BAB 2
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Side Rubber*

2.1.1 Definisi *Side Rubber*

Side rubber adalah rubber yang dipasang di pinggiran *impact chute* untuk menghalangi tanah yang telah dicurahkan ke *impact chute* agar tidak keluar dan menumpuk di bom penerima. *Side rubber* memiliki standar SHORE yaitu 60 sampai 65.

Gambar 2.1 *Side Rubber*

2.1.2 *SHORE Durometer*

Durometer adalah standar internasional untuk mengukur kekerasan karet dan plastik. Skala durometer didefinisikan oleh Albert F. Shore, yang mengembangkan perangkat pengukuran untuk mengukur kekerasan Shore pada tahun 1920. Istilah durometer ini sering digunakan untuk merujuk pada pengukuran serta instrumen itu sendiri. Durometer biasanya digunakan sebagai ukuran kekerasan dalam polimer, elastomer, dan karet.

Perangkat Shore bukan tester pertama kekerasan tapi yang pertama disebut durometer (ISV duro- dan -meter, dibuktikan sejak abad ke-19), tapi sekarang nama biasanya yang mengacu pada kekerasan adalah Shore (perangkat lain yang hanya disebut penguji kekerasan).

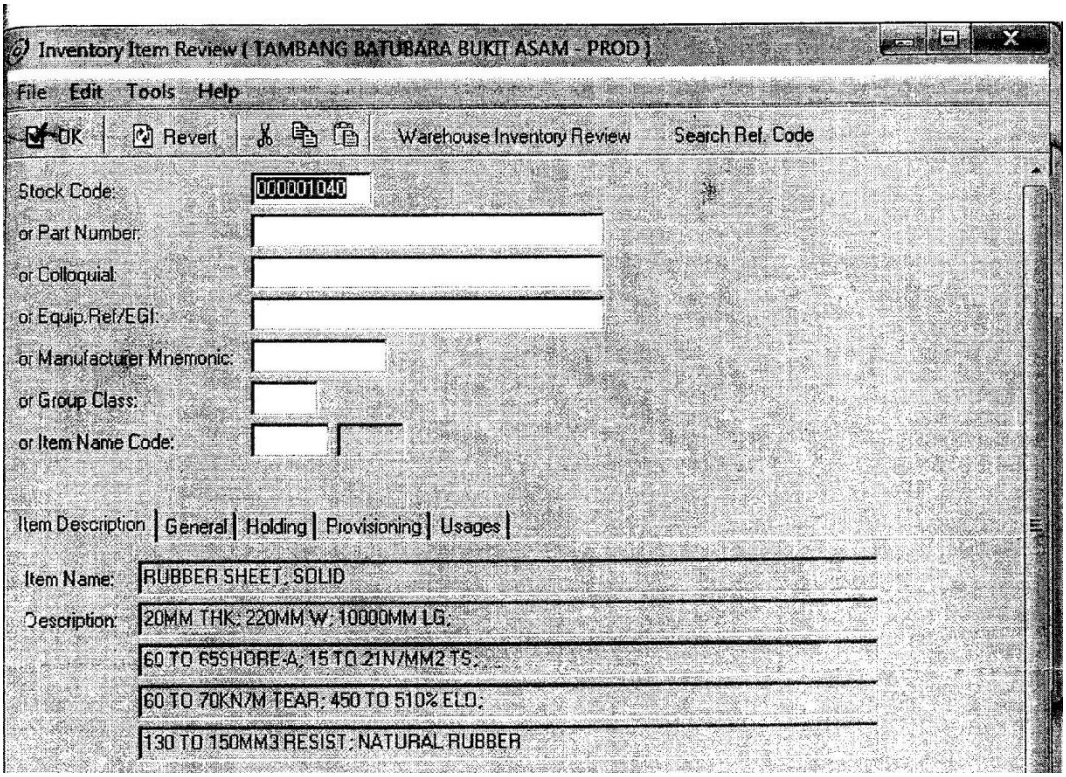
1. Klasifikasi Skala *SHORE Durometer*

Ada beberapa skala dari durometer, digunakan untuk bahan dengan sifat yang berbeda. Dua skala yang paling umum, dengan menggunakan sistem pengukuran yang sedikit berbeda, adalah timbangan tipe A dan tipe D ASTM D2240. Skala A adalah untuk plastik lembut, sedangkan skala D adalah untuk yang lebih keras. Namun, ASTM pengujian D2240-00 panggilan standar untuk total 12 sisik, tergantung pada tujuan penggunaan; tipe A, B, C, D, DO, E, M, O, OO, OOO, OOO-S, dan R. Setiap hasil skala nilai antara 0 dan 100, dengan nilai yang lebih tinggi menunjukkan bahwa material tersebut lebih keras.

Tabel 2.1 *SHORE Durometer Table*

Sumber: www.dnotebook.com/2009/11/durometer-table-graphic/ (3 Juni 2015)

2. Spesifikasi *Rubber* di PT. Bukit Asam (Persero) Tbk.



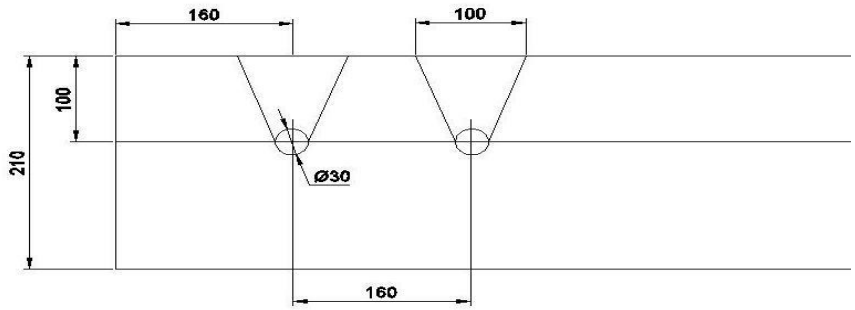
Gambar 2.2 Spesifikasi *Rubber*

2.1.3 Proses Pembuatan *Side Rubber* secara Manual

1. Prosedur Pembuatan *Side Rubber*

Untuk membuat *side rubber* yang dapat dipasang di *chute* ada beberapa tahapan proses yang harus dilalui. Berikut adalah prosedur pembuatan *side rubber*:

a. Siapkan *rubber* dengan SHORE 60 sampai 65
b. Bentuk pola seperti gambar dibawah ini,



Gambar 2.3 Pola *side rubber*

Gambar 2.4 Proses pengukuran dan penandaan *side rubber*

c. Lakukan proses pengeplongan dengan alat pengeplong yang dipukul dengan palu

Gambar 2.5 Proses pengeplongan

d. Lakukan pemotongan sesuai dengan pola *side rubber* yang telah dibuat

Gambar 2.6 Proses pemotongan pola *side rubber*

e. Hasil dari proses pembuatan *side rubber*

Gambar 2.7 *Side rubber*

2. Peralatan untuk Membuat *Side Rubber*

a. Roll meter

Roll meter digunakan untuk mengukur dimensi dari *side rubber*.

Gambar 2.8 Roll meter

b. Jangka pegas

Jangka pegas digunakan untuk menggambar pola dengan dimensi yang telah ditentukan.

Gambar 2.9 Jangka pegas

c. *Cutter*

Cutter digunakan untuk memotong pola *side rubber* yang telah dibuat.

Gambar 2.10 *Cutter*

d. Pelubang

Pelubang adalah alat yang digunakan untuk membuat pola *side rubber* yang berdimensi radius atau diameter.

(1)

(2)

Gambar 2.11 Pelubang, 1). Pelubang radius, 2). Pelubang diameter

e. Palu

Palu digunakan untuk memukul pengeplong sehingga terbentuk radius atau diameter pada *side rubber*.

Gambar 2.12 Palu

2.2 Pengertian *Press Tool*

Menurut Budiarto (2001), *Press tool* adalah adalah alat bantu pembentukan/ pemotongan produk dari bahan dasar lembaran yang operasinya menggunakan mesin press. Bagian atas dari alat ini didukung oleh plat atas sebagai alat pemegang dan pengarah dari *punch* yang berfungsi sebagai *Jig*, sedangkan bagian bawah terdiri dari plat bawah dan *Dies* sebagai pendukung dan pengarah benda kerja yang berfungsi sebagai *fixture*. Proses kerja alat ini berdasarkan gaya tekan yang diteruskan oleh punch untuk memotong atau membentuk benda kerja sesuai dengan geometris dan ukuran yang diinginkan.

Menurut Budiarto (2001), pertimbangan penggunaan *press tool* adalah sebagai berikut:

1. Secara Teknis:
   a. Untuk menghasilkan produk dalam jumlah banyak (massal)
   b. Menjamin keseragaman bentuk dan ukuran produk agar tetap sama
   c. Waktu pengerjaan yang singkat
   d. Peningkatan kualitas hasil
2. Secara Ekonomis:
   a. Penghematan biaya proses permesinan
   b. Penghematan biaya operator yang terlibat
   c. Menurunkan harga produk
   d. Produktivitas tinggi

2.3 Klasifikasi Press Tool

Menurut Budiarto (2001), ditinjau dari prinsip kerjanya *press tool* dapat diklasifikasikan menjadi tiga jenis yaitu :

1. *Simple Tool*

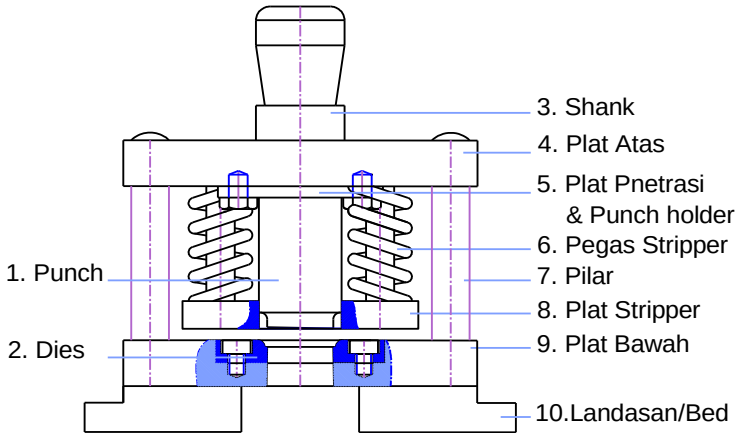
Simple Tool adalah perkakas tekan sederhana yang dirancang hanya melakukan satu jenis pekerjaan pada satu stasiun kerja. Dalam operasinya hanya satu jenis pemotongan atau pembentukan yang dilakukan, misalnya *blanking* atau *bending* saja

Adapun keuntungan *simple tool :*

a. Dapat melakukan proses pengerjaan tertentu dalam waktu yang singkat.
b. Kontruksinya relatif sederhana sehingga mudah proses pembuatannya.
c. Menghasilkan kualitas produk lebih terjamin
d. Mudah di assembling
e. Harga alat relatif murah.

Adapun kerugian *simple tool*:

a. Hanya mampu melakukan proses-proses pengerjaan untuk produk yang sederhana sehingga untuk jenis pengerjaan yang rumit tidak dapat dilakukan oleh jenis *press tool* ini.
b. Proses pengerjaan yang dapat dilakukan hanya satu jenis saja.



Gambar 2.13 *Simple Tool*

2. Compound Tool

Compound Tool atau perkakas tekan gabungan adalah perkakas yang dirancang utuk melakukan dua atau lebih jenis pekerjaan dalam satu stasiun kerja, atau mengerjakan satu jenis pekerjaan pada setiap *station*. Pemakaian jenis alat ini juga mempunyai keuntungan dan kerugian.

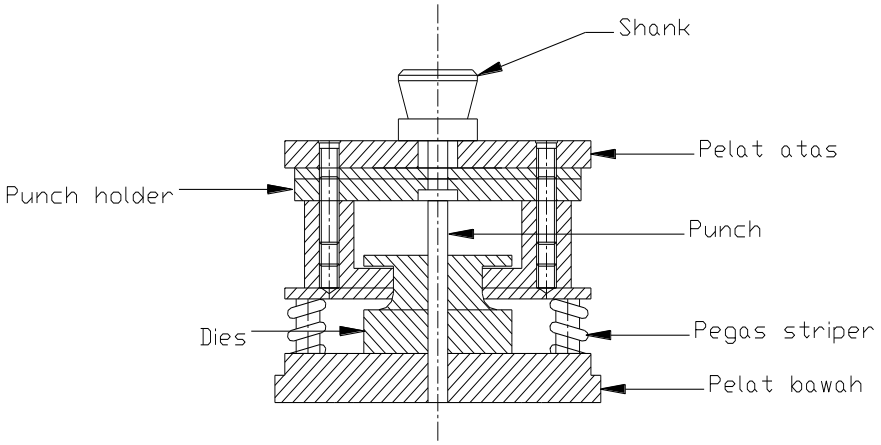
Adapun keuntungan *compound tool :*

a. Dapat melakukan beberapa proses pengerjaan dalam waktu yang bersamaan pada *station* yang sama.
b. Dapat melakukan pekerjaan yang lebih rumit.

c. Hasil produksi yang dicapai mempunyai ukuran yang teliti.

Adapun kerugian *compound tool :*

a. Konstruksi *dies* menjadi lebih rumit.
b. Terlalu sulit untuk mengerjakan material yang tebal.
c. Dengan beberapa proses pengerjaan dalam satu *station* menyebabkan perkakas cepat rusak.



Gambar 2.14 *Compound Tool*

3. *Progressive Tool*

Progressive Tool atau perkakas tekan adalah perkakas yang dirancang untuk melakukan sejumlah operasi pemotongan atau pembentukan dalam beberapa stasiun kerja pada setiap langkah penekanan menghasilkan beberapa jenis pengerjaan dan setiap stasiun kerja dapat berupa proses pemotongan atau pembentukan yang berbeda, misalnya langkah pertama terjadi proses *pierching*, kedua *notching* dan seterusnya.

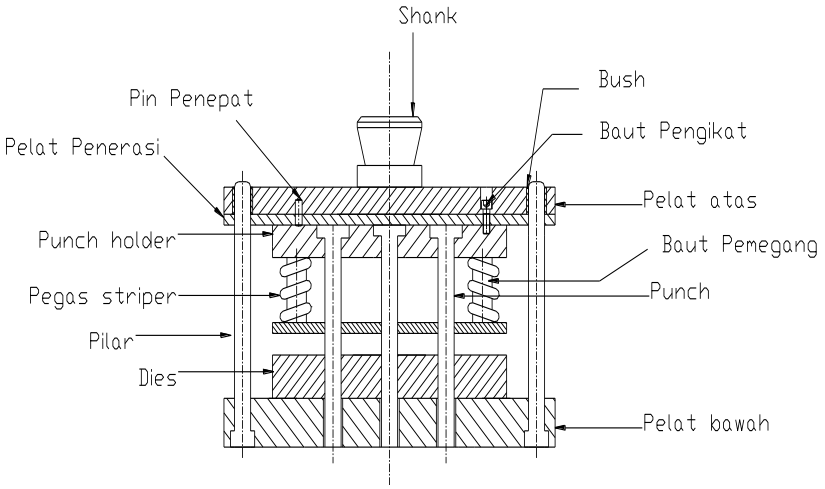
Adapaun keuntungan *progressive tool* :

a. Dapat memproduksi bentuk produk yang lebih rumit.
b. Waktu pengerjaan bentuk produk yang rumit lebih cepat.
c. Proses produksi lebih efektif.
d. Dapat melakukan pemotongan bentuk yang rumit pada langkah yang berbeda.

Adapun kerugian *progressive tool* :

a. Ukuran alat lebih besar bila dibandingkan *simple tool* dan *compound tool*.

b. Biaya perawatan besar.
c. Harga relatif lebih mahal karena bentuknya rumit.
d. Lebih sulit proses assemblingnya.



Gambar 2.15 *Progressive Tool*

Dari ketiga jenis *press tool* di atas, konstruksinya mempunyai jumlah komponen yang berbeda tetapi bentuk, nama dan fungsinya hampir sama tergantung pada geometris produk yang akan dibuat. Bentuk geometris dan ukuran benda kerja merupakan faktor utama dalam proses desain *suatu press tool.* Semakin komplek bentuk produk maka semakin banyak komponen dan station kerja dari prees tool sehingga biasanya lebih baik menggunakan *Progresive Tool* .

2.4 Jenis-jenis Pengerjaan pada Press Tool

Bentuk dan proses pengerjaan pada Press Tool dapat dibedakan menjadi dua kelompok besar, yaitu:

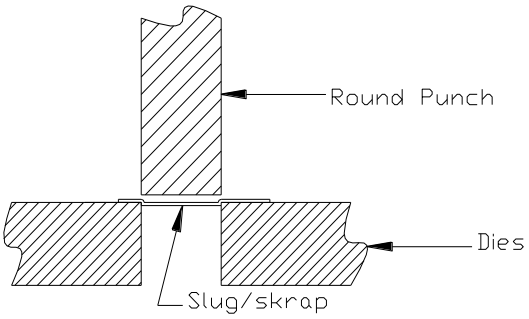
1. *Cutting Process*

Yaitu suatu proses pengerjaan yang dilakukan dengan cara menghilangkan sebagian material atau pemotongan menjadi bentuk yang sesuai dengan keinginan. Adapun proses yang tergolong dalam *cutting tool* ini adalah sebagai berikut :

a. *Piercing*

Menurut Budiarto (2001), *piercing* adalah proses pemotongan yang menghasilkan lubang secara utuh pada *blank/* material lembaran dengan alat bantu *press tool*,

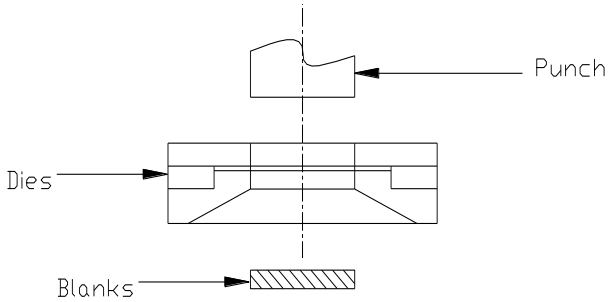
dan seluruh sisinya terpotong serempak. Proses pembuatan lubang melalui penekanan *punch* pada material.



Gambar 2.16 Proses *Pierching*

b. *Blanking*

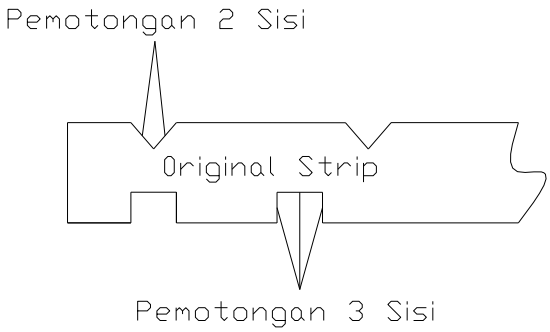
Menurut Budiarto (2001), *blanking* adalah proses pemotongan yang menghasilkan benda kerja secara utuh, dan seluruh sisinya terpotong secara serempak. Pada umumnya proses ini dilakukan untuk membuat benda kerja dengan cepat dan berjumlah banyak dengan biaya murah.



Gambar 2.17 Proses *Blanking*

c. *Notching*

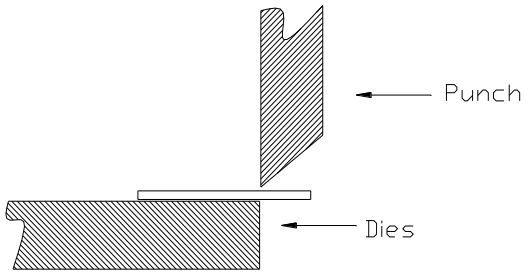
Menurut Budiarto (2001), *notching* adalah proses pemotongan sebagian/ setempat pada blank yang memotong tepi pelat dan minimal membentuk dua sisi pemotongan. Tujuan dalam pemotongan ini adalah untuk menghilangkan sebagian material pada tempat-tempat tertentu yang diinginkan.



Gambar 2.18 Proses *Notching*

d. *Parting*

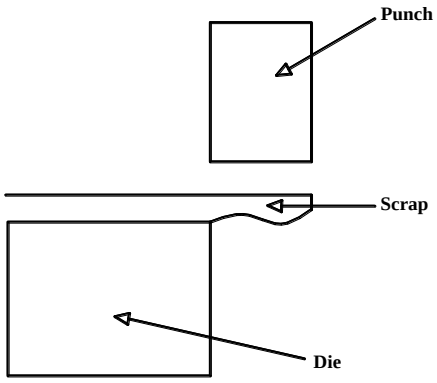
Menurut Budiarto (2001), *parting* adalah proses pemotongan untuk menghasilkan blank dengan pemotongan pembagi (*separated cutting*) dan bagian terpotong menjadi *scrap* tidak terpakai. Biasanya proses ini digunakan pada pengerjaan bentuk-bentuk yang tidak rumit atau bentuk material yang sederhana.



Gambar 2.19 Proses *Parting*

e. *Shaving*

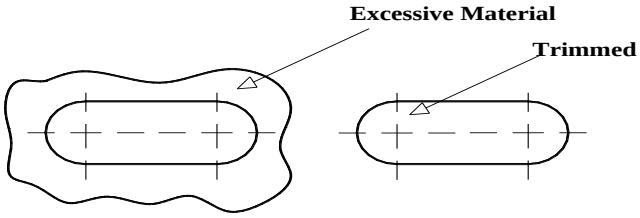
Menurut Budiarto (2001), *shaving* adalah proses pemotongan sebagian sisi blank yang bertujuan untuk menghaluskan menghaluskan permukaan hasil proses *Blanking* atau *Pierching* guna mendapatkan ukuran teliti dari hasil pemotongan yang sudah dilakukan terlebih dahulu.



Gambar 2.20 Proses *Shaving*

f. *Trimming*

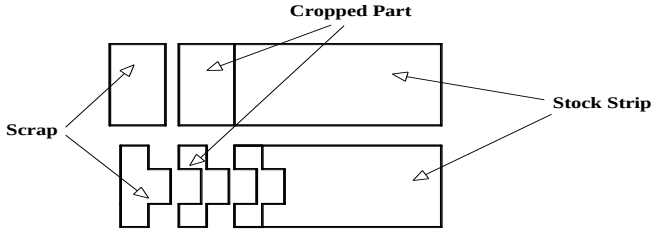
Menurut Budiarto (2001), *trimming* adalah proses pemotongan untuk merapihkan *scarp* bagian bibir bentukan setelah proses *drawing*, *forming*, dan *forging.*



Gambar 2.21 Proses *Trimming*

g. *Cropping*

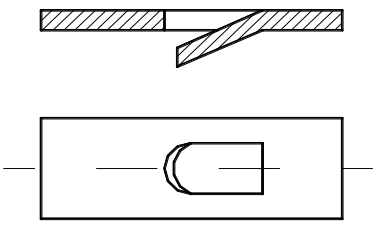
Menurut Budiarto (2001), *cropping* adalah proses pemotongan untuk menghasilkan blank dengan pemotongan pembagi (*separated cutting*) tanpa *scrap*, kecuali pada awal pemotongan.



Gambar 2.22 Proses *Cropping*

h. *Lanzing*

Menurut Budiarto (2001), *lanzing* adalah proses pemotongan tepi/ sebagian lubang pada blank tanpa menghasilkan *scrap* pemotongan. Hasil proses ini berupa suatu tonjolan. Sedangkan *Punch* yang digunakan sedemikian rupa, sehingga *Punch* dapat memotong pelat pada dua sisi sampai tiga sisi serta pembengkokannya pada sisi *Punch* yang keempat.



Gambar 2.23 *Proses Lanzing*

Contoh dari bentuk komponen banyak ditemui dilapangan mulai dari alat rumah tangga, kesehatan , automotif maupun komponen permesinan antara lain adalah :

Gambar 2.24 Contoh produk *Press Tool*

2.5 Komponen Press Tool

Sesuai dengan fungsinya yaitu memotong atau membentuk material dari plat maka harus kuat dan keras. Spesifikasi komponen *press tool* didesain berdasarkan ukuran, bentuk dan material benda kerja dimana hal ini akan berpengaruh terhadap besar gaya yang dibutuhkan guna pemotongan ataupun pembentukan benda kerja tersebut. Adapun nama dan fungsi komponen *press tool* dapat diuraikan sebagai berikut :

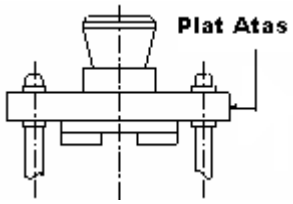
1. Tangkai Pemegang *(Shank)*

Tangkai pemegang merupakan komponen *press tool* yang berfungsi sebagai penghubung alat mesin penekan dengan pelat atas. *Shank* biasanya terletak pada titik berat yang dihitung berdasarkan penyebaran gaya-gaya potong dan gaya-gaya pembentukkan dengan tujuan untuk menghindari tekanan yang tidak merata pada plat atas.

Gambar 2.25 *Shank*

2. Plat Atas *(Top Plate)*

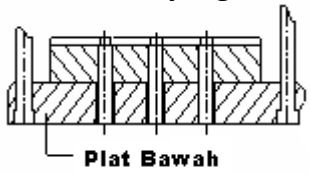
Merupakan tempat dudukan dari *shank* dan *guide bush* (sarung pengarah). Plat atas dibalik



Gambar 2.26 Plat Atas

3. Plat Bawah *(Bottom Plate)*

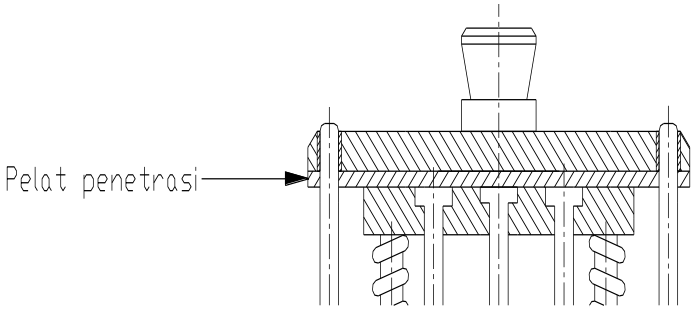
Plat bawah merupakan dudukan dari *dies* dan tiang pengarah sehingga mampu menahan gaya bending akibat dari reaksi yang di timbulkan oleh *punch*.



Gambar 2.27 Plat Bawah

4. Plat Penetrasi

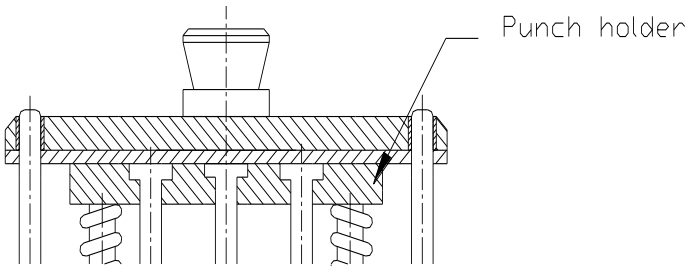
Plat penetrasi berfungsi untuk menahan tekanan balik saat operasi berlangsung serta untuk menghindari cacat pada pelat atas, oleh karena itu pelat ini harus lebih lunak dari pelat atas.



Gambar 2.28 Pelat Penetrasi

5. Plat Pemegang *Punch (Punch Holder Plate)*

Plat pemegang *punch* berfungsi untuk memegang *punch* agar posisi *punch* kokoh dan mantap pada tempatnya.



Gambar 2.29 *Punch Holder*

6. *Punch*

Punch berfungsi untuk memotong dan membentuk material menjadi produk jadi. Bentuk *Punch* tergantung dari bentuk produk yang dibuat. Bentuk *punch* dan *dies* haruslah sama. *Punch* haruslah dibuat dari bahan yang mampu menahan gaya yang besar sehingga tidak mudah patah dan rusak. Pada perencanaan alat bantu produksi ini untuk *punch* dipilih bahan Amutits, Assab, HSS dan lainnya yang dikeraskan pada suhu 780 – 820 ^{0} C lalu di *Tempering* pada suhu 200^{0} C agar diperoleh sifat yang keras tetapi masih memiliki kekenyalan.

Gambar 2.30 *Punch*

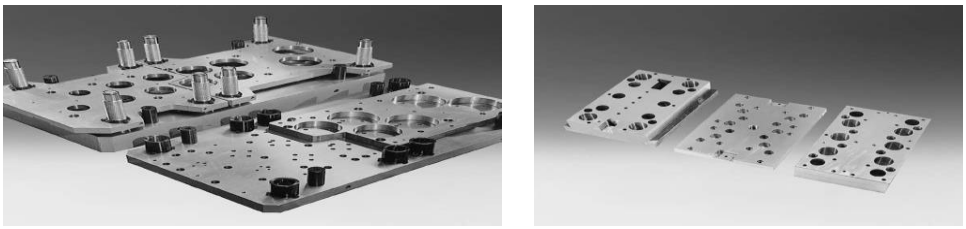
7. Tiang Pengarah *(Guide Pillar)*

Tiang pengarah berfungsi mengarahkan unit atas, sehingga *punch* berada tepat pada *dies* ketika dilakukan penekanan.

Gambar 2.31 *Pillar*

8. *Dies*

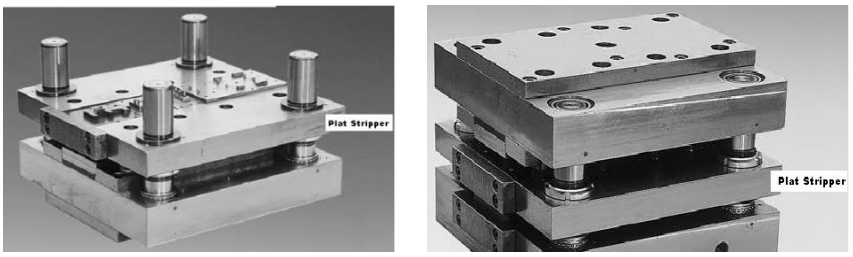
Terikat pada pelat bawah dan berfungsi sebagai pemotong dan sekaligus sebagai pembentuk.



Gambar 2.32 *Dies*

9. Plat *Stripper*

Plat *stripper* adalah bagian yang bergerak bebas naik turun beserta pegas yang terpasang pada baut pemegangnya. Plat ini berfungsi sebagai pelat penjepit material pada saat proses berlangsung, sehingga dapat menghindari terjadinya cacat pembentukkan permukaan benda kerja seperti kerut dan lipatan, juga sebagai pengarah *punch*.



Gambar 2.33 Plat *Stripper*

10. Pegas *Stripper*

Pegas *stripper* berfungsi untuk menjaga kedudukan *stripper*, mengembalikan posisi *punch* ke posisi awal, dan memberikan gaya tekan pada *strip* agar dapat mantap (tidak bergeser) pada saat dikenai gaya potong dan gaya pembentukan.

Gambar 2.34 Pegas *Stripper*

11. Baut

Pada perencanaan ini terdapat tiga baut, yaitu

1. Baut striper

   Baut striper dipergunakan untuk mengikat striper pada posisinya.

2. Baut pengikat

   Baut pengikat dipergunakan untuk mengikat *Dies* pada plat bawah

3. Baut *Inbush* dipergunakan untuk mengikat *Punch Holder* ke plat atas.

Semua baut yang digunakan menggunakan standar FIBRO. Baut pengikat berfungsi untuk mengikat *dies* ke pelat bawah dan pelat pemegang *punch* ke plat atas. Diameter dan panjang baut pengikat disesuaikan dengan ukuran dua komponen yang diikatnya.

Gambar 2.35 Baut Pengikat

Tabel 2.2 Standar Baut Pengikat

Ukuran Baut	Jarak minimum	Jarak maksimum	Tebal Dies
M5	15	50	10 ÷ 18
M6	25	70	15 ÷ 25
M8	40	90	22 ÷ 32
M10	60	115	27 ÷ 38
M12	80	150	> 38

12. Pin Penepat/Pengarah

Pin penepat berfungsi untuk menepatkan *dies* pada pelat bawah dan pelat pemegang *punch (Punch holder)* ke pelat atas, sehingga posisi *dies* ke pelat bawah dan posisi pelat pemegang *punch* ke pelat atas dapat tearah dan kokoh.

Gambar 2.36 Pin Penepat

Tabel 2.3 Standar Pin Penepat

Tebal Dies	Minimum Baut	Minimum Pena
19	M8	Φ6
24	M8	Φ8
29	M10	Φ10
34	M10	Φ10
41	M12	Φ12
48	M16	Φ16

13. Sarung Pengarah *(Bush)*

Sarung pengarah berfungsi untuk memperlancar gerak plat atas terhadap dan mencegah cacat pada plat atas. Pada perencanaan alat bantu ini biasanya menggunakan bahan kuningan.

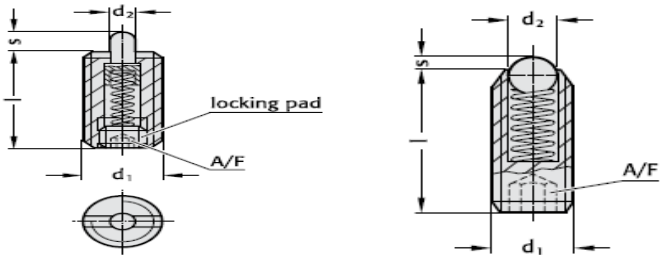
Gambar 2.37 Sarung Pengarah

14. Pin/Pegas Pelontar

Dalam beberapa proses seperti deep drawing, bending, emboshing dan lainnya, sebagian material masuk ke dalam dies. Untuk mengeluarkan atau menggerakkan benda kerja ke proses berikutnya maka diperlukan pin/pegas pelontar untuk mendorong benda keluar dari dies. Alat ini sering juga digunakan sebagai stopper untuk menjaga jarak pergerakan material ke dalam *press tool*

Gambar 2.38 Pegas/Pin Pelontar

Bagian dalam dari alat ini terdapat ruangan tempat pemasangan pegas



Gambar 2.39 Konstruksi Pegas/Pin Pelontar

2.6 Pemilihan Bahan untuk Komponen *Press Tool*

Dalam membuat dan merencanakan rancang bangun suatu alat atau mesin perlu sakali memperhitungkan dan memilih material yang akan dipergunakan. Bahan merupakan unsur utama disamping unsur-unsur lainnya. Bahan yang akan diproses harus kita ketahui guna meningkatkan nilai produk. Hal ini akan sangat mempengaruhi peralatan tersebut karena kalau material tersebut tidak sesuai dengan fungsi dan kebutuhan maka akan berpengaruh pada keadaan peralatan dan nilai produknya.

Pemilihan material yang sesuai akan sangat menunjang keberhasilan pembuatan rancang bangun dan perencanaan alat tersebut. Material yang akan diproses harus memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan pada desain produk,

dengan sendirinya sifat – sifat material akan sangat menentukan proses pembentukan.

2.6.1 Faktor – faktor Pemilihan Material

Adapun hal-hal yang harus kita perhatikan dalam pemilihan material dalam pembuatan suatu alat adalah:

1. Kekuatan material

Yang dimaksud dengan kekuatan material adalah kemampuan dari material yang dipergunakan untuk menahan beban yang ada baik kekuatan tarik dan beban lentur.

2. Kemudahan mendapatkan material

Dalam pembuatan rancang bangun ini diperlukan juga pertimbangan apakah material yang diperluakan ada dan mudah mendapatkannya. Hal ini dimaksudkan apabila terjadi kerusakan sewaktu-waktu maka material yang rusak dapat diganti atau dibuat dengan cepat sehingga waktu untuk pergantian alat lebih cepat sehingga alat dapat berpruduksi dengan cepat pula.

3. Fungsi dari komponen

Dalam pembuatan rancang bangun peralatan ini komponen yang direncanakan mempunyai fungsi yang berbeda – beda sesuai dengan bentuknya. Oleh karenaitu perlu dicari material yang sesuai dengan komponen yang dibuat.

4. Harga bahan relatif murah

Untuk membuat komponen yang direncanakan maka diusahakan agar material yang digunakan uantuk komponen tersebut harganya semurah mungkin dengan tidak mengurangi kualitas komponen yang akan dibuat. Dengan demikian pembuatan komponen tersebut dapat mengurangi atau menekan ongkos produksi dari pembuatan alat tersebut.

5. Daya guna yang efisien

Dalam pembuatan komponen permesinan perlu juga diperhatikan penggunaan material yang seefisien mungkin, dimana hal ini tidak mengurangi fungsi dari komponen yang akan dibuat. Dengan cara ini maka material yang akan digunakan untuk pembuatan komponen tidak akan terbuang dengan percuma dengan demikian dapat menghemat biaya produksi. Oleh karena itu, diperlukanlah sebuah perhitungan ukuran mentah dari material untuk mengefisienkan penggunaan material dan meminimalkan bahan yang terbuang.

6. Kemudahan proses produksi

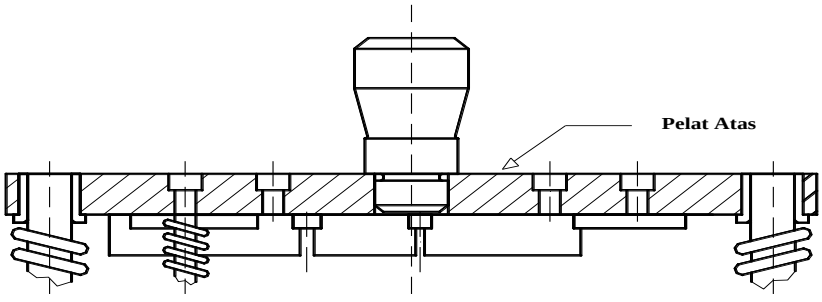
Kemudahan dalam proses produksi sangat penting dalam pembuatan suatu komponen karena jika material sukar untuk dibentuk maka akan memakan banyak waktu untuk memproses material tersebut, yang akan menambah biaya produksi. Untuk itu perlu direncanakan aliran proses yang baik agar proses produksi berjalan dengan baik dan mudah untuk menekan biaya produksi.

2.6.2 Pemilihan Material pada Komponen – komponen *Press Tool*

Berdasarkan faktor-faktor pemilihan material maka pada komponen– komponen *Press Tool* harus dipilih bahan yang sesuai, adapun komponen – komponen tersebut adalah:

1. Pelat Atas

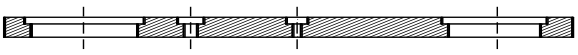
Menurut Budiarto (2001), pelat atas adalah tampat menempelnya seluruh komponen *Assembly* atas. Material yang dipilih untuk plat atas adalah ST 42, dengan tegangan tarik 42 kg/mm^2.



Gambar 2.40 Pelat Atas

2. *Punch Holder*

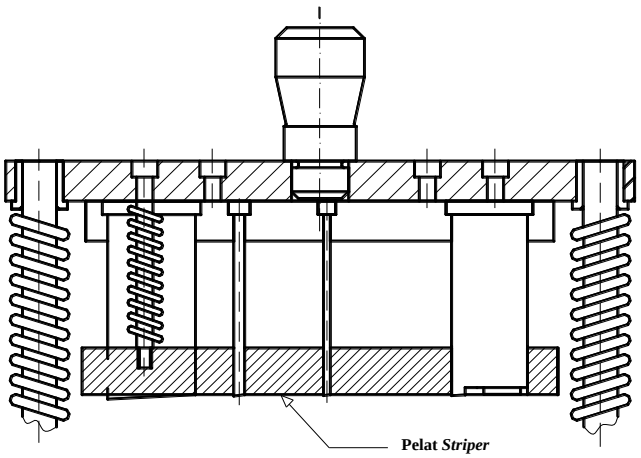
Menurut Budiarto (2001), *punch holder* merupakan komponen yang memegang *Punch* agar tetap dan tepat pada posisi kerjanya. Material yang dipilih adalah St 42.



Gambar 2.41 *Punch Holder*

3. *Stripper*

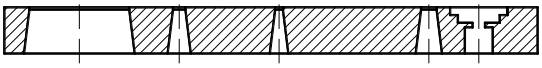
Menurut Budiarto (2001), *stripper* merupakan bagian yang membantu mengarahkan *Punch* pada posisi kerja dan untuk melepaskan pelat *Strip* dari *Punch* setelah proses pemotongan terjadi. Material yang digunakan adalah St 42.



Gambar 2.42 Plat *Striper*

4. *Dies* blok I dan III

Menurut Budiarto (2001), blok *Dies* terbagi menjadi tiga bagian. Bagian I dan III merupakan bagian pinggir dari *Dies* yang berfungsi menahan pelat *Strip* agar tetap pada alur proses. Untuk memperkecil biaya material maka *Dies* blok I dan blok III dibuat dari bahan St 42.



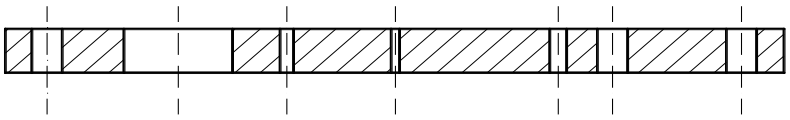
Gambar 2.43 *Dies*

5. *Dies* blok II

Menurut Budiarto (2001), *dies* blok II merupakan bagian yang melakukan proses kerja pemotongan dan pembentukan *Strip* menjadi produk sehingga diperlukan material *Tool Steel*. Maka dalam dalam pembuatan dipilih Amutit S yang memiliki kadar karbon 0,95%.

6. Pelat bawah

Menurut Budiarto (2001), pelat bawah merupakan tempat pengikatan *Dies* dan bagian yang diikat pada meja Mesin *Press*. Material yang digunakan untuk pelat bawah adalah St 42.

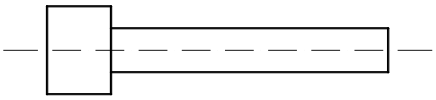


Gambar 2.44 Pelat Bawah

7. *Punch*

Menurut Budiarto (2001), *punch* merupakan bagian yang melakukan proses pemotongan dan pembentukan pada *Strip* sesuai dengan pasangan pada *Dies*. Material yang dipilih sama dengan material *Dies* yaitu Amutit S yang

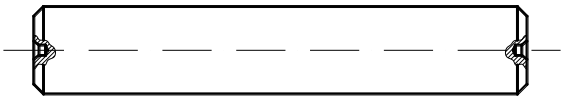
dikeraskan pada suhu 780 – 820 ^{0} C lalu di *Tempering* pada suhu 200^{0} C agar diperoleh sifat yang keras tetapi masih memiliki kekenyalan.



Gambar 2.45 *Punch*

8. *Pilar*

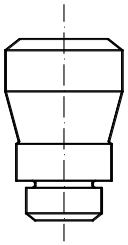
Menurut Budiarto (2001), *pilar* berfungsi untuk mengarahkan plat *Assembly* atas dan *Assembly* bawah agar tetap terjaga kelurusannya pada saat melakukan pengerjaan. Material yang dipilih adalah St 42.



Gambar 2.46 *Pilar*

9. *Shank*

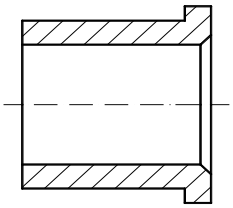
Menurut Budiarto (2001) *Shank* adalah komponen yang menghubungkan mesin press dengan *Assembly* atas dan berfungsi mendistribusikan daya yang diberikan oleh Mesin *Press* yang diubah menjadi gaya potong ataupun gaya pembentukan. Material yang dipilih adalah St. 42.



Gambar 2.47 *Shank*

10. *Bush*

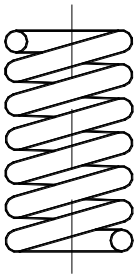
Menurut Budiarto (2001) *Bush* berfungsi sebagai media gesek *Pilar* pada penggerakannya selama proses pengerjaan untuk menghindari terjadinya keausan yang terlalu besar pada *Pilar.* Material yang dipilih adalah adalah kuningan.



Gambar 2.48 *Bush*

11. Pegas

Menurut Budiarto (2001), pada perencanaan *Press Tool* ini pegas yang digunakan adalah pegas S*triper* yaitu. Pegas *Striper* untuk menjaga kedudukan *Striper*, mengembalikan posisi *Punch* ke posisi awal, dan memberikan gaya tekan pada *Strip* agar dapat mantap (tidak bergeser) pada saat dikenai gaya potong dan gaya pembentukan, dipergunakan pegas standar Fibro.



Gambar 2.49 Pegas *Striper*

12. Baut

Pada perencanaan ini terdapat tiga baut, yaitu:

a. Baut *Striper*

Baut *Striper* dipergunakan untuk mengikat *Striper* pada posisinya.

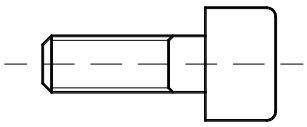
b. Baut Pengikat

Baut pengikat dipergunakan untuk mengikat *Dies* pada plat bawah.

c. Baut *Inbush*

Baut *Inbush* dipergunakan untuk mengikat *Punch Holder* ke plat atas.

Semua baut yang dipergunakan menggunakan standar HASCO.



Gambar 2.50 Baut

2.7 Dasar Perhitungan Press Tool

Dalam perencanaan ini dibutuhkan dasar-dasar perhitungan yang menggunakan teori dan rumus-rumus tertentu. Adapun teori dan rumus-rumus tersebut antara lain:

2.7.1 Rumus mencari gaya-gaya perencanaan

Untuk mecari gaya-gaya perencanaan terlebih dahulu mengetahui gaya-gaya yang bekerja pada suatu rancang bangun benda. Adapun gaya-gaya yang terjadi:

1. Gaya *Pierching*

Untuk menentukan besarnya gaya potong plat maka dapat dijelaskan dengan memperhatikan arah gaya terhadap permukaan geser benda. Arah gaya sejajar dengan bidang geser dan tegak lurus dengan permukaan benda kerja maka tegangan yang terjadi adalah tegangan geser yang besarnya dapat diturunkan dari rumus mekanika sebagai berikut :

$$\tau g = \frac{F}{A} \qquad (2.1)$$

dimana, Fp = A x τg

A = Keliling potong x tebal

τg = tegangan geser bahan

Tabel 2.4 Modulus Elastisitas dan Rasio Poisson

Bahan	Modulus elastsitas E		Modulus elastisitas Geser G		Rasio Poisson v
	ksi	GPa	ksi	GPa	
Paduan Alumunium 2014-T6 6061-T6 7075-T6	10.000- 11.400 10.600 10.000 10.400	70-79 73 70 72	3,800-4.300 4.000 3.800 3.900	26-30 28 26 27	0,33 0,33 0,3 0,33
Kuningan	14.000- 16.000	96-110	5.200-6.000	36-41	0,34
Perunggu	14.000- 17.000	96-120	5.200-6.300	36-44	0,34
Besi tuang	12.000- 25.000	83-170	4.600- 10.000	32°69	0,2-0,3
Beton (tekan)	2.500-4.500	17-31			0,1-0,2
Tembaga dan paduannya	16.000- 18.000	110- 120	5.800-6.800	40-47	0,33-0,36
Gelas	7.000-12.000	48-83	2.700-5.100	19-35	0,17-0,27
Paduan Magnesium	6.000-6.500	41-45	2.200-2.400	15-17	0,35
Monel (67% Ni, 30% Cu)	25.000	170	9.500	66	0,32
Nikel	30.000	210	11.400	80	0,31
Plastik Nilon Polietilen	300-500	2,1-3,4 0,7-1,4			0,4 0,4
Batu (tekan) Granit, marmer, kuarsa, sandstone	6.000-14.000 3.000-10.000	40-100 20-70			0,2-0,3 0,2-0,3
Karet	0,1-0,6	0,0007- 0,004	0,03-0,2	0,0002- 0,001	0,45-0,50
Baja	28.000- 30.000	190- 210	10.800- 11.800	75-80	0,27-0,30
Paduan Titanium	15.000- 17.000	100- 120	5.600-6.400	39-44	0,33
Tungsten	50.000- 55.000	340- 380	21.000- 23.000	140-160	0,2
Kayu (bengkok) Douglas fir Oak Southern pine	1.600-1.900 1.600-1.800 1.600-2.000	11-13 11-12 11-14			

Sumber: Mekanika Bahan Jilid 1 Edisi Keempat, hal 462

$\mu = \frac{1}{v}$ dimana : v = Rasion Poison

$\tau g = \frac{\mu}{(\mu+1)} \sigma_m$ angka Poison untuk karet $\mu = 2$

Tegangan geser bahan $\tau g = (0,6)\ \sigma m$,

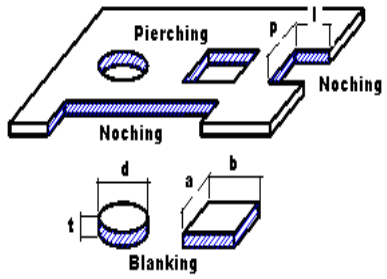
Jadi besarnya Gaya Potong untuk Piercing, Blanking dan Notching adalah

sama yaitu : **Fp = 0,6 . U . t . σ_m (N)** (2.2)

dimana : U : panjang sisi potong (mm)

t : tebal material proses (mm)

σ_m : Tegangan maksimum bahan (N/mm^2)



2. Gaya pegas *Stripper*

Tabel 2.5 Gaya Pegas Stripper

Tebal Strip (mm)	Gaya Stripper
1	5 ÷ 8 % Fpot
2,5	8 ÷ 10 % Fpot
4	10 ÷ 12,5 % Fpot
6	12,5 ÷ 16 Fpot

Sumber: *Press Tool* 1, hal 75

Dimana:

Fps = Gaya pegas *Stipper* (N)

Fpot = Gaya potong (N)

3. Rumus mencari panjang *Punch* maksimum

Dalam mencari panjang *Punch* maksimum dipakai *punch* yang memiliki diameter terkecil/yang palig kritis.

$L_{maks} = \sqrt{\frac{\pi^2 . E . l}{Fb}}$ untuk Sliding 1 tempat (2.3, Lit. 1, hal 80)

$L_{maks} = \sqrt{\frac{2\pi^2 . E . l}{Fb}}$ untuk Sliding 2 tempat (2.4, Lit. 1, hal 80)

Dimana:

L_{maks} = Panjang *Punch* maksimum (mm)

E = *Modulus Elastisitas* (N/mm^2)

I = Momen *Inersia* bahan (mm^4)

R_m = Tegangan tarik bahan (N/mm^2)

t = Tebal material (mm)

r = Jari-jari *Punch* terkecil (mm)

Gaya buckling dapat juga dicari berdasarkan kerampingannya, yaitu :

$\lambda \geq \lambda 0$ Digunakan untuk rumus Euler

$\lambda < \lambda o$ Digunakan untuk rumus Tetmejer

$$\lambda = \frac{S}{i} \qquad i = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

dimana : S = L_{maks} = Panjang Batang (mm)

A = Luas penampang (mm²)

i = jari- jari girasi (mm)

λ = kerampingan

I = Momen Inersia (mm^4)

Tabel 2.6 Harga Elastisitas pada Rumus *Tetmejer*

Bahan	**E(N /mm²)**	**λ0**	**Rumus *Tetmejer***
ST 37	210.000	105	$\delta B = 310 - 1{,}14\ \lambda$
ST 50 dan ST 60	210.000	89	$\delta B = 335 - 0{,}6\ \lambda$
Besi tuang	100.000	80	$\delta B = 776 - 12\lambda + 0{,}053\lambda$

4. Perhitungan Gaya Pegas *Press Tool*

Fpp = Wtot (2.5)

Dimana:

Fpp = Gaya Pegas *Press Tool* (N)

Wtot = Berat Total (N)

5. Rumus mencari tebal *Die*

Rumus untuk mencari tebal *Die* adalah:

$$H = \sqrt[3]{\frac{Ftot}{g}} \qquad \text{(2.6, Lit. 7, hal 58)}$$

Dimana:

H = Tebal *Die* (mm)

g = Grafitasi bumi (9,81 m/det^2)

Ftot = Gaya total (N)

6. Menghitung *Clearance Punch* dan *Die*

Setiap operasi pemotongan yang dilakukan *Punch* dan *Die* selalu ada nilai kelonggaran yang diambil.

Untuk tebal pelat (s) ≤ 3 mm

$$U_s = C.t.\sqrt{\tau_t} \qquad \text{(2.7, Lit. 1, hal 31)}$$

Dimana:

U_s = Kelonggaran tiap sisi (mm)

D_p = Diameter *Punch* (mm)

D_d = Diameter lubang *Die* (mm)

C = Faktor kerja (0,005 ÷ 0,025)

t = Tebal pelat (mm)

τ_t = Tegangan geser bahan (N/mm^2)

7. Rumus titik berat gaya

$$X = \frac{\Sigma F \,.\, x_i}{\Sigma F} \qquad \text{(2.8, Lit. 1, hal 79)}$$

$$Y = \frac{\Sigma F \,.\, y_i}{\Sigma F} \qquad \text{(2.9, Lit. 1, hal 79)}$$

Dimana:

X = Titik berat terhadap sumbu x

Y = Titik berat terhadap sumbu y

xi = Titik berat ke-i terhadap sumbu x

yi = Titik berat ke-i terhadap sumbu y

ΣF = Gaya proses pada satu bidang

8. Perhitungan pelat atas

Pada pelat atas akan terjadi tegangan bengkok yang diakibatkan gaya-gaya reaksi dari *Punch*. Besarnya tegangan yang terjadi adalah:

$$h = \sqrt{\frac{6\ x\ M_{Bmaksimum}}{b\ x\ \sigma_t}}$$ (2.10, Lit. 8, hal 42)

$$\sigma_t = \frac{\tau_t}{v}$$

Dimana:

h = Tebal pelat (mm)

M_B maks = Momen bengkok maksimum

b = Panjang pelat atas yang direncanakan (mm)

σ_t = Tegangan tarik izin (N/ mm^2)

v = Faktor keamanan

9. Perhitungan plat bawah

Untuk merencanakan pelat bawah sama dengan perencanaan plat atas, yaitu dengan memperhitungkan momen yang terjadi pada plat bawah.

10. Perhitungan kedalaman sisi potong

H = 3 x s (bila s < 2 mm) (2.11, Lit. 1, hal 33)

Dimana:

H = Kedalaman kelonggaran (mm)

s = Tebal bahan (mm)

2.8 Dasar Perhitungan Waktu Permesinan

Dalam pembubutan dan pengerjaan komponen dari *Press Tool* ini dibutuhkan waktu pengerjaan teoritis.

1. Proses pengerjaan pada Mesin Bubut

a. Bubut muka

$n = \frac{1000 \, . \, Vc}{\pi \, . \, d}$ (2.12, Lit. 3, hal 102)

$t_m = \frac{r}{Sr \, . \, n}$ (2.13, Lit. 3, hal 102)

Dimana:

n = Putaran poros utama/benda kerja (rpm)

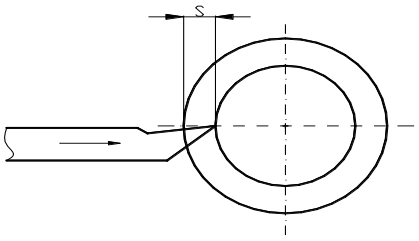
Vc = Kecepatan potong (m/mnt)

d = Diameter benda kerja (mm)

t_m = Waktu pemotongan (mnt)

r = Jari-jari benda kerja (mm)

S_r = Gerak makan (mm/rev)



Gambar 2.51 Bubut Muka

b. Bubut luar

$n = \frac{1000 \, . \, Vc}{\pi \, . \, d}$ (2.14, Lit. 3, hal 102)

$t_m = \frac{L}{Sr \, . \, n}$ (2.15, Lit. 3, hal 102)

Dimana:

n = Putaran poros utama/benda kerja (rpm)

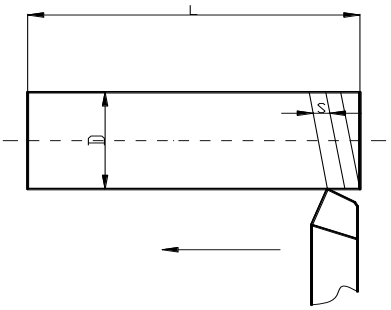
Vc = Kecepatan potong (m/mnt)

d = Diameter cutter (mm)

t_m = Waktu pemotongan (mnt)

L = Panjang benda kerja (mm)

S_r = Gerak makan (mm/rev)



Gambar 2.52 Bubut Luar

2. Pengerjaan pada Mesin *Milling*

Rumus yang digunakan:

s $= \frac{V\ x\ 1000}{a\ x\ b}$ (2.16, Lit. 3, hal 108)

t_m $= \frac{L}{s}$ (2.17, Lit. 3, hal 109)

Untuk pengerjaan halus

L = 1 + d + 4 (2.18, Lit. 3, hal 109)

Untuk pengerjaan kasar

L $= 1 + \frac{d}{2} + 2$ (2.19, Lit. 3, hal 109)

Dimana:

n = Putaran poros utama / *Cutter* (rpm)

v = Kecepatan potong (m/mnt)

d = Diameter benda kerja (mm)

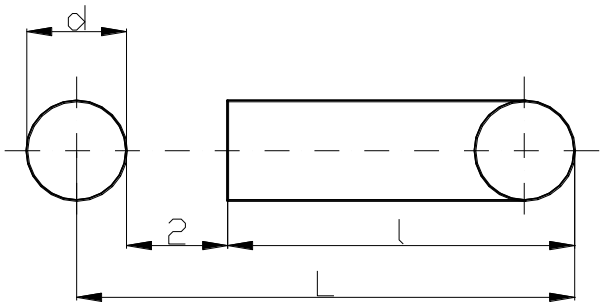
tm = Waktu pemotongan (mnt)

L = Panjang benda kerja (mm)

s = Gerak makan (mm/mnt)

a = Kedalaman pemakanan (mm)

b = Lebar pemakanan (mm)



Gambar 2.53 Pemakanan Kasar *Milling*

3. Pengerjaan pada Mesin Gerinda

a. Untuk gerinda permukaan:

$t_m = \frac{l \,.\, b \,.\, x}{v \,.\, 1000 \,.\, s}$ (2.20, Lit. 3, hal 117)

Dimana:

v = Kecepatan potong (m/mnt)

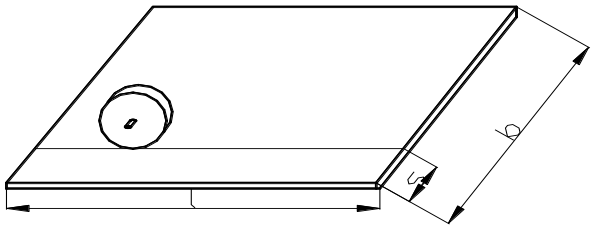
t_m = Waktu pengerjaan (mnt)

l = Panjang benda kerja (mm)

s = Gerak makan (mm/put)

x = Jumlah pemakanan

b = Lebar benda kerja (mm)



Gambar 2.54 Gerinda Permukaan

b. Untuk gerinda *Cylindrica*l:

$t_m = \frac{l \,.\, x}{n \,.\, s}$ (2.21, Lit. 3, hal 117)

Dimana:

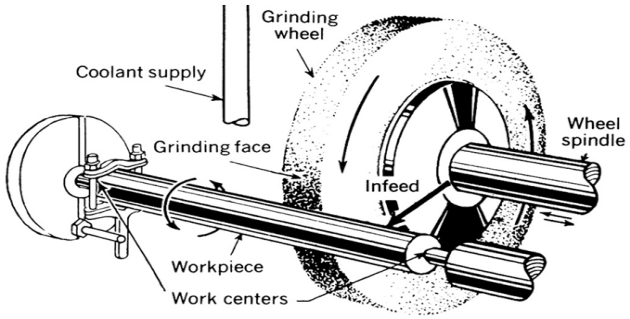
n = Putaran poros utama (rpm)

t_m = Waktu pengerjaan (mnt)

l = Panjang langkah (mm)

s = Gerak makan (mm/put)

x = Jumlah pemakanan



Gambar 2.55 *Cylindrical Grinding*

4. Pengerjaan pada Mesin Bor

Rumus yang akan kita gunakan dalam pengerjaan pada mesin bor adalah:

$t_m = \frac{L}{Sr \, . \, n}$ (2.22, Lit. 3 hal 106)

Dimana:

n = Putaran poros utama (rpm)

v = Kecepatan potong (m/mnt)

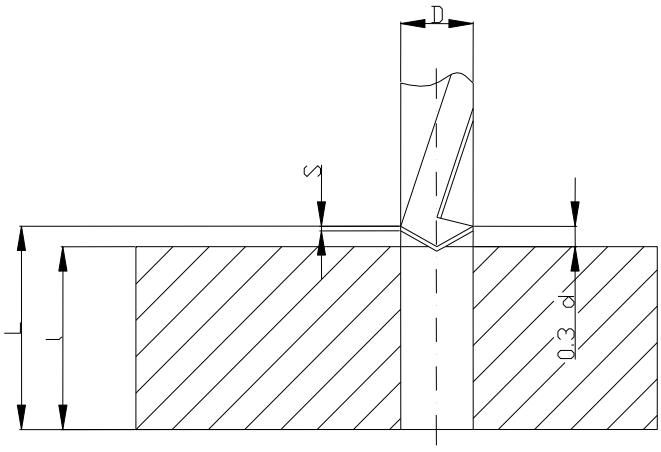
d = Diameter benda kerja (mm)

t_m = Waktu pengerjaan (mnt)

L = Kedalaman pemakanan (mm)

= 1 + 0,3d

s_r = Gerak makan (mm/put)



Gambar 2.56 Proses Pengeboran

2.9 Dasar Perhitungan Biaya Produksi

1. Biaya Material

Harga material yang digunakan ditentukan dari berat material tersebut, untuk mengetahui berat material yang digunakan dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

$m = V \times \rho$ (2.23, Lit. 5, hal 85)

Dimana :

m = Massa bahan (kg)

V = Volume bahan (mm^3)

ρ = Massa jenis bahan (kg/mm^3)

Sedangkan untuk mengetahui harga material dapat ditentukan dengan menggunakan rumus :

TH = HS x m (2.24, Lit. 5, hal 86)

Dimana :

TH = Total harga per material (Rupiah)

HS = Harga satuan per Kg

m = Massa material (Kg)

2. Biaya Listrik

Untuk menentukan biaya pemakaian listrik dapat digunakan rumus sebagai berikut :

$B = Tm \times B_L \times P$

Dimana :

B = Biaya listrik (Rp)

Tm = Waktu permesinan (Jam)

B_L = Biaya pemakaian listrik = Rp 1.347,- / Kwh

P = Daya mesin (Kw)

3. Biaya Sewa Mesin

Rumus yang digunakan antara lain :

$BM = Tm \times B$ (2.25, Lit. 5, hal 88)

Dimana :

BM = Harga sewa mesin (Rp)

Tm = Waktu permesinan (Jam)

B = Harga sewa mesin/ jam (Rp)

4. Biaya Operator

Dalam menentukan upah operator harus sesuai dengan standar upah yang telah ditetapkan.

$KS = S \times T$

Dimana: KS = upah

S = upah/ jam

T = Total pengerjaa (jam)

5. Biaya Pengujian

Dalam menentukan biaya pengujian diambil dari jumlah bahan *rubber* yang digunakan dalam pengujian.

6. Biaya Produksi

Biaya produksi dari press tool ini adalah akumulasi dari biaya material, biaya listrik, biaya sewa mesin, biaya operator dan biaya pengujian.

7. Biaya Tak Terduga

Biaya tak terduga dikenakan sebesar 20% dari biaya produksi alat.

8. Biaya Penjualan Alat

Biaya penjualan alat ini terdiri dari biaya transportasi yang diambil sebesar 5% dari biaya poduksi alat, biaya promosi diambil sebesar 7% dari biaya produksi dan biaya administrasi diambil 1% dari biaya produksi.

9. Keuntungan

Keuntungan dihitung sebesar 50% dari biaya produksi alat.

10. Harga Jual

Harga jual dari press tool ini adalah akumulasi dari biaya produksi, biaya penjualan alat, dan keuntungan.