

TUGAS AKHIR
PERENCANAAN CETAKAN TUTUP GELAS

Diajukan Sebagai Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik



Oleh :
Komarudin

01300 – 081

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2006

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS MERCU BUANA

LEMBAR PENGESAHAN

Nama : Komarudin

Nim : 01300-081

Judul Tugas Akhir : **PERENCANAAN CETAKAN TUTUP GELAS**



Tugas akhir ini telah diperiksa dan disetujui oleh :

Pembimbing I

(Ir. Herry Agung Prabowo, Msc)

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

UNIVERSITAS MERCU BUANA

LEMBAR PENGESAHAN

Nama : Komarudin

Nim : 01300-081

Judul Tugas Akhir : **PERENCANAAN CETAKAN TUTUP GELAS**



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Tugas akhir ini telah diperiksa dan disetujui oleh :

Pembimbing II

(Ir. Ariosuko)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	xi
NOMEN KLATUR	xii
ABSTRAK	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	
1.2 Tujuan Perencanaan	
1.3 Ruang Lingkup Perencanaan	
1.4 Metode Perencanaan	
1.5 Sistematika Penulisan	
BAB II LANDASAN TEORI	4
2.1 Definisi Dies Set	4
2.2 Jenis- jenis Dies	4
2.2.1 Convensional Die.....	4
2.2.2 Inverted Die.....	5

2.2.3	Compound Die	6
2.2.4	Progressive Die	8
2.3	Bagian- bagian Utama Dies Set	9
2.4	Pengerjaan Cetakan Potong (Die- Cutting Operation).....	11
2.5	Operasi Pembentukan	13
2.6	Deformasi Plastis pada Logam.....	15
2.7	Faktor Utama Pengerjaan Press pada Plat Logam	16
BAB III	PERENCANAAN CETAKAN	19
3.1	Perencanaan Blok Die set.....	19
3.2	Penentuan Proses Produksi	22
3.3	Menentukan Dimensi dan Gaya paga Punch	25
3.3.1	Perhitungn Pengukuran Dimensi Punch dan Die	25
3.3.2	Perhitungan Gaya Proses Blanking dan Drawing .	27
3.3.3	Perkiraan Spring Back pada Parts.....	30
3.4	Perencanaan Baut	31
3.5	Perhitungan Guide Post.....	32
3.6	Perhitungan Stripping Force	34
3.7	Perencanaan Pilot	36
3.7.1	Panjang Pilot	37
3.7.2	Garis Tengah	37
3.7.3	Mounting dan Guidance	37
3.7.4	Nose Profiles	38
3.8	Die Stpos	38

BAB IV	PERHITUNGAN DALAM PERENCANAAN	
	CETAKAN.....	40
4.1	Menentukan Dimensi dan Gaya pada Punch	40
4.1.1	Perhitungan Ukuran Dimensi Punch dan Die	40
4.1.2	Perhitungan Gaya Proses Blanking dan Drawing ...	42
4.1.3	Perkiraan Spring Back pada Parts	45
4.2	Perencanaan Baut	46
4.3	Perhitungan Guide Post.....	48
4.4	Perhitungan Stripping Force	50
4.5	Hasil yang Dicapai	53
4.5.1	Hasil Perhitungan dari Dimensi dan Gaya pada Punch	53
4.5.2	Hasil Perhitungan Spring Back	53
4.5.3	Hasil Perhitungan Baut	54
4.5.4	Hasil Perhitungan Guide Post	54
4.5.5	Hasil Perhitungan Stripping Force	54
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	55
5.1	Kesimpulan	55
5.2	Saran.....	56

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1	7
Gambar 2.2	8
Gambar 2.3	9
Gambar 2.4	10
Gambar 2.5	14

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Puncak untuk Dies Set	20
Tabel 3.2 Jarak Minimum Lubang Dies	20
Tabel 3.3 Ukuran Minimum Screw	21
Tabel 3.4 Jarak minimum pada Lubang Screw.....	21



NOMEN KLATUR

Simbol	Besaran	Satuan
A	Luas	m^2
d	Diameter Dalam	mm
dl	Diameter Luar	mm
E	Modulus Elastisitas	N/mm^2
F_x	Gaya Pemotongan	N
F_y	Gaya Pengendalian Blank	N
F_z	Gaya Drawing	N
h	Kedalaman	mm
K	Konstanta Pegas	N/mm^2
l	Lebar	mm
L	Panjang Guide Pins	mm
n	Jumlah	buah
P	Panjang	mm
t	Ketebalan	mm
V	Volume	mm^3
W	Gaya	N
δ	Gaya Defleksi	mm
ρ	Massa Jenis	kg/m^3

σ_t

Tegangan Tarik

N/mm

DAFTAR PUSTAKA

1. Japanese Standart Association, *JIS Machine Elements, Japanese Standart Association*, Japan, 1983
2. Misumi, *Standart Components for Press Dies*, Misumi, Japan, 1996
3. Niemann. G, *Elemen Mesin*, Jilid 1, Erlangga, Bandung, 1994
4. *Politeknik Manufaktur Bandung, Tool Design2*, Politeknik Manufaktur Bandung, Bandung, 1984
5. Sularso, *Daftar Perancangan dan Pemilihan*, Pradnya Paramita, Jakarta, 1997



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

ABSTRAK

Perencanaan cetakan ini bertujuan untuk mengetahui perhitungan dalam merancang cetakan tutup gelas, yang mana pada dasarnya sudah ada yang buat tapi dalam skala besar atau industri besar. Dalam perancangan ini tutup gelas dijadikan media yang akan dibuat, yang mana diameter luar tutup gelas adalah 75mm, jadi pada saat ingin melakukan pembentukan tutup gelas bahan baku yang dibutuhkan berukuran 163x 163 mm dengan bahan alumunium dengan ketebalan 0.5mm. Oleh karena itu didapat punch dengan diameter 77mm dan die dengan diameter 73mm. adapun dalam perancangan cetakan ini dipilih jenis compound, yang mana jenis ini gabungan dari proses blanking dan drawing. Jenis ini dapat menghasilkan benda kerja (tutup gelas) dengan satu langkah kerja.

BAB I

1.1 Latar Belakang

Dalam kehidupan sehari-hari sering dijumpai banyak jenis produk yang diproduksi dengan berbagai cara seperti mencetak (*casting*), menempa (*forging*), pengepresan dan lain-lain. Produk-produk yang dibutuhkan masyarakat dapat diproduksi dalam skala besar (pabrik) maupun skala kecil (industri rumah tangga). Mengingat situasi perekonomian saat ini yang masih belum stabil, maka industri besar (pabrik) tidak begitu cocok, karena mempunyai banyak resiko jika dibandingkan dengan industri rumah tangga. Industri rumah tangga tidak memerlukan biaya yang besar maupun tempat yang luas dibandingkan dengan pabrik.

Guna menunjang industri skala kecil, akan dirancang mesin punch yang cocok untuk kebutuhan rumah tangga seperti mesin pembuat tutup gelas. Mesin punch yang akan dibuat menggunakan tenaga mekanik yang akan menekan bahan baku yang ada pada cetakan (*die*) sehingga menghasilkan produk jadi (tutup gelas). mesin punch yang akan dibuat adalah mesin punch berskala kecil.

1.2 Lingkup Masalah

Proses yang ada pada mesin punch dalam pembuatan tutup gelas terdiri dari macam-macam proses yaitu pemotongan yang dilanjutkan dengan proses pengepresan. Pada proses pemotongan bahan baku dipotong menjadi bentuk lingkaran dilanjutkan dengan proses pembentukan dengan cara pengepresan.

Dalam pembuatan mesin punch, masalah-masalah yang dihadapi sangat luas sehingga dirasa perlu membatasi masalah-masalah yang tidak dibahas dalam penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Perhitungan konstruksi mesin punch
2. Cetakan (*die*) untuk pemotongan bahan baku
3. Cetakan (*die*) untuk pembentukan

Dalam hal ini, yang akan dibahas adalah bagaimana cara merancang mesin punch dengan biaya yang ekonomis dengan berat dan ukuran yang tidak terlalu besar sesuai untuk keperluan industri rumah tangga.

1.3 Maksud dan Tujuan Penulisan

Maksud dan tujuan penulisan dalam tugas akhir ini adalah sebagai salah satu syarat untuk dapat menempuh gelar sarjana teknik. Adapun penulisan tugas akhir ini mengikuti sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini membahas mengenai latar belakang penulisan, ruang lingkup masalah, maksud dan tujuan penulisan serta sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini membahas teori- teori yang erat kaitannya dengan langkahlangkah yang diambil dalam proses pemecahan masalah dalam perancangan dan pembahasan tugas akhir.

BAR III PERANCANGAN CETAKAN

Bab ini membahas perancangan cetakan tutup gelas dengan menghitung mesin punch dan memilih jenis mesin punch yang cocok dan baik untuk tutup gelas yang akan dibuat.

BAB IV HASIL PERANCANGAN

Bab ini membahas mengenai hasil- hasil dari perancangan yang telah dilakukan.

BAB V PENUTUP

Bab ini membahas kesimpulan yang diperoleh selama perancangan dan saran- saran yang mungkin bermanfaat bagi orang lain.

DAFTAR PUSTAKA**LAMPIRAN**

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Definisi dies set

Dies set adalah merupakan alat untuk proses manufacturing yang terjadi dari sepasang alat yang berhubungan, yakni bagian tonjolan (*male/ punch*) dan cetakan (*female/ die*) untuk membuat part atau section yang terbuat dari bahan logam (biasanya berupa plat) melalui cara pencetakan (stamping) dan merupakan proses pengerjaan dingin.

2.2 Jenis- jenis Dies

Terdapat empat jenis dies yang dapat dijumpai dalam pasaran, yang dimaksud adalah jenis dalam arti system operasionalnya, yaitu:

2.2.1 Conventional Die

Conventional die adalah dies yang menggunakan punch yang terpasang pada *upper shoe*. Sedangkan die terpasang pada *bottom shoe*. Pada system ini *punch* selalu dipasang terlebih

dahulu, baru kemudian die dipasang dengan menyesuaikan punch- nya.

Pada jenis ini terdapat *stripper* dan pin pelepas *blank/ slug (push- off pin)*. Fungsi *stripper* ini untuk menahan material yang terjepit punch agar tidak terangkat keatas. Sedangkan pin pelepas dipakai untuk melepas slug/ blank keluar dari die. Cara kerja pin pelepas adalah sebagai berikut: Sebelum *punch* menyentuh material, pin pelepas akan menekan material terlebih dahulu, sehingga pada waktu *punch* mulai menekan material, pin pelepas akan terdorong kedalam dan menekan pegas didalamnya.

Setelah *punch* memotong material, dan terangkat keatas, maka pin pelepas akan bekerja/mendorong slug/blank akibat dari pegas yang ada. Yang demikian slug/blank akan terdorong kebawah lepas dari die, dengan demikian pada waktu posisi normal, pin pelepas akan lebih panjang dari permukaan *punch*. Biasanya system ini dipergunakan untuk pengerjaan material yang tipis.

2.2.2 Inverted Die

Inverted die adalah system *punching tool* dengan die yang terpasang pada *upper shoe*, dan *punch* terpasang pada *bottom shoe*.

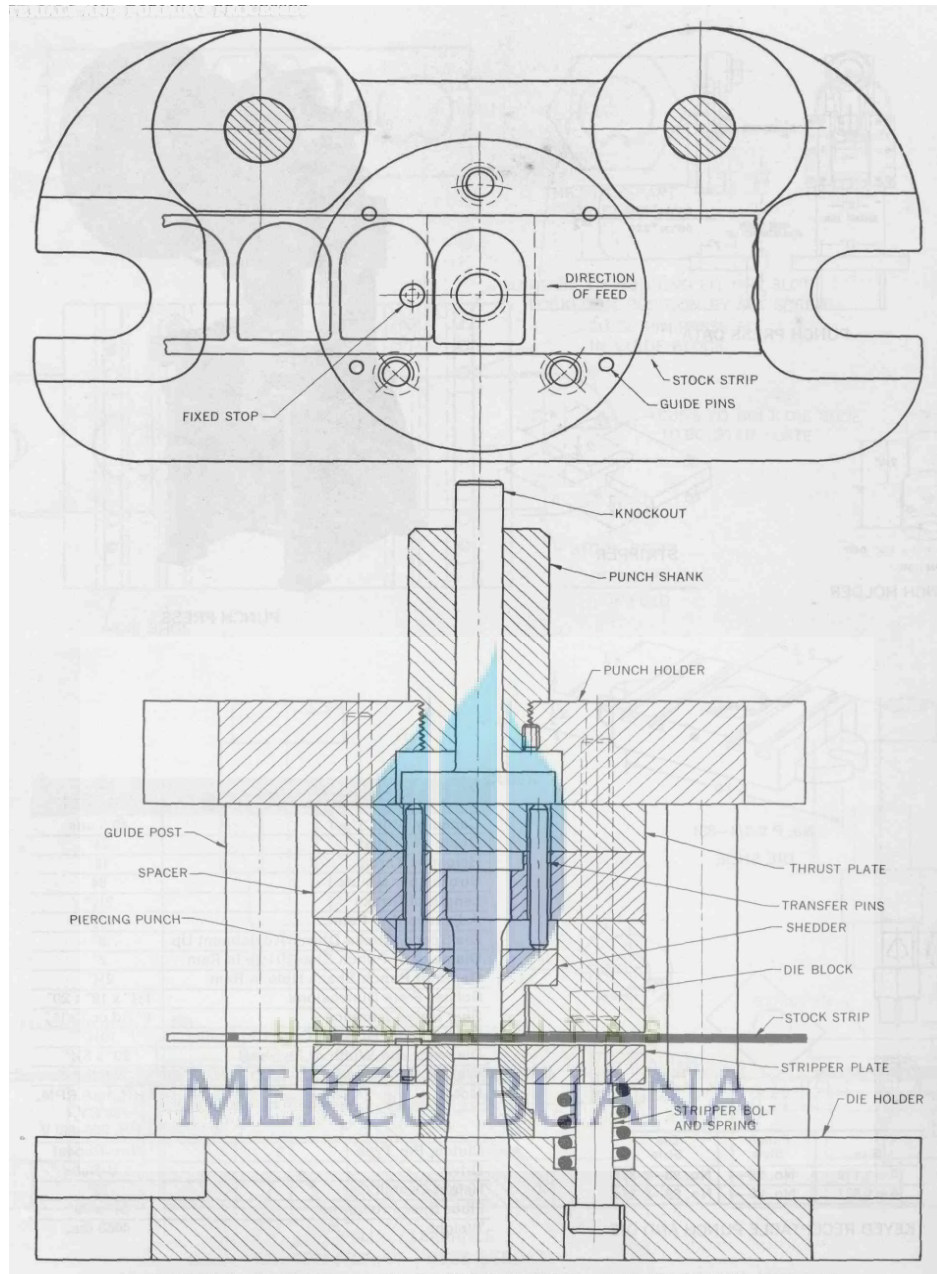
Cara kerja system ini adalah sebagai berikut: Pada waktu *punch holder* bergerak kebawah, maka material akan terpotong. Blank/slug akan mendapat gaya dari *shedder* pada waktu langkah membuka, yang besarnya sama dengan besar gaya pegas

yang ada pada *shedder*. Pada waktu yang sama pegas pada *stripper* dibawah akan mendorong keatas, sehingga strip akan terlepas dari punch. Demikian juga *shedder* akan menahan slug/blank, dengan demikian akan keluar dari die.

2.2.3 Compound Die

Compound die adalah kombinasi antara *conventional die* dengan *inverted die*, yang bekerja dalam sekali langkah. Dengan system ini dalam sekali langkah dapat menghasilkan *piercing* dan *blanking*.

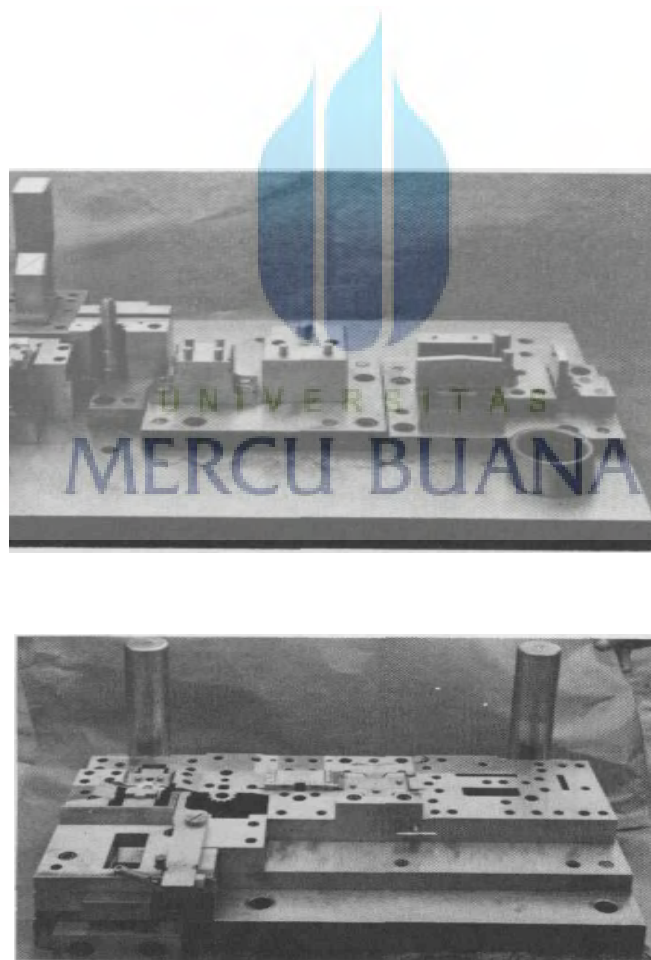
Piercing punch terpasang pada *upper shoe*, *piercing die* pada *bottom shoe*, hal ini merupakan system kerja *conventional die*. *Piercing die* dan *blanking punch* terdiri dari satu bagian. Sehingga *blanking punch* terpasang pada *bottom shoe*, sedangkan *blanking die* terpasang pada *upper shoe*, system ini merupakan system *inverted die*. Sistem ini dapat mempercepat proses produksi, namun perlu persiapan yang cukup teliti.



Gambar. 2.1

2.2.4 Progressive Die

Progressive die adalah system yang paling lengkap, yaitu suatu system untuk membuat produk yang pengerjaannya dua kali atau lebih. Setiap langkah akan menghasilkan satu macam pengerjaan, dengan kata lain, benda kerja akan menjadi lengkap terpotong apabila sudah memulai semua langkah. Bentuk-bentuk pengerjaan dapat terdiri dari: *piercing*, *blanking*, *forming*, *drawing*, *cut-off* dan lain- lain.



Gambar. 2.2

2.3 Bagian- bagian utama dies set

Bagian- bagian utama dari *dies set* secara umum adalah:

1. Shank

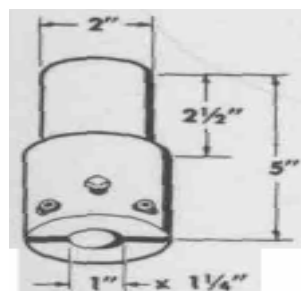
Shank adalah merupakan bagian paling atas dari sebuah *dies set* yang langsung berhubungan dengan mesin press. Bentuk dan ukurannya tergantung pada lubang holder yang terdapat pada mesin press. Gambar dibawah ini menunjukkan jenis shank yang biasa digunakan.

2. Punch holder

Punch holder adalah pemegang *punch* tersebut juga sebagai *top shoe/ upper shoe*, fungsi *punch holder* adalah untuk memegang *punch* dan tempat memasang *shank*.

3. Press blanking plate

Press blanking plate adalah plat yang dipasang pada *top shoe* untuk memperkecil gaya penusukan *punch* yang dipasang pada *upper shoe* sehingga bagian tersebut tidak mudah rusak terdeformasi oleh *punch*. *Punch* yang mempunyai ukuran luas dapat juga dipasang tanpa *press blanking plate*, langsung pada *upper shoe*.



Gambar. 2.3

4. Punch plate

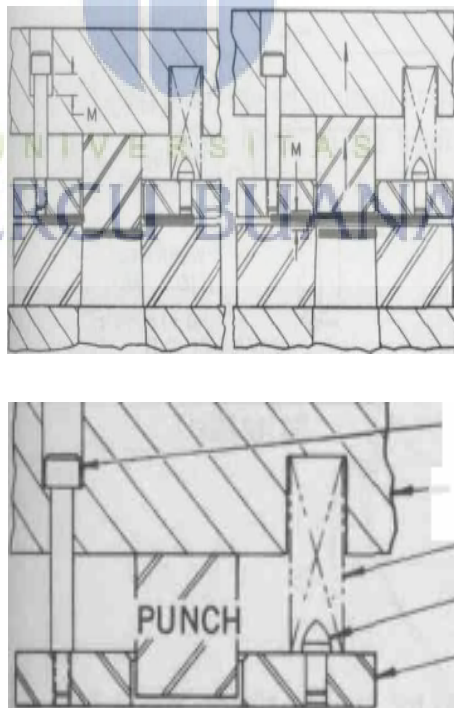
Punch plate berfungsi sebagai pemegang *punch* yang tidak dapat langsung dipasang pada *upper shoe*. Biasanya *punch plate* dipasang pada *upper shoe* dengan baut, *dowel pin*, atau *fastener*.

5. Punch

Punch adalah komponen utama pada *dies set*. Berpasangan dengan die, merupakan alat pemotong atau pembentuk profil yang bersifat jantan (male). Secara umum merupakan bagian yang bergerak dengan posisi diatas.

6. Stripper plate

Stripper plate berfungsi untuk menahan material bergerak keatas karena tertahan oleh punch setelah punch melakukan operasinya.



Gambar. 2.4

7. Die

Die adalah alat potong bagian bawah yang bersifat betina (female). Bagian ini berpasangan dengan *punch* dan bagian ini tidak bergerak.

2.4 Pengerjaan cetakan potong (Die- Cutting operations)

Pada proses ini diterangkan bagaimana terjadinya proses pemotongan material. Menurut **Donalson 1980** pengerjaan cetakan potong dapat dibedakan menjadi:

1. Plain blanking

Material yang digunakan biasanya lempengan ferrous atau non ferrous. Dan benda kerja yang dihasilkan adalah bagian yang dipotong dari lempengan (*strip*).

2. Piercing

Piercing pengerjaannya adalah pelubangan sederhana. Yang membedakan dari *blanking* adalah lempengan yang berupa benda kerja yang dihasilkan. Sedangkan material yang dipotong adalah yang dibuang (tidak terpakai).

3. Lancing

Lancing adalah gabungan antara bending dan pengerjaan potong dalam satu pemrosesan material, dalam proses ini tidak ada material yang terbuang pada pengerjaannya.

4. Cutting off and parting

Pengerjaan *cut off* pemotongan material pada satu bagian lurus dengan satu sisi potong. Sedangkan apabila pengerjaan memotong material pada satu bagian lurus dengan dua sisi potong, itu disebut parting.

Cutting off juga digunakan untuk memotong lempengan sisa pengerjaan sewaktu keluar dari detakan. Ini memudahkan penanganan buangan.

5. Notching

Notching ini dimaksud untuk memotong bagian ujung dari bahan (berupa plat logam) dengan bentuk profil yang sudah ditentukan.

Terdapat dua macam *notch* yang biasa dibuat :

1. *Notch* yang merupakan bagian dari disain produk yang diperuntukkan bagi toleransi, sambungan untuk bagian lain dan lainnya.
2. *Notch* yang dibuat pada plens untuk membantu proses pembentukan produk

2.5 Operasi pembentukan

Untuk tahap ini terdapat tiga cara atau system yang digunakan antara lain:

1. Bending

Pengerjaan untuk membuat lengkungan pada bahan baku/material. Terdapat 2 cara yang biasa digunakan untuk proses bending, diantaranya:

1. Free bending

Free bending merupakan proses bending yang umum digunakan secara universal. Alat-alat untuk proses ini mudah diganti dan diperbaiki.

2. Die bending

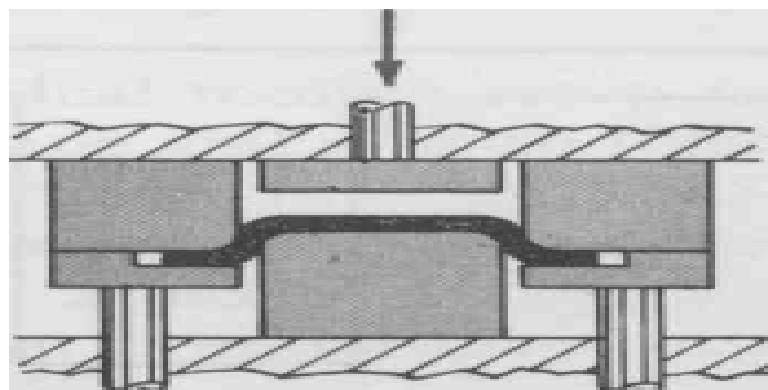
Akurasi/ketetapan lebih baik daripada proses free bending, spring back yang terjadi pada proses ini sangat kecil. Proses ini membutuhkan gaya yang lebih besar, alat-alat atau bagian yang digunakan untuk proses ini jauh lebih rumit daripada free bending.

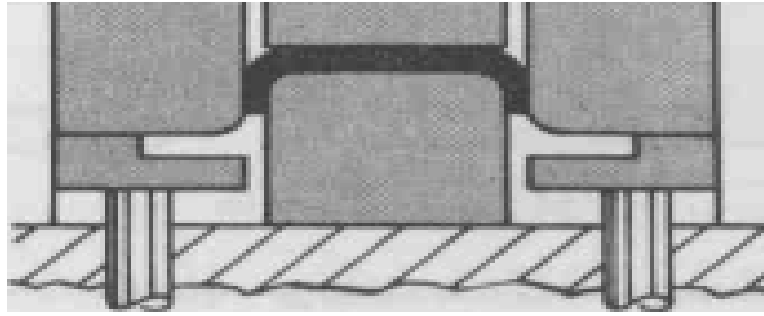
2. Forming

Pengerjaan ini menyangkut seluruh operasi yang di dalamnya tidak memakai punch yang memotong /menahan bahan. Dibatasi pada operasi pengerjaan logam dimana pada umumnya bentuk punch dan die langsung di reproduksi pada bahan logam dengan atau bisa juga tanpa gaya plastis pada logam.

3. Deep drawing

Pengerjaan ini biasanya merupakan pengerjaan lanjut dari bahan yang berupa plat logam yang telah mengalami proses pemotongan/cutting menjadi sebuah benda yang memiliki rongga dengan menggunakan *drawing punch*. Dalam proses ini bahan tidak mengalami perubahan ketebalan, tidak boleh mengalami pengerutan dan keretakan. Proses ini merupakan pengerjaan yang paling sulit, karena biasanya dalam proses trial hasil yang diharapkan tidak sesuai dengan benda yang dihasilkan, sehingga *dies set* harus diperbaiki ulang.





Gambar. 2.5

Bentuk yang dihasilkan dalam proses ini berupa:

- a. silinder
- b. taper/ kerucut
- c. kotak/ persegi (box)
- d. kombinasi

2.6 Deformasi plastis pada logam

Pada proses pengerjaan press, hal yang tidak boleh diabaikan adalah terjadinya deformasi plastis pada logam yang dibentuk. Deformasi plastis adalah suatu proses dimana deformasi terjadi pada suatu material, sifat material tersebut berubah karena terjadi dislokasi, berubahnya bentuk butiran, dan lain-lain. Perubahan tersebut bersifat permanent, sampai dilakukan pengerjaan lebih lanjut terhadap material tersebut.

Hampir semua logam campuran bersifat *polycrystalline* (sifat kristal molekul lebih dari satu). Logam kristal tunggal baik yang biasa

maupun campuran kebanyakan digunakan untuk keperluan penelitian dan hanya dalam beberapa kasus dipakai untuk proses permesinan atau metallurgi. Batas butiran memperkuat logam biasa maupun campuran dengan cara melindungi logam terhadap dislokasi kecuali dalam temperature tinggi. Dalam kebanyakan pemakaian dimana kekuatan sangat penting, untuk butiran yang tepat sangat dibutuhkan oleh tiap logam, baik yang biasa maupun campuran.

2.7 Faktor utama pengerjaan press pada plat logam

Faktor disain merupakan factor yang ditemui saat perancangan awal sebuah dies set dari nol, terdiri dari :

- *Shape/* bentuk dinatasi untuk yang didapat diproduksi dengan menggunakan proses *cutting, bending, forming dan drawing* dari potongan lembaran plat logam atau pengerjaan menggunakan compression.
- Ukuran maksimal dibatasi dari type dan ukuran press yang ada. Terdapat beberapa batas untuk ukuran minimum, selection yang tipis 0,08 mm dimungkinkan dengan part-part yang sangat kecil yang dapat dimuat sebanyak 10.000 buah ditangan kita.
- *Clereance* harus tepat, biasa digunakan + 0,05 mm tetapi dapat diperkecil bila part lebih kecil dan lebih tipis.

-
- Factor berat sangat berpengaruh. Dalam hal part yang dapat dibentuk oleh *dies set* bisa sangat ringan, dapat mencapai pon/mm^2 dari permukaan.
 - Kehalusan permukaan harus baik. Biasanya kehalusan permukaan tidak berpengaruh dalam proses *forming*.
 - Pilihan bahan harus tepat. Termasuk bagaimana memilih dan membentuk bahan supaya tidak getas.
 - Perubahan disain biasanya menelan biaya yang besar, kadang dibutuhkan bila *dies set* yang dibuat tidak sesuai dengan yang diharapkan.

Faktor produksi adalah factor yang ditemui saat pembuatan bagian-bagian cetakan, sudah selesai dan harus dirakit atau dipasang pada mesin tertentu, terdiri dari :

- *Tooling time* (waktu penyetelan) berpengaruh besar dalam produksi, kecuali untuk produksi sementara dan dalam jumlah kecil. Permukaan *dies*, termasuk trial dan pengembangan butuh waktu lama.
- Waktu produksi diharapkan dapat seminimal mungkin.

Faktor ekonomi adalah factor yang berkaitan dengan pembiayaan dan nilai- nilai ekonomis dalam perancangan *dies set*, terdiri dari:

- Biaya *stamping* material harus ditekan serendah mungkin (logam hasil *stamping* yang tidak dibutuhkan dan mungkin masih bisa diolah kembali).

-
- Biaya perlengkapan dari *dies set* harus diperhatikan, biasanya biayanya sangat mahal, lebih tinggi dari *tooling* dari part yang terdapat pada die cast.
 - Biaya finishing harus serendah mungkin. Biasanya biaya-biaya ini tidak diperhitungkan kecuali untuk plating dan pengecatan.



BAB III

ANALISA PERENCANAAN CETAKAN

3.1 PERENCANAAN BLOK DIE SET

Dalam perencanaan ini kita harus mengetahui petunjuk atau syarat-syarat dalam perencanaan *block die set*. Dalam hal ini ada beberapa yang dibutuhkan untuk mengawali perencanaan die set, diantaranya:

1. Toleransi dan dimensi produk
2. ketebalan plat yang akan digunakan
3. Jenis dari material yang akan dicetak

Dari ketiga hal diatas, bisa didapat spesifikasi yang harus diperhatikan dalam perancangan die set. Spesifikasi dari die block adalah setiap pengerjaan antara seratus sampai dengan seribu kali cetakan, hasil yang akan didapat bagus (maksimal).

Untuk proses mendisain blik die set terdiri dari 7 tahapan, antara lain :

1. Menetapkan gambar produk dengan skala efektif dalam material strip

2. Menentukan puncak untuk die set yang bisa dilihat pada table dibawah ini:

STRIP THICKNESS (S)	DIE BLOCK HEIGHT (h)
0 to 1 mm	19 mm
1 to 2 mm	24 mm
2 to 3,5 mm	29 mm
3,5 to 5 mm	34 mm
5 to 7 mm	41 mm
7 and more	48 mm

3. Menentukan minimal jarak dari lubang die ke sisi luar blok die menurut table dibawah ini :

Die block Height h (mm)	Normal Die Hole e1 (mm)	Large die hole or die hole with sharp edges e2 (mm)	Very large die holes and thick material e3 (mm)
19	22	28	38
24	27	36	40
29	33	43	58
34	38	51	68
41	46	62	82
48	54	72	96

4. Gambar sisi luar minimum dari keliling lay out lubang die dan menyesuaikan dimensi sisi luar.
5. Menentukan minimum screw dan diameter lubang *dowel* yang sesuai menurut table dibawah ini. Diameter minimum ini juga berkaitan

dengan tebal *block die*. Untuk ketebalan strip dan panjang garis pemotongan (besar lubang die) , dan juga jumlah screws akan meningkat karena menahan potongan dan *stripping force*.

Die block height h (mm)	Minimum screw - ϕ f	Minimum dowel ϕ d
19	M8	ϕ 6
24	M8	ϕ 8
29	M10	ϕ 10
34	M10	ϕ 10
41	M12	ϕ 12
48	16	ϕ 16

6. Menentukan jarak minimum pada lubang screw ke lingkaran pada die block dan jarak minimum antara screw dan lubang dowel menurut table dibawah ini. Kecilnya jarak disebabkan pengerasan yang dikehendaki. Besarnya jarak akan mungkin jika terpakai.

SCREW - X f	SYMETRIC	ASYMETRIC		DOWEL - ϕ d	SPACE k
	ℓ min	ℓ min	m. min		
M8	10	12	9	6	7
M10	13	15	12	8	9
M12	15	18	14	10	11
M16	20	24	18	12	14
				16	18

7. Menentukan ketirusan pada lubang die dalam menghindari kekurangan atas *blended part* dalam die block. Lubang seharusnya memiliki ketirusan yang kecil, dalam pemeliharaan bagian akurasi yang tetap sebelum menetapkan beberapa die.

3.2 PENENTUAN PROSES PRODUKSI

Produk yang akan direncanakan sebuah *dies set tutup gelas*. Produksi bersifat sementara atau *home industry* dan umur dies set yang diharapkan sesuai dengan standart. Part yang dibuat digunakan sebagai tutup gelas dengan diameter 75 mm dengan kedalaman 15mm.

Dari bentuk dan ukuran part, pengerjaan yang harus dilakukan adalah proses *blanking* untuk membuat lingkaran dan *drawing* untuk membentuk cup/ cekungan. Terdapat dua alternative untuk membuat dies set yang sesuai dengan part:

1. proses terpisah, yaitu pembuatan dies set dimana proses *blanking* dan *drawing* dilakukan dengan terpisah (2 kali pengerjaan/ proses). Proses ini menghasilkan produk dengan ketelitian dan ketepatan lebih tinggi, namun kecepatan produksi atau proses lebih lambat dan biaya operasional lebih mahal.
2. Proses kombinasi, yaitu mengkombinasikan proses *blanking* dan *drawing* pada dies set sehingga proses berlangsung cukup satu kali (*blanking* dan *drawing* dilakukan sekaligus). Ketelitian dan ketepatan

yang dihasilkan lebih rendah, namun kecepatan produksi dan biaya operasional lebih murah.

Dari keperluan yang telah dijelaskan diatas, jelas biaya yang dibutuhkan produk lebih sesuai dengan proses kombinasi atau gabungan. Dengan demikian, perancangan langkah pengerjaan melalui proses kombinasi dapat dilakuakn.

Dies set yang sesuai dengan pengerjaan yang yang harus dilakukan adalah dies set type *compound*.

Pada dasarnya compound tools nampak seperti inverted tool. Sedangkan di suatu inverted tool hanya memproduksi blank, compound tool mempunyai 2 atau lebih operasi pemotongan setiap pukulan dalam sebuah setasiun. Compound identik dengan proses blanking/ piercing. Dua operasi itu secara directional bertentangan. *Compound tool* mengapa pada umumnya kita kaitkan dengan disain inverted.

Konstruksi khas pada compoun tool ditunjukkan di dalam gambar 3.2

Pada gambar tersebut sangat jelas; Yang pada dasarnya persisnya sama halnya *inverted tools*. Sebagai tambahan piercing punch ditetapkan perbaiki berhadapan dengan itu blanking punch. Blanking punch oleh karena itu menjalani tekanan yang sama ketika menembus die.

Shedder, stripper , knock out dan lain-lain., semua sisa yang identik kepada inverted tool itu. Blanking die tidak punya pemeriksaan sudut. Seperti dinyatakan di atas bahwa compound die adalah arah pemotongan yang berlawanan dengan blanking dan piercing. Ini disimpulkan bahwa

beram nampak pada sisi atas yang sama untuk membentuk sebelah luar yang blanked dan menembus lubang dalam komponen yang sama itu. Kita ingat, di dalam blanking beram nampak pada sisi atas punch, didalam penembusan pada sisi atas die itu. Sekarang kita simpulkan bahwa blanking punch bertindak sebagai piercing die, berarti beram ditemukan pada sisi atas yang sama itu. Compound tool lebih disukai ditetapkan di dalam die sets,. keuntungan dari jenis ini adalah bukan hanya banyak ruang pada tekanan atas diperlukan perbandingan pada kebutuhan kekuatan. Komponen diproduksi di dalam flat dan berkualitas. Peluru gotri boleh jadi re-used.

Pembatasan sebagai berikut: Shaped yang diperumit atau komponen penuh sesak adalah tidak selalu sebab pukulan bisa menjadi terlalu lemah. Kecepatan aktif terbatas serupa untuk inverted tool.

Jika suatu stasiun compound ditemukan di dalam suatu compound die progresif. Operasi memotong dan pembentukan dikombinasikan di dalam satu stasiun yang ulang dikenal sebagai compound die. Secara teoritis bahkan compound tools adalah dies compound tetapi dalam kaitannya mereka sudah diistilahkan yang khusus (compound tool). Rencana langkah pengerjaan yang dilakukan adalah ; blanking punch/drawing die bergerak kebawah memotong bahan menjadi bentuk lingkaran, sementara blanking die dan drawing punch tetap ditempat dan mendorong bahan masuk ke drawing die/blanking punch sehingga menutup gelas, setelah itu ejector akan melepas hasilnya.

3.3 MENENTUKAN DIMENSI DAN GAYA PADA PUNCH

Untuk membentuk sebuah dies set, bagian yang harus direncanakan dan dirancang terlebih dahulu adalah punch dan die. Bentuk dan ukuran punch dan die tergantung dari bentuk, ukuran dan bahan dari part yang akan diproduksi.

3.3.1 Perhitungan pengukuran dimensi punch dan die

Untuk dapat menentukan ukuran dimensi punch dan die kita harus memiliki atau menghitung beberapa hal penting (spesifikasi produk).

Dalam hal ini spesifikasi yang harus ditentukan adalah:

- Diameter luar (dl)
- Diameter dalam (d)
- Kedalaman (h)
- Ketebalan plat (t)
- Tegangan tarik material (σ_t)

Hal diatas adalah spesifikasi untuk proses drawing. Setelah melakukan proses drawing untuk membentuk cup. Plat harus di punch (blanking) terlebih dahulu membentuk lingkaran. Untuk mencapai diameter lingkaran sebelum proses drawing, digunakan rumus:

$$D = \sqrt{d^2 + 4.d.h}$$

dimana :

D = diameter plat sebelum proses drawing (mm)

d = diameter dalam produk (mm)

h = kedalaman proses drawing (mm)

Dengan demikian diameter plat sebelum melalui drawing dapat diketahui. Setelah menentukan ukuran yang diambil, maka langsung berikutnya menentukan *clearance/ allowance*. Besar-kecilnya *clearance/allowance* akan mempengaruhi hasil pemotongan, seperti:

- Besar gaya pemotongan yang akan dipakai
- Umur pakai dari punch dan die
- Permukaan hasil pemotongan

Besarnya pemeliharaan *clearance/ allowance* tergantung dari table dan jenis material, disamping beberapa pertimbangan berikut:

- Untuk proses blanking, material yang memiliki tegangan gesek yang tinggi, dipilih *clearance/ allowance* yang kecil agar didapat hasil potongan yang baik.
- Untuk proses blanking untuk mesin potong otomatis digunakan *clearance/ allowance* besar agar didapat umur pakai yang lama.
- Untuk mendapat hasil potongan yang halus, dipilih *clearance/allowance* yang kecil.

Setelah hasil perhitungan blanking punch didapat. Namun dalam perancangan blanking punch, diameter tersebut ditambah dengan *clearance/allowance* sebesar yang telah ditentukan dalam grafis untuk menentukan *clereance*. Dengan mengkonversi angka-angka dan garis dalam grafik didapat *clereance* yang dapat dicari dari grafik *Clearance/allowance* (grafik terlampir).

Untuk diameter drawing punch dan die, digunakan sama dengan diameter awal pada blanking punch, tetapi allowance yang dipakai biasanya hanya bisa didapat melalui uji coba dilapangan sampai mendapatkan hasil yang tepat.

3.3.2 Perhitungan gaya proses blanking dan drawing

Untuk dapat menentukan besar dan kapasitas mesin yang akan digunakan, maka diperlukan perhitungan gaya- gaya yang akan timbul pada proses ini, yaitu :

- Gaya pemotongan (F_x)
- Gaya pengendali blank (F_y)
- Gaya drawing (F_z)

Pada proses drawing, sebuah blang yang datar akan dibentuk menjadi shcelli yang berongga, dimana sebagian bidang datar tersebut akan mengalami deformasi plastis, pada tahun 1909 seorang insinyur bernama Musiol mengamati proses tersebut dan merumuskan istilah *Ziehverhaltnis/ drawing ratio/* perbandingan drawing dengan nilai perbandingan diameter reduksi berbanding diameter awal (d/d_l). Dalam prakteknya drawing ratio sangat tergantung dari factor- factor :

- Tebal material
- Gesekan
- Kecepatan proses
- Clearance/ allowance

Penentuan gaya dan nilai perbandingan tersebut masih sangat tergantung oleh banyak factor, sehingga analisis secara sistematis sampai saat ini masih belum mudah dilaksanakan. Dalam hal ini masih diperlukan bantuan pemikiran dari orang-orang yang bekerja dibengkel (orang lapangan) maupun perencana yang bisa membuat suatu kesimpulan pendekatan hasil yang lebih tepat.

Untuk bisa menghitung secara tepat dan bermanfaat, masih banyak variasi besaran harga kekuatan material dalam hubungannya dengan tebal plat normal atau kekuatan menengah, namun harus dipilih tebal material yang toleransi tepat dan harga kekuatan material terbaik.

Perhitungan gaya yang terjadi pada tahapan proses pembuatan produk (rumus diambil dari hand book for die spanlose formgebuna karangan Schuler AG):

- Proses pemotongan plat (blanking)

- Luas pemotongan (A)

Dimana luas pemotongan dirumuskan dengan:

$$A = \pi \cdot d \cdot t$$

Dimana : d = diameter

t = tebal plat

- Gaya pemotongan (Fx)

Dimana gaya pemotongan dirumuskan dengan:

$$(Fx) = 0,8 \cdot \sigma t \cdot A$$

dimana : σt = Tegangan tarik material

$A = \text{Luas pemotongan}$

- Proses pengendalian gaya (gaya untuk penahanan) pada blank:

- Tentukan Luas (A)

$$A = \pi \cdot d \cdot t$$

- Gaya pengendali blank (F_y) :

$$F_y = A \left\{ 0,0025 \left(\left(\frac{dl}{d} - 1 \right)^2 + \frac{0,5 \cdot d}{100 \cdot t} \right) \right\} \sigma$$

$$F_y = A \left\{ 0,0025 \left(\left(\frac{dl}{d} - 1 \right)^2 + \frac{0,5 \cdot d}{100 \cdot t} \right) \right\} \sigma$$

- Proses drawing :

- Tentukan Luas (A)
- Gaya drawing (F_z):

$$F_z = A \cdot \sigma \cdot \frac{d}{dl}$$

$$F_z = A \cdot \sigma \cdot \frac{d}{dl}$$

Total gaya yang terjadi $= F_x + F_y + F_z$

Dapat disimpulkan bahwa gaya minimum yang dibuat untuk membentuk produk adalah XN atau setara dengan XKg. Berarti tonnage minimal pada mesin press harus memiliki nilai minimal. Namun, untuk produk ini mesin press yang digunakan adalah mesin press dengan tonnage yang disesuaikan. Hal ini disebabkan karena dimensi dan ukuran produk serta mesin press yang digunakan.

3.3.3 Perkiraan spring back pada part

Spring back adalah sifat elastisitas logam dimana logam tersebut akan kembali ke bentuk atau posisi semula setelah mengalami proses forming. Untuk mencapai terjadinya spring back biasanya diberikan allowance dan kecepatan proses yang tepat dan sesuai yang diinginkan sehingga terjadinya spring back dapat diantisipasi dengan baik (lihat table pada lampiran). Dari data yang ada kita bisa diketahui $F_{drawing}$ x KN. Dan untuk jenis pegas yang digunakan adalah jenis coil spring dengan panjang x . Dalam proses permesinannya pegas akan terdefleksi sebesar x mm.

- Perkiraan besar spring back :

$$F = 5\% \times F_{drawing}$$

- Konstanta pegas (K)

Dengan melihat ukuran dari bottom plate maka ukuran diameter pegas dapat disesuaikan, karena itu dipilih jenisnya dari tabel misumi.

Diketahui pegas akan terdefleksi sebesar x mm maka gaya yang akan terjadi yaitu:

$$W = K \cdot \delta$$

3.4 PERENCANAAN BAUT

Baut pada dies hanya berfungsi sebagai pengikat antar part yang ada, maka yang diperlukan hanyalah kekuatan tarik dari material yang digunakan untuk membuat baut. Bahan yang digunakan dapat disesuaikan dengan kebutuhan atau komponen lain, baut yang digunakan :

- Baut pengikat top plate, press backing plate dan punch plate:

Volume tetap top plat, press plate dan punch plate :

- Top plate :

$$V = p.l.t$$

- Press backing plate :

$$V = 0.25.\pi.d^2.t$$

- Punch plate :

$$V = 0.25.\pi.d^2.t$$

Volume total adalah Volume top plate + volume backing plate + volume punch plate

Dengan masa jenis bahan yang akan ditentukan, maka dirumuskan sebagai berikut:

$$m = \rho.V$$

Dengan factor keamanan dapat diketahui, dan juga gaya yang terjadi adalah

$$F = m. g. \text{ factor keamanan}$$

Setelah jenis baut telah diketahui, maka kita juga harus tahu juga memman maksimal yang akan diterima baut.

Beban maksimal = jumlah baut x tegangan tarik material baut x strees area

Dengan baut memenuhi syarat untuk mengikat bagian- bagian tersebut.

Untuk baut lain yang mengikat blanking die, bottom plate, drawing punch, tidak perlu diperhatikan karena beban yang terjadi ditanggung oleh meja. Mesin press dan hanya berfungsi sebagai pengikat antar part sebagai koefisien gesek yang terjadi pada meja mesin press dapat dianggap $\mu = 1$.



3.5 PERHITUNGAN GUIDE POST

Guide post digunakan untuk mengarahkan laju punch untuk menuju benda kerja dengan ketetapan yang lebih baik dan kestabilan yang lebih tinggi. Jumlah dan jenis guide post bervariasi tergantung dari type dies set dan kapasitas mesin press yang digunakan untuk dies set tersebut.

Guide post yang dipakai dalam perencanaan dies set ini biasanya adalah tipe MY dengan panjang guide pin 100 mm. jumlah guide pins 2 buah. Guide pins tersebut terbuat dari material S45C dengan tegangan tarik (σ_t) = 560

N/mm². Defleksi (δ) pins yang diijinkan sebesar 0,01 mm. modulus elastisitas (E) guide pins sebesar 2.105 N/mm². gaya yang diperhitungkan adalah gaya pemotongan (Fx).

- Perhitungan guide pins yang digunakan :

Rumus yang digunakan:

$$\left(\frac{d}{n}\right)^4 = \frac{F.L^2.64}{3.E.\pi.\delta}$$

dimana : d = diameter guide pins (mm)

F = gaya yang terjadi (N)

L = panjang guide pins (mm)

E = modulus elastisitas s guide pins (N/mm²)

δ = defleksi guide pins (mm)

n = jumlah guide pins (buah)

Setelah diameter minimum guide pin sudah didapat. namun dilihat dari ukuran dies set maka diameter guide pins yang dipakai sebaiknya disesuaikan dengan ukuran yang tersedia (yang mendekati). Sesuai dengan standart yang ada, maka guide post yang mendekati nilai tersebut yang akan dipakai adalah tipe MY-25 dari standart misumi.

3.6 PERHITUNGAN STRIPPING FORCE

Apabila kita memotong plat dengan punch (blanking), maka plat tersebut akan cenderung terjepit oleh punch maupun die. Hal ini perlu diatasi dengan cara melepaskannya kembali, yaitu dengan stripper plate. Penjepitan dapat terjadi karena sifat elastisitas logam yang disebut juga spring back. Disamping itu juga dapat diakibatkan oleh perubahan struktur logam yang mengalami sifat lumer selama proses berlangsung. Semakin keras dan tipis material, akan mengakibatkan gaya stripper yang lebih kecil; dengan demikian material yang lebih lunak akan membutuhkan gaya stripper yang lebih besar.

Untuk menghitung besar gaya stripper, biasanya tergantung dari jenis dan ukuran pegas yang digunakan, dimana pada umumnya menggunakan pegas jenis tekan. Besar gaya stripper berkisar antara 5% sampai dengan 10% dari gaya pemotongan.

Untuk stripper bagian atas, diketahui dari perhitungan sebelumnya, gaya pemotongan (F_x). jenis pegas yang digunakan adalah jenis coil springs yang memiliki diameter yang ada dengan panjang yang telah ditentukan. dalam proses pembuatan part pada dies set, pegas akan terdefleksi.

Perhitungan jumlah pegas :

- Stripper force (F) :

Gaya diambil sebesar 5% dari gaya pemotongan (F_x)

- Kekuatan pegas (W)

Untuk mencapai pegas yang sesuai, kita perlu melihat table misumi untuk coil springs (tertera pada lampiran). Dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$W = K.\delta$$

Jumlah pegas yang dibutuhkan :

$$n = \frac{F}{W}$$

untuk stripper/ ejector bagian bawah, diketahui dari pertemuan sebelumnya, gaya untuk drawing (Fz). jenis pegas yang digunakan harus diketahui diameter dan panjangnya. dalam prosesnya defleksi pegas maksimum sebesar 40 mm.

perhitungan jumlah pegas :

- Stripper force (F) :

Gaya yang diambil sebesar 5% dari gaya drawing (Fz)

- Kekuatan pegas (W)

Untuk mencapai pegas yang sesuai, kita perlu melihat table misumi untuk coil springs (tertera pada lampiran). Dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$W = K.\delta$$

jumlah pegas yang dibutuhkan

$$n = \frac{F}{W}$$

3.7 PERENCANAAN PILOT

Fungsi dari pilot akan menempatkan potongan atau komponen dengan teliti pada posisi yang diperlukan sebelum suatu operasi pemotongan. Posisi ini dikenal sebagai tindakan pencatatan. lubang sebelumnya Ditembus yang digunakan untuk mendaftarkan bahan yang akan dipotong. Jika didalam komponen tidak tersedia lubang pantas kemudian lubang kabut tambahan ditembus di suatu tempat di area sisa potongan. Jika pemberian potongan dilaksanakan dengan tangan diperlukan overfeed. Jika suatu proses pemotongan menggunakan proses potongan otomatis akan menjadi underfeed. Underfeed Adalah kebalikan dari overfeed dalam kaitan dengan arah gerakan, tetapi tujuan keduanya serupa baik bengang overfeed maupun dengan under feed, kedua-duanya adalah kasus dari pilot yang sangat berkaitan dengan memusat potongan akhir komponen.

3.7.1 Panjang Pilot

Karena pilot harus memposisikan material sebelum pemotongan berlangsung maka harus lebih panjang dibanding pukulan (punch). Perbedaan ini panjangnya sedikitnya 1.5 mm. Karena penempatan material yang lebih tebal haruslah sepadan dengan ketebalannya. Terlalu besar suatu perbedaan akan kurang baik memungkinkan mempengaruhi kecepatan bekerja karena tekanan yang diharapkan untuk mulai suatu pukulan (punch) sangat tinggi. Jika pilot akan komparatif sangat membutuhkan tekanan untuk pukulan untuk meningkat hasil. Maka harus ditentukan waktu dalam setiap pemukulan.

3.7.2 Garis tengah

Pada dasarnya kita harus menyediakan pemeriksaan antara penembusan garis tengah die dan garis tengah pilot. Jumlah dari pemeriksaan tergantung atas ketelitian yang diperlukan. Karena pekerjaan yang sangat tepat adalah pilot harus disesuaikan untuk suatu dorongan yang sesuai dengan lubang itu. Ketika jaraknya lebih sedikit maka diperlukan akurat komponen secara komparatif untuk pemeriksaan yang diberikan.

3.7.3 Mounting dan Guidance

Pilot sering ditetapkan untuk menembus pukulan juga sangat serupa dengan pukulan itu sendiri, di suatu Pukulan menyepuh, menyekrup dan doweled. Itu sebaiknya di sediakan untuk suatu pukulan ekstra dalam rangka penyesuaian proses yang individu. Pada umumnya pilot menjulang sebelum proses penembusan itu. Jika pilot dapat dipindahkan dibutuhkan mengasah kembali lebih mudah dan beberapa solusi kebaikan dikenal. Para perancang sangat hati-hati

untuk mengusulan yang kadang-kadang dapat ditarik masuk pilot. Dalam hal suatu misfeed pilot sederhanaanya tidak tahan atau mudah rusak. Karena otomatis aktif pilot retracable dapat dilengkapi dengan fungsi menggerakkan suatu tombol untuk tekanan berakhir dalam suatu misfeed. Pilot dipandu hampir sama seperti pukulan, yang manapun di terisi atau plat pemarkas yang ditetapkan, yang secara normal dapat diarahkan. Bagaimanapun dalam hal khusus ini untuk menetralkan pembelokan mungkin (e.g. bursa/stock tebal dan suatu pilot yang enak/bagus) pilot boleh jadi dipandu akurat oleh suatu lubang die.

3.7.4 Nose Profiles

Bentuk Yang paling sering digunakan adalah bullet nose. Bagaimanapun Nose profiles kadang-kadang lebih dan pendek dan potongan nose berbentuk kerucut 45° disesuaikan dengan hasil yang diinginkan, tetapi definetely tidak direkomendasikan untuk material lembut. Semakin kecil sudut makin baik pilot masuk material itu. 15° dan 30° potongan nose berbentuk kerucut menjadi lebih baik dibanding 45° yang tetapi mereka, secara alami lebih panjang.

3.8 DIE STOPS

Fungsi die stop adalah untuk pemberian Bergeraknya material. Yang pada dasarnya dibedakan antara posisi pencatatan dan posisi perhentian nyata.

1. Posisi Perhentian adalah posisi dari tempat titik berhenti yang dibanding antara dorongan material dan penghentian akhir.
2. Posisi Pencatatan dapat serupa kepada posisi perhentian, tetapi sering tidak ada atau diabaikan. Sebagai contoh di semua kasus

manakala pilot penggunaan posisi perhentian adalah sedikit banyaknya berbeda posisi kepada pencatatan yang diinginkan. advance yang kecil ini yang kita sebut dengan overfeed.

Penempatan dari posisi perhentian sehubungan mendekati dengan proses terakhir. Dalam hal ini posisi pencatatan ditentukan oleh pilot. Overfeed Adalah perbedaan antara posisi perhentian dan posisi pencatatan. Itu berarti untuk menetralkan pemborosan mungkin selagimempercepat material melepaskan punch dan oleh karena itu untuk menjamin stabilitas yang dimensional yang menyangkut komponen itu. Gagasan ini diberlakukan bahwa topi operator untuk memposisikan potongan yang kira-kira melawan terhadap suatu penetapan penempatan perhentian. Tepat dari material dilaksanakan secara otomatis dengan pilot. Adalah penting sebelum mendiskusikan berbagai kemungkinan perhentian, yang para point-point dasar ini harus jelas. Dua kategori perhentian dikenal berjalan terus dan yang ditetapkan. Perhentian Yang ditetapkan meliputi: pin dataran stop, pin perhentian yang dipimpin, perhentian padat, garis hiasan stop. Pergerakan Perhentian meliputi: perhentian yang berputar (manual, semi-automatic dan automatic).



BAB IV

PERHITUNGAN DALAM PERENCANAAN CETAKAN

4.1 MENENTUKAN DIMENSI DAN GAYA PADA PUNCH

Untuk membentuk sebuah dies set, bagian yang harus direncanakan dan dirancang terlebih dahulu adalah punch dan die. Bentuk dan ukuran punch dan die tergantung dari bentuk, ukuran dan bahan dari part yang akan diproduksi.

4.1.1 Perhitungan pengukuran dimensi punch dan die

Spesifikasi produk :

- Diameter luar (dl) = 75 mm
- Diameter dalam (d) = 73 mm
- Kedalaman (h) = 15 mm
- Ketebalan plat (t) = 1 mm
- Tegangan tarik material (σ_t) = 70 N/mm²

Setelah melakukan proses drawing untuk membentuk cup. Plat harus di punch (blanking) terlebih dahulu membentuk lingkaran. Untuk mencapai diameter lingkaran sebelum proses drawing, digunakan rumus:

$$D = \sqrt{d^2 + 4.d.h}$$

dimana :

D = diameter plat sebelum proses drawing (mm)

d = diameter dalam produk

h = kedalaman proses drawing

maka :

$$D = \sqrt{d^2 + 4.d.h}$$

$$D = \sqrt{73^2 + 4 \times 73 \times 1}$$

$$D = \sqrt{5621} \text{ mm}$$

$$= 74,97 \text{ mm} \approx 75 \text{ mm}$$

Dengan demikian diameter plat sebelum melalui drawing adalah 75mm.

Setelah menentukan ukuran yang diambil, maka langsung berikutnya menentukan *clearance/ allowance*. Besar- kecilnya *clearance/ allowance* akan mempengaruhi hasil pemotongan, seperti:

- Besar gaya pemotongan yang akan dipakai
- Umur pakai dari punch dan die

- Permukaan hasil pemotongan

Besarnya pemeliharaan clearance/ allowance tergantung dari table dan jenis material, disamping beberapa pertimbangan berikut:

- Untuk proses blanking, material yang memiliki tegangan gesek yang tinggi, dipilih clearance/ allowance yang kecil agar didapat hasil potongan yang baik.
- Untuk proses blanking untuk mesin potong otomatis digunakan clearance/ allowance besar agar didapat umur pakai yang lama.
- Untuk mendapat hasil potongan yang halus, dipilih clearance/ allowance yang kecil.

Dari hasil perhitungan didapat blanking punch memiliki diameter 75 mm. namun dalam perancangan blanking punch, diameter tersebut ditambah dengan clearance/ allowance sebesar yang telah ditentukan dalam grafis untuk menentukan clearance. Dengan mengkonversi angka- angka dan garis dalam grafik didapat clearance sebesar + 0.075 mm (lihat grafik di lampiran).

Untuk diameter drawing punch dan die, digunakan 75 mm, tetapi allowance yang dipakai biasanya hanya bisa didapat melalui uji coba dilapangan sampai mendapatkan hasil yang tepat.

4.1.2 Perhitungan gaya proses blanking dan drawing

Untuk dapat menentukan besar dan kapasitas mesin yang akan digunakan, maka diperlukan perhitungan gaya- gaya yang akan timbul pada proses ini, yaitu :

-
- Gaya pemotongan (F_x)
 - Gaya pengendali blank (F_y)
 - Gaya drawing (F_z)

Pada proses drawing, sebuah blang yang datar akan dibentuk menjadi shcelli yang berongga, dimana sebagian bidang datar tersebut akan mengalami deformasi plastis, pada tahun 1909 seorang insinyur bernama Musiol mengamati proses tersebut dan merumuskan istilah *Ziehverhaltnis/ drawing ratio/* perbandingan drawing dengan nilai perbandingan diameter reduksi berbanding diameter awal (d/d_l). Dalam prakteknya drawing ratio sangat tergantung dari factor- factor :

- Tebal material
- Gesekan
- Kecepatan proses
- Clearance/ allowance

Penentuan gaya dan nilai perbandingan tersebut masih sangat tergantung oleh banyak factor, sehingga analisis secara sistematis sampai saat ini masih belum mudah dilaksanakan. Dalam hal ini masih diperlukan bantuan pemikiran dari orang- orang yang bekerja dibengkel (orang lapangan) maupun perencana yang bisa membuat suatu kesimpulan pendekatan hasil yang lebih tepat.

Untuk bisa menghitung secara tepat dan bermanfaat, masih banyak variasi besaran harga kekuatan material dalam hubungannya

dengan tebal plat normal atau kekuatan menengah, namun harus dipilih tebal material yang toleransi tepat dan harga kekuatan material terbaik.

Perhitungan gaya yang terjadi pada tahapan proses pembuatan produk (rumus diambil dari hand book for die spanlose formgebuna karangan Schuler AG):

- Proses pemotongan plat (blanking)

- Luas pemotongan (A)

$$\begin{aligned} A &= \pi \cdot d \cdot t \\ &= 3.14 \times 75 \times 1 \\ &= 235.5 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

- Gaya pemotongan (Fx)

$$\begin{aligned} F_x &= 0.8 \cdot \sigma \cdot A \\ &= 0.8 \times 130 \times 235.5 \\ &= 24492 \text{ N} \end{aligned}$$

- Proses pengendalian gaya (gaya untuk penahanan) pada blank:

- Luas (A)

$$\begin{aligned} A &= \pi \cdot d \cdot t \\ &= 3.14 \times 75 \times 1 \\ &= 235.5 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

- Gaya pengendali blank (F_y) :

$$F_y = A \left\{ 0,0025 \left(\left(\frac{dl}{d} - 1 \right)^2 + \frac{0,5.d}{100.t} \right) \right\} \sigma t$$

$$F_y = 235.5 \left\{ 0,0025 \left(\left(\frac{73}{75} - 1 \right)^2 + \frac{0,5 \times 75}{100 \times 1} \right) \right\} 130$$

$$F_y = 28.755989N \approx 29N$$

- Proses drawing :

- Luas (A)

$$\begin{aligned} A &= \pi . d . t \\ &= 3.14 \times 75 \times 1 \\ &= 235.5 mm^2 \end{aligned}$$

- Gaya drawing (F_z):

$$F_z = A . \sigma . \frac{d}{dl}$$

$$F_z = 235.5 \times 130 \times \frac{73}{75}$$

$$F_z = 29798.6N$$

Total gaya yang terjadi = $F_x + F_y + F_z$

$$\text{Total} = 24492 + 29 + 29798.6 = 54319.6N$$

Dapat disimpulkan bahwa gaya minimum yang dibuat untuk membentuk produk adalah 54319.6N atau setara dengan 54.3196Kg dibulatkan menjadi 55 Kg. Berarti tonnage minimal

pada mesin press harus memiliki nilai minimal kurang lebih 11 ton..

4.1.3 Perkiraan spring back pada part

Spring back adalah sifat elastisitas logam dimana logam tersebut akan kembali ke bentuk atau posisi semula setelah mengalami proses forming. Untuk mencapai terjadinya spring back biasanya diberikan allowance dan kecepatan proses yang tepat dan sesuai yang diinginkan sehingga terjadinya spring back dapat diantisipasi dengan baik (lihat table pada lampiran). Dari data yang diketahui bahwa : F_{drawing} adalah 54 KN. Dan untuk jenis pegas yang digunakan adalah jenis coil spring dengan panjang 150 mm. Dalam proses permesinannya pegas akan terdefleksi sebesar 40 mm.

- Perkiraan besar spring back :

$$F = 5\% \times F_{\text{drawing}}$$

$$F = 5\% \times 54 \text{ KN}$$

$$F = 2,7 \text{ KN}$$

- Konstanta pegas (K)

Dengan melihat ukuran dari bottom plate maka ukuran diameter pegas yang sesuai adalah 25mm, karena itu dipilih kode SWB 25 dari tabel misumi $K = 51.94 \text{ N/mm}^2$

Diketahui pegas akan terdefleksi 40 mm maka gaya yang akan terjadi yaitu:

$$\begin{aligned} W &= K.\delta \\ &= 51,94 \times 40 \\ &= 2077,6 \text{ N} \approx 2,08 \text{ KN} \end{aligned}$$

Jadi dengan gaya 2,693 KN dapat menekan pegas dengan kekuatan 2,08 KN sehingga terjadi defleksi 40mm.

4.2 PERENCANAAN BAUT

Baut pada dies hanya berfungsi sebagai pengikat antar part yang ada, maka yang diperlukan hanyalah kekuatan tarik dari material yang digunakan untuk membuat baut. Bahan yang digunakan S45C dengan $\sigma_t = 560 \text{ N/mm}^2$, baut yang digunakan :

- Baut pengikat top plate, press backing plate dan punch plate:

Volume tetap top plat, press plate dan punch plate :

- Top plate :

$$V = p.l.t$$

$$= 260 \times 160 \times 25$$

$$= 1.040.000 \text{ mm}^3$$

- Press backing plate :

$$V = 0.25.\pi.d^2.t$$

$$= 0.25 \times 3.14 \times 120^2 \times 15$$

$$= 169.560 \text{ mm}^3$$

- Punch plate :

$$\begin{aligned} V &= 0.25 \cdot \pi \cdot d^2 \cdot t \\ &= 0.25 \times 3.14 \times 120^2 \times 25 \\ &= 282.600 \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

Volume total adalah Volume top plate + volume backing plate +
volume punch plate = 1.040.000 + 169.560 + 282.600

$$\begin{aligned} &= 1.492.160 \text{ mm}^3 \\ &= 1.492.160 \times 10^{-9} \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Dengan masa jenis bahan ferrous, $\rho = 7.850 \text{ Kg/m}^3$, maka :

$$\begin{aligned} m &= \rho \cdot V \\ &= 7.850 \times 1.492.160 \times 10^{-9} \\ &= 11,713456 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Dengan factor keamanan = 2, gaya yang terjadi adalah

$$\begin{aligned} F &= m \cdot g \cdot 2 \\ &= 11,713456 \text{ Kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2 \times 2 \\ &= 229,5837 \text{ N} \approx 230 \text{ N} \end{aligned}$$

Baut yang digunakan adalah 4 buah M8 dengan stress area 36,6 mm²,
maka :

$$\begin{aligned} \text{Beban maksimal} &= 4 \times 36,6 \times 560 \\ &= 81.984 \text{ N} \end{aligned}$$

Karena $81.984 \text{ N} > 230 \text{ N}$, maka baut memenuhi syarat untuk mengikat bagian- bagian tersebut.

- Untuk baut lain yang mengikat blanking die, bottom plate, drawing punch, tidak perlu diperhatikan karena beban yang terjadi ditanggung oleh meja. Mesin press dan hanya berfungsi sebagai pengikat antar part sebagai koefisien gesek yang terjadi pada meja mesin press dapat dianggap $\mu = 1$.

4.3 PERHITUNGAN GUIDE POST

Guide post digunakan untuk mengarahkan laju punch untuk menuju benda kerja dengan ketetapan yang lebih baik dan kestabilan yang lebih tinggi. Jumlah dan jenis guide post bervariasi tergantung dari type dies set dan kapasitas mesin press yang digunakan untuk dies set tersebut.

Guide post yang dipakai dalam perencanaan dies set ini adalah tipe MY dengan panjang guide pin 100 mm. jumlah guide pins 2 buah. Guide pins tersebut terbuat dari material S45C dengan tegangan tarik (σ_t) = 560 N/mm². Defleksi (δ) pins yang diijinkan sebesar 0,01 mm. modulus elastisitas (E) guide pins sebesar $2 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2$. gaya yang diperhitungkan adalah gaya pemotongan (F_x) sebesar 24492N.

- Perhitungan guide pins yang digunakan :

Rumus yang digunakan:

$$\left(\frac{d}{n}\right)^4 = \frac{F.L^2.64}{3.E.\pi.\delta}$$

dimana : d = diameter guide pins (mm)

F = gaya yang terjadi (N)

L = panjang guide pins (mm)

E = modulus elastisitas s guide pins (N/mm²)

δ = defleksi guide pins (mm)

n = jumlah guide pins (buah)

$$\left(\frac{d}{2}\right)^4 = \frac{24492 \times 100^2 \times 64}{3 \times 2 \times 10^5 \times 3,14 \times 0,01}$$

$$d = \sqrt[4]{832000}$$

$$d = 15.10 \text{ mm}$$

diameter minimum guide pin yang terdapat adalah 15.10 mm. namun dilihat dari ukuran dies set maka diameter guide pins yang dipakai sebaiknya 25 mm. Sesuai dengan standart yang ada, maka guide post yang mendekati nilai tersebut yang akan dipakai adalah tipe MY-25 dari standart misumi.

4.4 PERHITUNGAN STRIPPING FORCE

Apabila kita memotong plat dengan punch (blanking), maka plat tersebut akan cenderung terjepit oleh punch maupun die. Hal ini perlu diatasi dengan cara melepaskannya kembali, yaitu dengan stripper plate. Penjepitan dapat terjadi karena sifat elastisitas logam yang disebut juga spring back. Disamping itu juga dapat diakibatkan oleh perubahan struktur logam yang mengalami sifat lumer selama proses berlangsung. Semakin keras dan tipis material, akan mengakibatkan gaya stripper yang lebih kecil; dengan demikian material yang lebih lunak akan membutuhkan gaya stripper yang lebih besar.

Untuk menghitung besar gaya stripper, biasanya tergantung dari jenis dan ukuran pegas yang digunakan, dimana pada umumnya menggunakan pegas jenis tekan. Besar gaya stripper berkisar antara 5% sampai dengan 10% dari gaya pemotongan.

Untuk stripper bagian atas, diketahui dari perhitungan sebelumnya. Gaya pemotongan (F_x) sebesar 24.492 N. jenis pegas yang digunakan adalah jenis coil springs yang memiliki diameter 20 mm dengan panjang 65 mm. dalam proses pembuatan part pada dies set, pegas akan terdefleksi sedalam 15 mm.

Perhitungan jumlah pegas :

- Stripper force (F) :

Gaya diambil sebesar 5% dari gaya pemotongan (Fx)

$$F = 0,05 \times 24492$$

$$= 1224.6 \text{ N}$$

- Kekuatan pegas (W)

Untuk mencapai pegas yang sesuai, kita perlu melihat table misumi untuk coil springs (tertera pada lampiran). Diketahui dari table, untuk SWH 20 dengan panjang 65 mm memiliki $K = 75,46 \text{ N/mm}$.

$$W = K \cdot \delta = 75,46 \times 10$$

$$= 754,6 \text{ N}$$

Jumlah pegas yang dibutuhkan :

$$n = \frac{F}{W} = \frac{1224.6}{754,6}$$

$$= 3,173 \text{ dibulatkan menjadi 4 pegas}$$

untuk stripper/ ejector bagian bawah, diketahui dari pertemuan sebelumnya, gaya untuk drawing (Fz) sebesar 29798.6 N. jenis pegas

yang digunakan memiliki diameter 25 mm dengan panjang 150 mm.
dalam prosesnya defleksi pegas maksimum sebesar 40 mm.

perhitungan jumlah pegas :

- Stripper force (F) :

Gaya yang diambil sebesar 5% dari gaya drawing (Fz)

$$F = 0,05 \times 29798.6$$

$$= 1489.93 \text{ N}$$

- Kekuatan pegas (W)

Untuk mencapai pegas yang sesuai, kita perlu melihat table misumi untuk coil springs (tertera pada lampiran). Diketahui dari table, untuk SWB 25 dengan panjang 150 mm memiliki $K = 80,36 \text{ N/mm}$.

$$W = K \cdot \delta = 80,36 \times 40$$

$$= 3214,4 \text{ N}$$

jumlah pegas yang dibutuhkan

$$n = \frac{F}{W} = \frac{2693,4606}{3214,4}$$

$$= 0,838 \text{ dibulatkan menjadi 1 pegas}$$

4.5 HASIL YANG DICAPAI

4.5.1 Hasil perhitungan dari dimensi dan gaya pada punch

- * Diameter sebelum drawing = 75 mm
- * Gaya pemotongan = 24492 N
- * Gaya pengendalian blank = 28.75 N
- * Gaya drawing = 29798.6 N
- * Total gaya = 54319.6 N

4.5.2 Hasil perhitungan spring back

- * stripper = 2.7 KN
- * Konstanta pegas = 2.08 KN

4.5.3 Hasil perhitungan Baut

- * Baut pengikat top plate
- Volume top plate = 104.10^5 mm^3
- Volume backing plate = 169.560 mm^3
- Volume Punch plate = 282.600 mm^3
- Volume total = $1.492.160 \text{ mm}^3$
- massa = 11.7 Kg
- Gaya = 230 N
- Beban Maksimal = 82 N

4.5.4 Hasil perhitungan guide post

- * Guide pin = 15.10 mm

* guide post = MY- 25

4.5.5 Hasil perhitungan stripping Force

* Stripper Force bag atas

- Stripping force = 12.24 KN
- Kekuatan pegas = 754.6 N
- Jumlah pegas = 4 Buah

* Stripping force Bag bawah

- Stripping force = 1.5 KN
- Kekuatan pegas = 3.3 KN
- Jumlah pegas = 1 Buah



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang dicapai dari keseluruhan, permasalahan dalam perencanaan die set tutup gelas yang ada, maka dapat diambil kesimpulan untuk memperjelas hasil dari perancangan die set tutup gelas ini, yaitu:

1. Untuk dimensi yang dihasilkan untuk tutup gelas adalah 75mm untuk diameter. Jadi diameter untuk die adalah 73mm, sedangkan diameter untuk punch adalah 77mm.
2. Gaya yang dibutuhkan sebesar 54319.6N atau 55KN. Gaya ini terdiri dari 24492N gaya potong, 28.255N gaya penahan blank dan 29798.6 gaya pada proses drawing.
3. Untuk baut yang digunakan hanyalah berguna untuk mengikat bagian-bagian part saja. Jadi baut yang dipakai adalah dengan diameter M8

dengan beban yang diterima 82N, jenis baut yang digunakan adalah S45S

4. Spring back yang dihasilkan yaitu, untuk bagian tripper force bagian atas dengan jumlah pegas 4 buah dan gaya yang diberikan sebesar 1224.6N jadi kekuatan pegas yang dihasilkan 754.6N. Sedangkan untuk stripper force bagian bawah jumlah pegasnya 1 buah dengan gaya 1489.93 dan kekuatan pegasnya 3214.4N

5.1 Saran

Dari hasil keseluruhan yang didapat, maka dapat dikemukakan saran-saran sebagai berikut:

1. Guna mengatasi masalah hasil yang sempurna dalam proses pencetakan dibutuhkan hasil permukaan die dan punch yang halus, karena dengan tekanan yang lebih besar juga dapat mempengaruhi hasil cetakan. Jadi die dan punch harus halus.
2. Dengan menggunakan mesin press gengan tenaga 25 ton, maka bahan yang dibutuhkan untuk pembuatan tutup gelas harus kuat menahan beban tekan sebesar 25 ton.