 \text{ mm}$, lebar *die* adalah $L_{die} = 234.89 \text{ mm}$. Pada *die bending* dan *embosing* untuk tebal $T = 34,29 \text{ mm}$, $P_{die} = 470.48 \text{ mm}$, *die* $T = 234.89 \text{ mm}$. Material produk yang digunakan adalah *stainless steel* AISI 201 dengan tebal 2 mm.

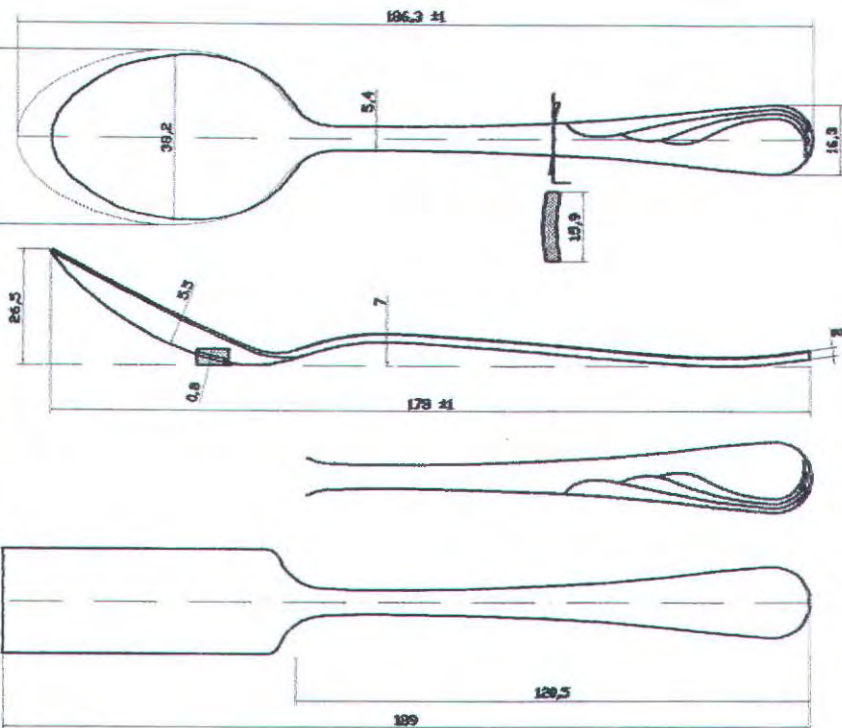
6.2 Saran.

Jika perusahaan ingin memenuhi target produksi seharusnya perusahaan melakukan over time, karena MLT untuk memenuhi target produksi setelah dilakukan perhitungan waktu yang dibutuhkan untuk memproduksi 2000 sendok adalah 18 jam kerja dengan 2 (dua) *shift*.

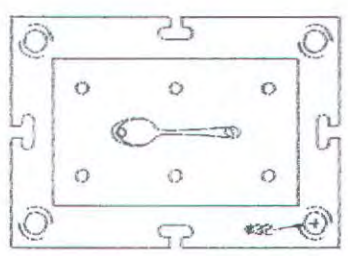
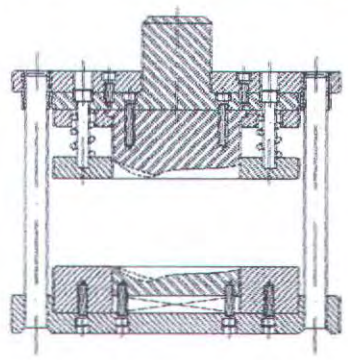
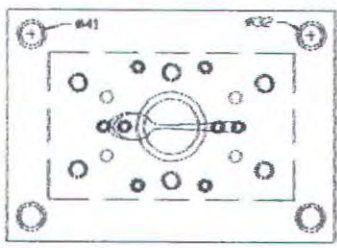


DAFTAR PUSTAKA

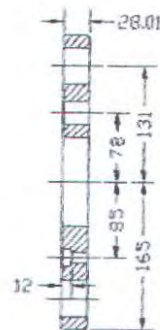
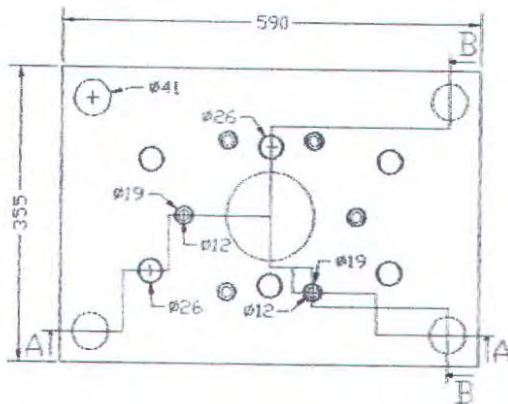
1. Deutchman, Michels Wilson, *Machine Design Theory and Practice*.
2. Lange, Kurt, "*Handbook of metal forming*", Mc Graw Hill Book Company., New York, 1985.
3. Mikell P. Groover, "*Automation Production Systems, and Computer Integrated Manufakturung*".*Professor of Industrial Engineering Lehigh University*.
4. Nee, John G. Dr,CmfgE, *Fundamental of Tool Design 4th Edition*, Society of Manufacturing Engineers Smith , David A, "*Die Design handbook Tthird Edition*". By Society of Manufacturing Engineers. 1990.
5. RAO, P. N., "*Die Design handbook*", McGraw Hill Book Co, New Delhi 1998.
6. SK. Basu, SN Mukherjee, and R. Misher, "*Fundamental of tool Engineering Design*", Oxford and IBH Publishing Co, New Delhi, 1985.
7. Wilson, Frank W., "*fundamental of design 3rd*", Prantice-hall of Limited, New Delhi, 1984.
8. Wilson, Frank W., "*Die Design Handbook 3rd*", Mc Graw Hill Book Company., New York, 1964.



Item ref	Quantity	Title/Name, designation, material, dimension etc			Article No./Reference	
Designed by Junaidi A.A		Checked by Ir. Sudiyono K	Approved by - date 00/00/00	File name	Date 00/00/00	Scale 1:1,5
Tugas Akhir				Sendok		
				00	Edition 0	Sheet 1/1

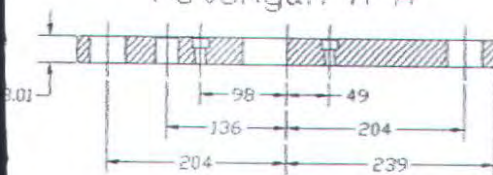


Item ref	Quantity	Title/Name, designation, material, dimension etc			Article No./Reference	
Designed by Junaidi A.A		Checked by Ir. Sudyono K	Approved by - date 00/07/2008	File name	Date 07/07/2008	Scale 1:6
Tugas Akhir				Press Tool		
				01	Edition 01	Sheet 1/3

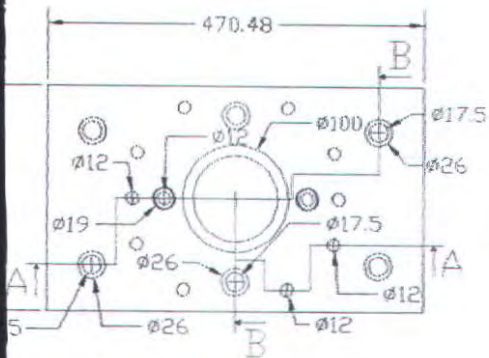


Potongan B-B

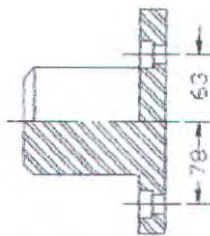
Potongan A-A



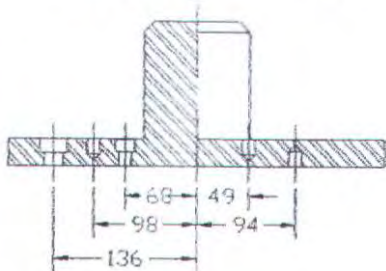
Itemref	Quantity	Title/Name, designation, material, dimension etc	Article No./Reference			
Designed by Junaidi A.A	Checked by Ir. Sudiyono K	Approved by - date 00/07/2008	File name	Date 00/00/00	Scale 1:1	
Tugas Akhir			Upper Plate			
			02	Edition 02	Sheet 2/9	



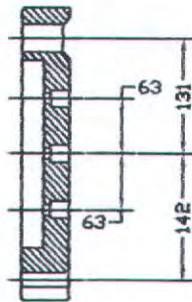
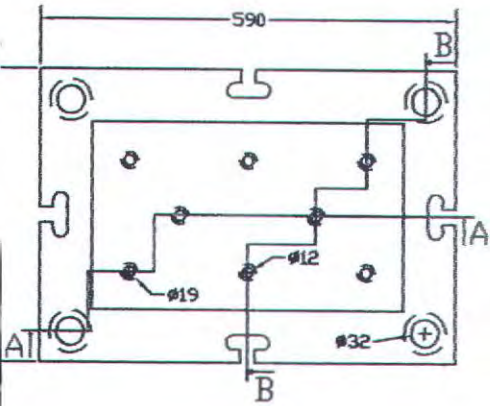
Potongan A-A



Potongan B-B

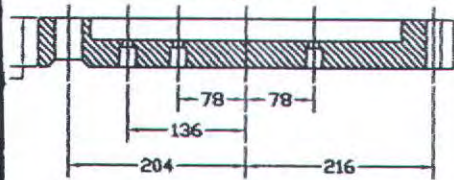


Item ref	Quantity	Title/Name, designation, material, dimension etc	Article No./Reference		
Designed by Junaidi A.A	Checked by Ir. Sudiyono K	Approved by - date 00/07/2008	File name	Date 07/07/2008	Scale 1:5
Tugas Akhir			Shank		

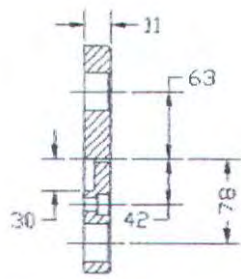
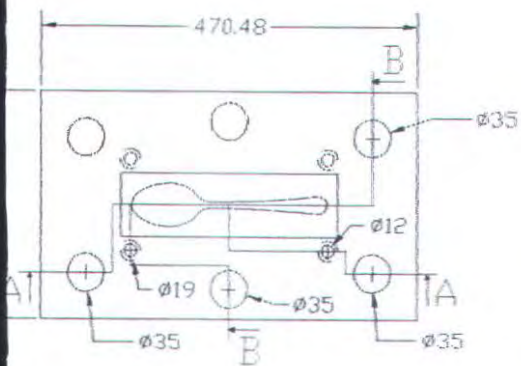


Potongan B-B

Potongan A-A

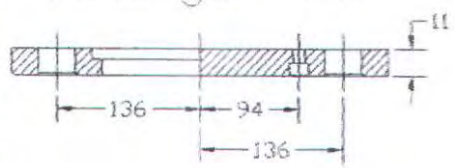


Item ref	Quantity	Title/Name, designation, material, dimension etc	Article No./Reference		
Designed by Junaedi A.A	Checked by Ir. Sudiyono K	Approved by - date 00/07/2008	File name	Date 07/07/2008	Scale 1:6
Tugas Akhir			Lower Plate		
			09	Edition 09	Sheet 9/9

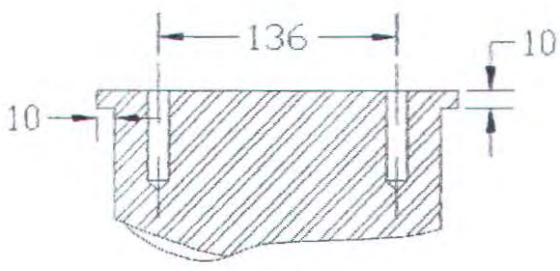
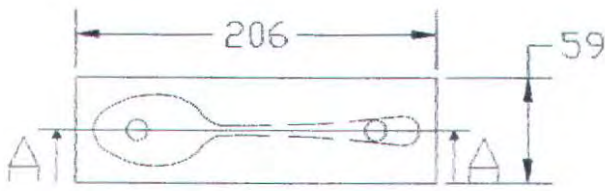


Potongan B-B

Potongan A-A

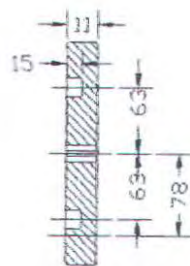
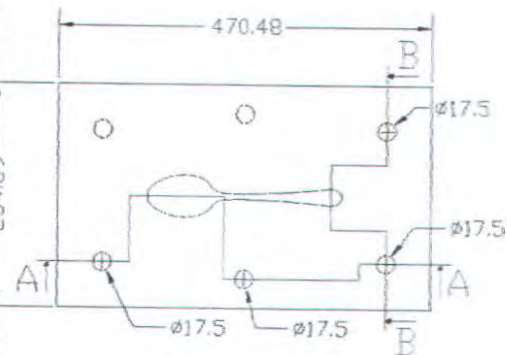


Itemref	Quantity	Title/Name, designation, material, dimension etc	Article No./Reference		
Designed by Junaidi A.A	Checked by Ir.Sudiyono K	Approved by - date 00/07/2008	File name	Date 07/07/2008	Scale 1:5
Tugas Akhir			Punch Holder		
			04	Edition 04	Sheet 4/9

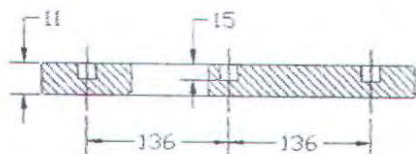


Potongan A-A

Itemref	Quantity	Title/Name, designation, material, dimension etc:			Article No./Reference	
Designed by Juriadi A.A	Checked by Ir. Sudiyo K	Approved by - date 00/07/2008	File name	Date 07/07/2008	Scale 1:3	
Tugas Akhir			Punch			
			05	Edition 05	Sheet 5/9	

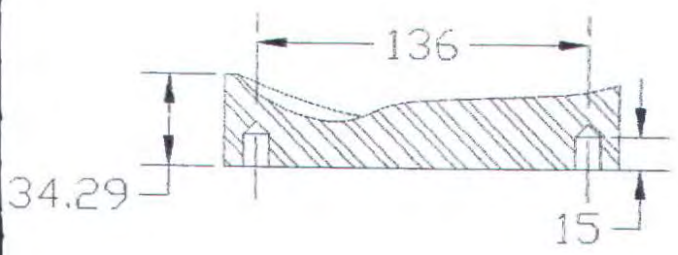
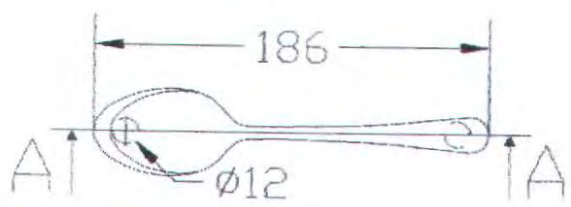


Potongan B-B



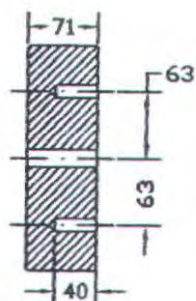
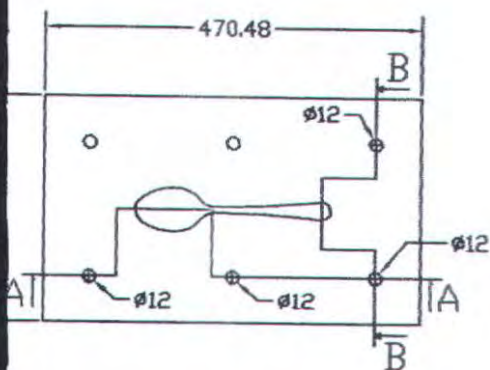
Potongan A-A

Itemref	Quantity	Title/Name, designation, material, dimension etc			Article No./Reference	
Designed by Junaidi A.A	Checked by Ir. Sudiyono K	Approved by - date 00/07/2008	File name	Date 07/07/2008	Scale 1:5	
Tugas Akhir			Stripper			
			06	Edition 06	Sheet 6/9	

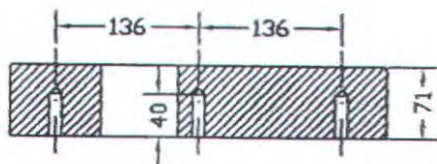


Potongan A-A

Item ref	Quantity	Title/Name, designation, material, dimension etc			Article No./Reference	
Designed by Junaidi A.A	Checked by Ir. Sudiyono K	Approved by - date 00/07/2008	File name	Date 07/07/2008	Scale 1:2	
Tugas Akhir			Die			
			07	Edition 07	Sheet 1/9	

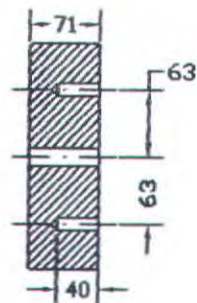
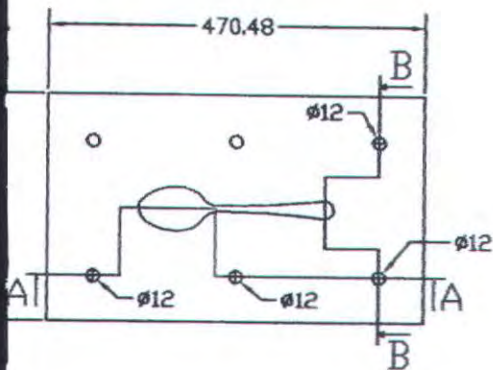


Potongan B-B

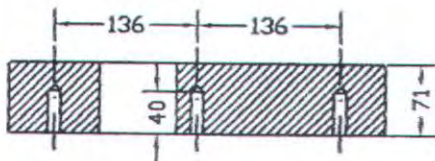


Potongan A-A

Item ref	Quantity	Title/Name, designation, material, dimension etc			Article No./Reference	
Designed by Junaidi A.A	Checked by Ir. Sudiyono K	Approved by - date 00/07/2008	File name	Date 07/07/2008	Scale 1:5	
Tugas Akhir			Die Block			
			08	Edition 08	Sheet 8/9	



Potongan B-B



Potongan A-A

Itemref	Quantity	Title/Name, designation, material, dimension etc			Article No./Reference	
Designed by Junaidi A.A	Checked by Ir. Sudiyono K	Approved by - date 06/07/2008	File name	Date 07/07/2008	Scale 1:5	
Tugas Akhir			Die Block			
			08	Edition 08	Sheet 8/9	

Riwayat Hidup Penulis



JUNAIIDI ABDILLAH AL HARIS putra pertama dari dua bersaudara dari pasangan H. Suud'Dardak dan Hj. Nur Purnamawati, lahir di Gresik, 01 Januari 1981. Pada tahun 1994 menamatkan Sekolah Dasar di MI. Bahrul Ulum sekapuk Gresik, kemudian pada tahun 1997 menamatkan Sekolah Lanjutan Tingkat Pertama di MTS(Madrasah

Tsanawiyah) Bahrul Ulum Sekapuk Gresik. Pada tahun 2000 menamatkan Sekolah Menengah Umum di SMK Semen Gresik dan pada tahun 2009 mendapatkan gelar Sarjana Teknik Mesin dari Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya di bidang Manufaktur (Manufacture Engineering). Tugas Akhir **JUNAIIDI ABDILLAH AL HARIS** berjudul 'Analisa peningkatan laju produksi iproses pembuatan sendok dengan menggunakan combination dies, Studi Pada PT Dwi Perkasa Jaya''.

JUNAIIDI ABDILLAH AL HARIS akrab dipanggil juned, eMJe, wong gendeng. Sosoknya yang mudah bergaul membawa banyak 'teman dekat' di sekitarnya dan banyoln segar khasnyalah yang selalu dirindukan baik kawan maupun 'lawan', dosen maupun mahasiswa dan tentunya pria maupun wanita .