

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kursi Roda

2.1.1 Pengertian Kursi Roda

Kursi roda adalah alat bantu yang digunakan oleh orang yang mengalami kesulitan berjalan menggunakan kaki, baik dikarenakan oleh penyakit, cedera, maupun cacat. Alat ini bisa digerakan dengan didorong oleh pihak lain, digerakan dengan menggunakan tangan, atau dengan menggunakan mesin otomatis. Pemakaian pertama kursi roda di Inggris tercatat pada tahun 1670.

2.1.2 Jenis-jenis Kursi Roda

a. Kursi Roda Manual

Adalah kursi roda digerakkan dengan tangan si penderita cacat, merupakan kursi roda yang biasa digunakan untuk semua kegiatan. Kursi roda manual dapat dioperasikan dengan bantuan orang lain maupun oleh penggunanya sendiri. Kursi roda seperti ini tidak dapat dioperasikan oleh penderita cacat yang mempunyai kecacatan ditangan juga. Kursi roda manual yang ada di Indonesia ada yang buatan lokal dan ada kursi roda import.

b. Kursi Roda Listrik

Merupakan kursi roda yang digerakkan dengan motor listrik biasanya digunakan untuk perjalanan jauh bagi penderita cacat atau bagi penderita cacat ganda sehingga tidak mampu untuk menjalankan sendiri kursi roda, untuk menjalankan kursi roda mereka cukup dengan menggunakan tuas seperti joystick untuk menjalankan maju, mengubah arah kursi roda belok kiri atau belok kanan dan untuk mengerem jalannya kursi roda. Biasanya kursi roda listrik dilengkapi dengan alat untuk mengecas/mengisi ulang aki/baterainya yang dapat terus dimasukkan dalam stop kontak dirumah/bangunan yang dikunjungi.

c. Kursi Roda Untuk Sport

Kursi roda manual untuk kegiatan olah raga, pada balapan kursi roda yang direncanakan untuk berjalan dengan cepat dibutuhkan upaya untuk meningkatkan kestabilan dengan menggunakan tambahan 1 roda di depan seperti trike (sepeda roda tiga). Merupakan perangkat yang umum ditemukan dalam pekan olah raga/olimpiade bagi penderita cacat.



Gambar 2.1 Kursi Roda tahun 1900

2.1.3 Bagian-Bagian Kursi Roda Muti fungsi



Gambar 2.2 Kursi Roda Multi Fungsi

Keterangan :

1. Sandaran Kursi Roda
2. Roda Penggerak Kursi Roda
3. Pengatur Sandran Kursi Roda
4. Kerangka Kursi Roda

2.2 Pengertian *Press Tool*

Press Tool adalah perkakas yang mempunyai prinsip kerja penekanan dengan melakukan proses pemotongan, pembentukan atau gabungan dari keduanya. Peralatan ini menggunakan prinsip penekanan dan dipergunakan untuk membuat produk secara massal dengan produk yang sama dalam waktu yang relatif singkat.

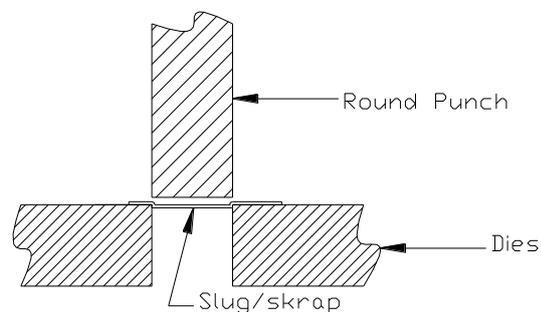
Berdasarkan proses yang terjadi *press tool* dapat digolongkan menjadi dua kelompok yaitu *cutting tool* dan *forming tool*.

2.2.1 *Cutting Tool*

Cutting Tool adalah perkakas tekan dengan sekaligus operasi pemotongan. Adapun proses yang termasuk di dalam kelompok ini adalah *Blanking*, *Piercing*, *Notching*, *Shaving*, *Trimmin*, *Parting*, *Cropping* dan *Lanzing*. Pengertian beberapa operasi di atas seperti dijelaskan sebagai berikut :

a. *Pierching*

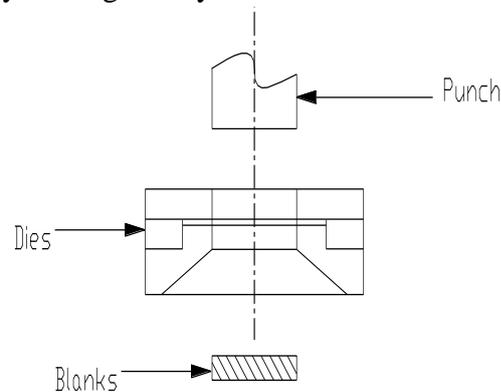
Pierching adalah proses pemotongan material oleh *punch* dengan prinsip kerjanya sama dengan proses *blanking*, namun seluruh sisi potong *punch* melakukan proses pemotongan. Proses *pierching* adalah proses pembuatan lubang melalui penekanan *punch* pada material.



Gambar 2.3 Proses *Pierching*

b. *Blanking*

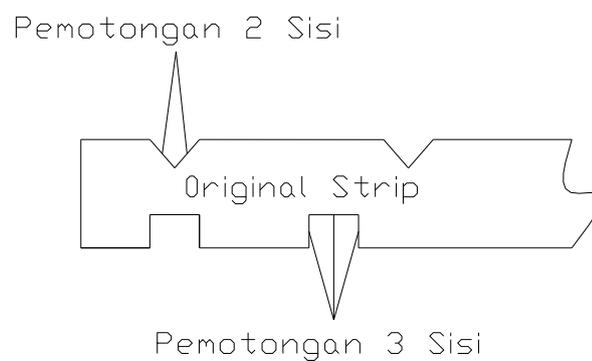
Merupakan proses pengerjaan material dengan tujuan mengambil hasil produksi yang sesuai dengan *punch* yang digunakan untuk menembus atau dengan sistem langkah penekanan. Pada umumnya proses ini dilakukan untuk membuat benda kerja dengan cepat dan berjumlah banyak dengan biaya murah.



Gambar 2.4 Proses *Blanking*

c. *Notching*

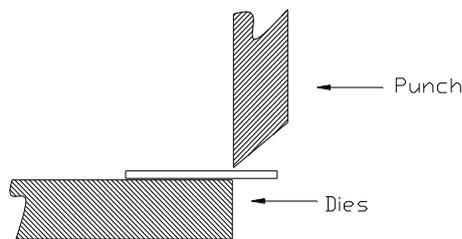
Notching adalah proses pemotongan oleh *punch*, dengan minimal dua sisi yang terpotong, namun tidak seluruh sisi *punch* melakukan pemotongan. Tujuan dalam pemotongan ini adalah untuk menghilangkan sebagian material pada tempat-tempat tertentu yang diinginkan.



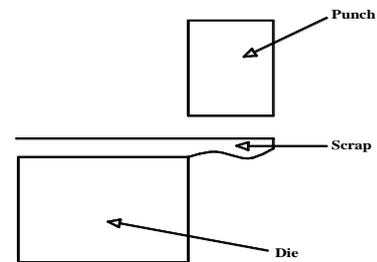
Gambar 2.5 Proses *Notching*

d. *Parting*

Parting adalah proses pemotongan untuk memisahkan *komponen* melalui satu garis potong atau dua garis potong antara komponen yang satu dengan komponen yang lain. Biasanya proses ini digunakan pada pengerjaan bentuk yang tidak rumit atau bentuk material yang sederhana.



Gambar 2.6 Proses *Parting*



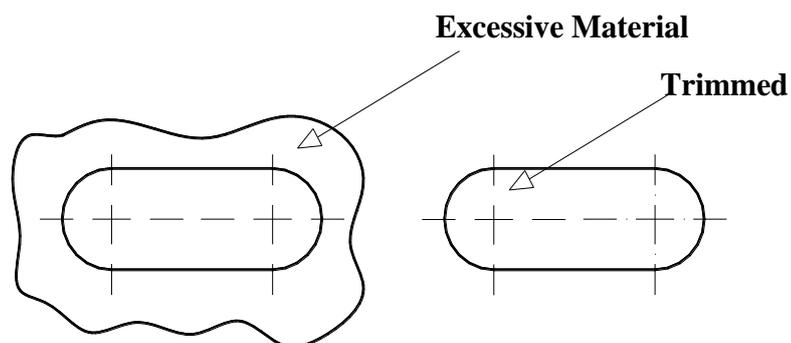
Gambar 2.7 Proses *Shaving*

e. *Shaving*

Shaving merupakan proses pemotongan material dengan sistem mencukur, dengan maksud untuk menghaluskan permukaan hasil proses *Blanking* atau *Piercing* guna mendapatkan ukuran teliti dari hasil pemotongan yang sudah dilakukan terlebih dahulu.

f. *Trimming*

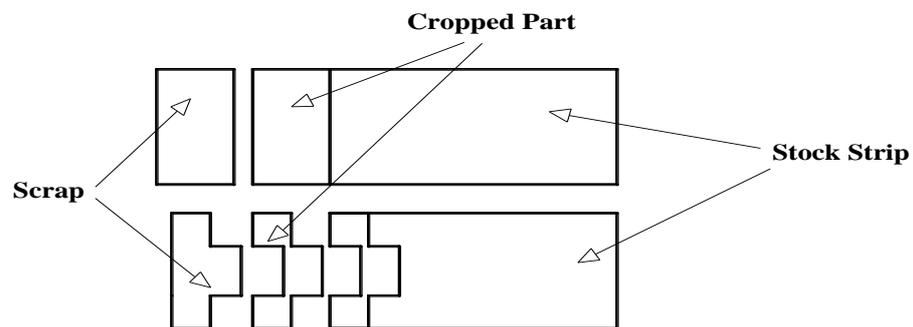
Trimming adalah merupakan proses pemotongan material sisa, guna mendapatkan *Finishing*, ini digunakan untuk memotong sisa penarikan dalam maupun benda hasil penuangan.



Gambar 2.8 Proses *Trimming*

g. *Cropping*

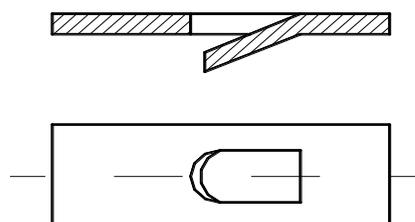
Cropping adalah merupakan proses pemotongan material atau benda kerja tanpa meninggalkan sisa. Proses yang terjadi pada *Cropping* ini sama dengan proses yang terjadi pada *Blanking*, akan tetapi dalam *Cropping* tidak ada bagian yang tertinggal. Benda kerja akan terpotong dan cenderung sudah mempunyai ukuran lebar yang sama dengan ukuran yang diminta serta mempunyai panjang material sesuai dengan jumlah komponen yang diminta. Proses *Cropping* ini digunakan untuk membuat komponen *Blanking* berbentuk sederhana, tidak rumit dan teratur.



Gambar 2.9 Proses *Cropping*

h. *Lanzing*

Lanzing adalah merupakan proses pengerjaan gabungan antara penekukan (*bending*) dan pemotongan (*cutting*). 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.



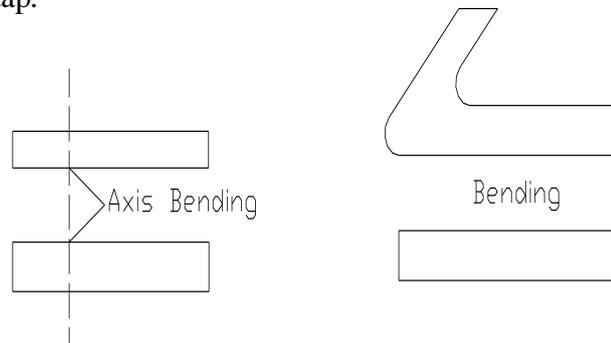
Gambar 2.10 Proses *Lanzing*

2.2.2 Forming Proses

Yaitu proses pengerjaan material yang dilakukan tanpa pengurangan atau penghilangan, akan tetapi hanya mengubah bentuk geometris benda kerja. Yang tergolong dalam *forming tool* adalah *bending*, *flanging*, *deep drawing*, *curling* dan *embossing*.

a. Bending

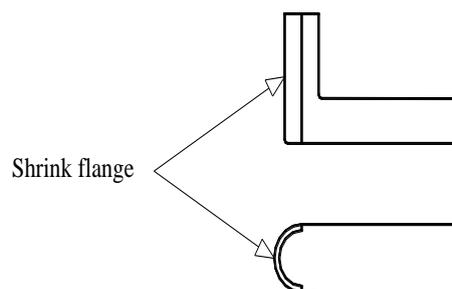
Proses *bending* merupakan proses pembengkokan material sesuai dengan yang dikehendaki. Proses pembendungan dapat dilakukan pada proses dingin ataupun pada proses panas. Perubahan yang terjadi pada proses ini hanya bentuknya saja namun volume material yang dibending adalah tetap.



Gambar 2.11 Proses *Bending*

b. Flanging

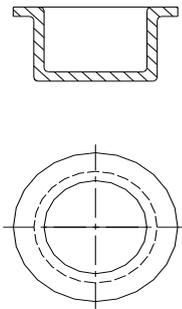
Flanging adalah proses yang menyerupai proses *bending* hanya perbedaannya terletak pada garis bengkok yaitu bukan merupakan garis lurus namun merupakan radius. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2.12 Proses *Flanging*

c. *Deep Drawing*

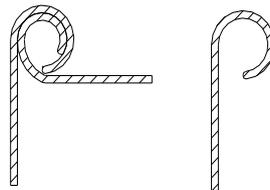
Deep Drawing merupakan proses penekanan benda yang diinginkan dengan kedalaman cetakan sampai batas deformasi plastis. Tujuannya adalah untuk memperoleh bentuk tertentu dan biasanya tebal material akan berubah setelah proses ini. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2.13 Proses *Deep Drawing*

d. *Curling*

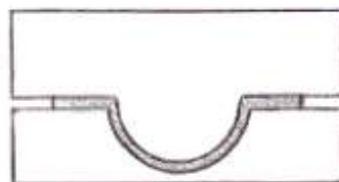
Merupakan pembentukkan profil (menggulung dan melipat) yang dilakukan pada salah satu ujung material.



Gambar 2.14 *Curling*

e. *Embossing*

Embossing merupakan proses pembentukkan contour material pada salah satu atau kedua sisi material tersebut.



Gambar 2.15 *Embossing*

2.3 Klasifikasi *Press Tool*

1. *Simple Tool*

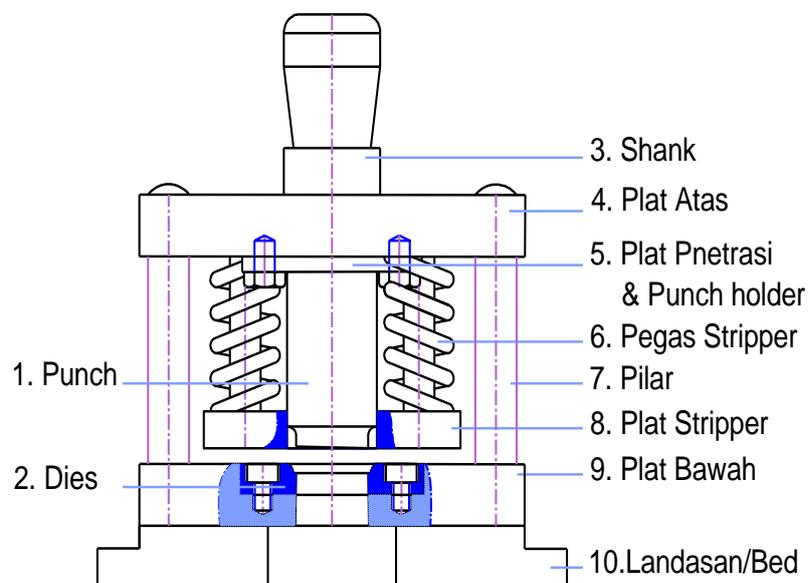
Adalah perkakas tekan sederhana yang dirancang hanya melakukan satu jenis pekerjaan pada satu stasiun kerja. Dalam operasinya hanya satu jenis pemotongan atau pembentukan yang dilakukan, misalnya *blangking* atau bending saja.

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.

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 2.16 *Simple Tool*

2. *Compound Tool*

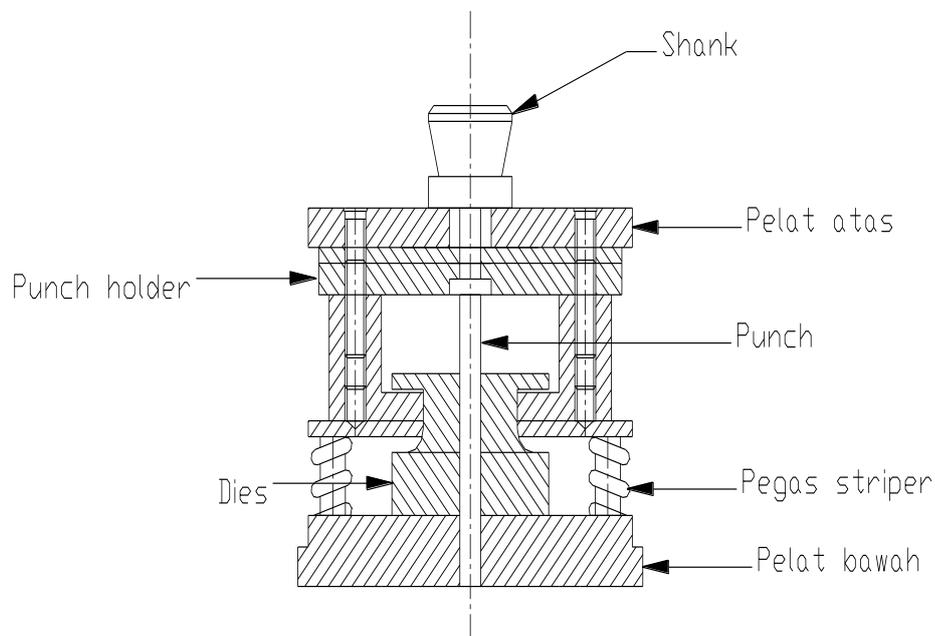
Compound Tool atau perkakas tekan gabungan adalah perkakas yang dirancang untuk melakukan dua atau lebih jenis pekerjaan dalam satu stasiun kerja, atau mengerjakan satu jenis pekerjaan pada setiap station. Pemakaian jenis alat ini juga mempunyai keuntungan dan kerugian.

Keuntungan *compound tool*

- Dapat melakukan beberapa proses pengerjaan dalam waktu yang bersamaan pada *station* yang sama.
- Dapat melakukan pekerjaan yang lebih rumit
- Hasil produksi yang dicapai mempunyai ukuran yang teliti.

Kerugian *compound tool*:

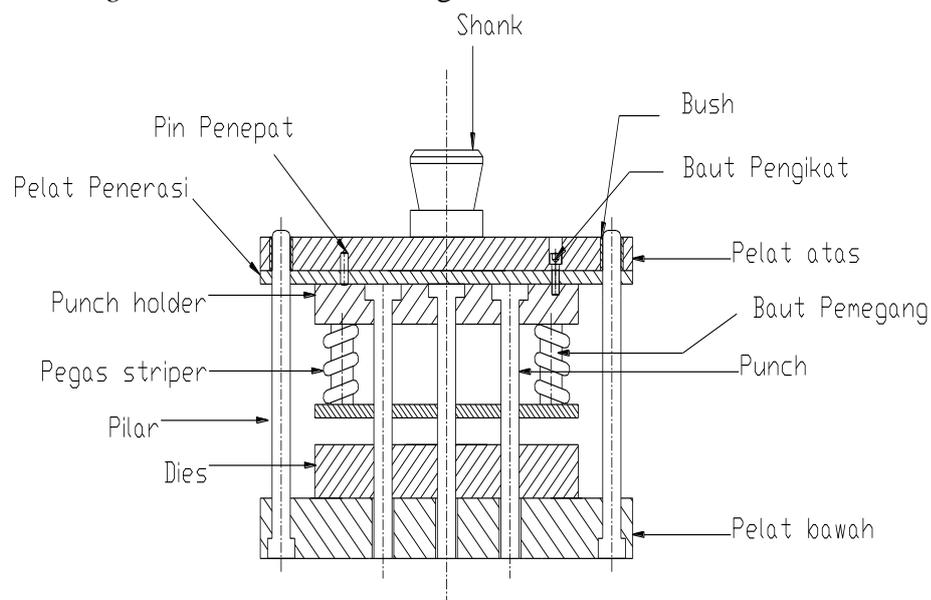
- Konstruksi *dies* menjadi lebih rumit.
- Terlalu sulit untuk mengerjakan material yang tebal.
- Dengan beberapa proses pengerjaan dalam satu *station* menyebabkan perkakas cepat rusak.



Gambar 2.17 *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 *piercing*, kedua *notching* dan seterusnya. Gambar dan bagian dari *Progressive Tool* adalah sebagai berikut :



Gambar 2.18 *Progressive Tool*

Bagian-bagian *progressive tool*:

a. Dies

Bagian ini berfungsi sebagai pemotong bersama dengan *punch* pada benda kerja sekaligus tempat dikeluarkannya *strip* (hasil pemotongan). Pemotongan *clearance* yang terdapat pada rancang bangun ini yaitu 0,1 mm pada tiap sisi.

b. Plat bawah

Bagian ini berfungsi untuk meletakkan *dies* serata tempat pengeluaran *strip*. Bagian ini tidak menerima gaya langsung dari *punch*.

c. Tiang Pengarah (*Pillar*)

Bagian ini berfungsi untuk mengarahkan gerakan plat atas dengan plat bawah agar satu sumbu. Pada rancang bangun ini menggunakan empat buah *pillar*.

d. *Stripper*

Bagian ini berfungsi untuk mencegah bergesernya benda kerja pada saat melakukan pemotongan dan proses pembentukan serta melepaskan benda kerja yang melekat pada *punch*. Pada rancang bangun ini menggunakan *stripper* jenis bergerak karena proses *bending* bersamaan dengan proses pemotongan.

e. Plat Penetrasi

Bagian ini berfungsi untuk meneruskan gaya tekan dari *shank* serta menahan beban kejut dari *punch* pada saat melakukan pemotongan serta pembendungan. Plat penekan digunakan untuk mencegah kerusakan plat atas yang memiliki ukuran lebih besar dari pada plat penekan, sehingga menghemat biaya apabila terjadi kerusakan.

f. *Guide Bush*

Bagian ini berfungsi untuk mencegah ausnya plat atas karena bahan plat atas terbuat dari baja karbon rendah yang lebih lunak dari pada tiang pengarah, sehingga bila terjadi keausan akan lebih mudah dengan cukup mengganti *guide bush*.

g. Plat Penyetrip Pinggir

Bagian ini berfungsi untuk menahan plat serta mengatur langkah pada awal proses pemotongan plat.

h. *Shank*

Bagian ini berfungsi untuk meneruskan gerakan dari *ram* ke *top plate*. *Shank* diikat pada *ram* sedangkan *top plate* dipasang pada bagian lain *shank*

i. Pin Penepat

Bagian ini berfungsi untuk menepatkan pemasangan *dies* pada plat bawah, plat penyetrip pinggir pada *dies* dan plat bawah, plat *punch*, plat penekan pada plat atas, sehingga tidak bergerak pada saat pengikatannya.

j. Baut *Inbush*

Bagian ini berfungsi untuk mengikat *stripper* dan pegas *stripper* serta mengarahkan gerakan *stripper*.

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.

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.

2.4 Pemilihan Bahan

Dalam perencanaan suatu alat atau mesin perlu sekali 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.

2.4.1 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 beban puntir maupun beban lentur.

2. Kemudahan Mendapatkan Material

Dalam pembuatan alat ini diperlukan juga pertimbangan apakah material yang diperlukan adadan mudah mendapatkannya. Hal ini dimaksudkan bila terjadi kerusakan sewaktu-waktu maka material yang rusak dapat diganti atau dibuat dengan cepat sehingga waktu untuk pergantian alat lebih cepat sehingga alat dapat berproduksi dengan cepat pula.

3. Fungsi dari Komponen

Dalam pembuatan alat ini, komponen yang direncanakan mempunyai fungsi yang berbeda - beda sesuai dengan bentuknya. Oleh karena itu 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 untuk komponen tersebut harganya semurah mungkin dengan tidak mengurangi kualitas komponen yang akan dibuat. Dengan demikian pembuatan komponen tersebut dapat mengurangi atau menekan ongkos produksi.

5. Kemudahan Proses Produksi

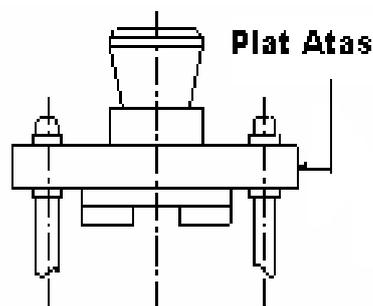
Kemudahan dalam proses produksi sangat penting dalam pembuatan suatu komponen karena jika material sukar untuk dibentuk maka akan memakan banyak waktu untuk memproses material tersebut, yang akan menambah biaya produksi.

2.4.2 Pemilihan Material Pada Komponen-Komponen *Progressive Tools*

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

1. Plat Atas

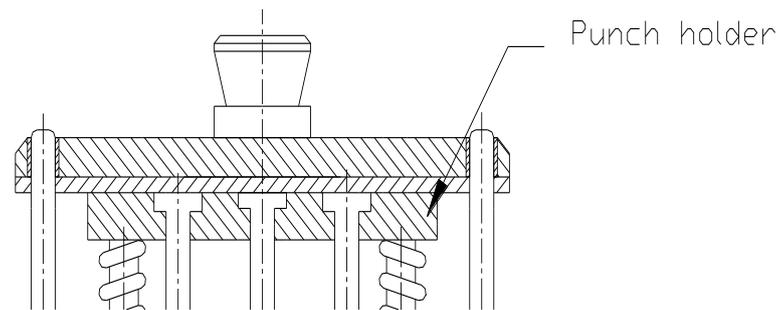
Plat atas merupakan tempat dudukan dari komponen-komponen bagian atas, seperti *shank*, *bush* dan plat penetrasi. Pada saat proses pengerjaan berlangsung plat atas akan menerima tekanan, oleh sebab itu dipilih bahan St 60 dengan kekuatan tarik/ tekan $600-650 \text{ N/mm}^2$. Bahan ini mudah dikerjakan dan mudah didapatkan di pasaran.



Gambar 2.19 Plat Atas

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

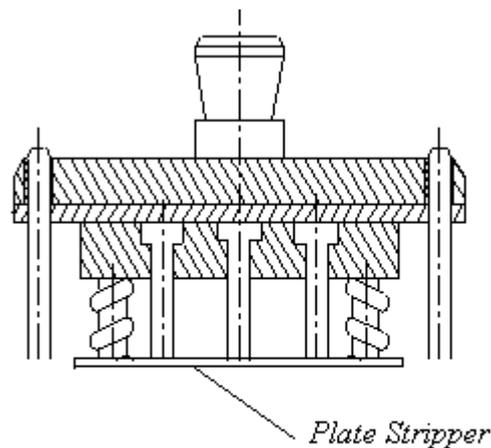
Plat pemegang *punch* sebagai tempat kedudukan *punch* agar posisi *punch* kokoh dan mantap pada tempatnya. Plat pemegang *punch* akan mengalami tegangan permukaan terhadap *punch*, sehingga dipilih bahan St 60 dengan kekuatan tarik $600-650 \text{ N/mm}^2$.



Gambar 2.20 *Punch Holder Plate*

3. Plat Stripper

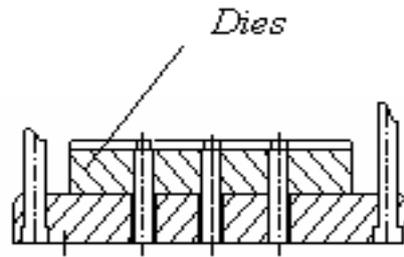
Plat *Stripper* adalah bagian yang bergerak bebas naik turun beserta pegas yang terpasang pada baut pemegangnya. Plat ini berfungsi sebagai penjepit benda kerja pada saat proses berlangsung, sehingga benda kerja tidak akan bergeser, oleh sebab itu dipilih bahan St 60 dengan nilai kekerasan 120-140 HBN dan kekuatan tarik 600-650 N/mm².



Gambar 2.21 *Plat Stripper*

4. Dies

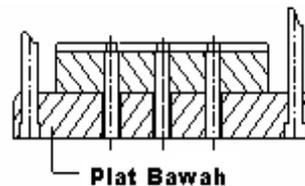
Dies terikat pada plat bawah dan berfungsi sebagai pemotong dan sekaligus sebagai pembentuk. Pada perencanaan alat bantu produksi ini untuk *dies* dipilih bahan baja dengan kandungan karbon min. 0,02% yang mempunyai kekuatan tarik 600 kg/mm².



Gambar 2.22 Dies

5. Plat Bawah

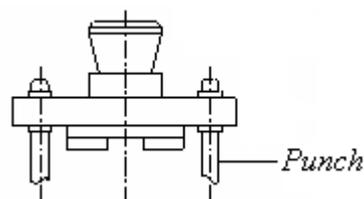
Plat bawah merupakan dudukan dari dies dan tiang pengarah. Bahan Plat bawah dipilih St 60, karena bahan ini memiliki tegangan tarik 600- 650 N/mm² dan mudah dikerjakan.



Gambar 2.23 Plat Bawah

6. Punch

Punch merupakan bagian yang melakukan proses pemotongan dan pembentukan pada *strip* sesuai dengan pasangan pada *dies*. Material yang dipilih yaitu Amutit S yang dikeraskan dengan suhu 780 – 820 °C lalu di tempering pada suhu 400°C agar diperoleh sifat yang keras tetapi memiliki kekenyalan



Gambar 2.24 Punch

7. *Pillar*

Pillar adalah tiang yang berfungsi untuk mengarahkan *punch* dan *dies* agar tidak bersinggungan. Apabila hal ini terjadi maka *punch* dan *dies* akan cepat rusak. Selain sebagai pengarah, *pillar* juga berfungsi sebagai penyangga bagian atas dengan bagian bawah. Untuk itu material yang dipilih adalah St 40.



Gambar 2.25 *Pillar*

8. *Shank*

Dalam pemakaiannya *shank* akan mengalami beban dinamis, sehingga bahan untuk *shank* harus aman dari beban tersebut. Untuk itu bahan *shank* dipilih St 42 karena memiliki kekuatan tarik 420- 450 N/mm².



Gambar 2.26 *Shank*

9. Plat Penetrasi

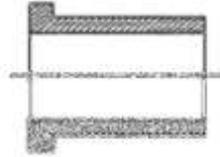
Bahan yang digunakan plat penetrasi adalah st 40 dengan karena memiliki tegangan tarik 400-450 N/mm².

10. *Punch Holder*

Bahan yang digunakan untuk *punch holder* adalah st60 dengan tegangan tarik 600 N/mm².

11. *Bush*

Bush berfungsi sebagai media gesek pillar pada penggerakannya selama proses pengerjaan untuk menghindari terjadinya keausan yang terlalu besar pada *pillar*. Material yang dipilih adalah adalah Kuningan.



Gambar 2.27 *Bushing*

12. Pegas *Stripper*

Pada perencanaan rancang bangun *press tool* ini pegas yang digunakan adalah 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. Pegas yang digunakan berdasarkan standar FIBRO.



Gambar 2.28 Pegas *Stripper*

13. Baut

Pada rancang bangun ini terdapat tiga baut, yaitu :

- a. Baut *Stripper*, digunakan untuk mengikat *stripper* pada posisinya.
- b. Baut Pengikat, digunakan untuk mengikat *dies* pada plat bawah.
- c. Baut *Inbush*, digunakan untuk menghikat *punch holder* ke plat atas.

2.5 Dasar Perhitungan

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

2.5.1 Rumus Mencari gaya-gaya perencanaan

Untuk mencari gaya-gaya perencanaan terlebih dahulu mengetahui gaya-gaya yang bekerja pada suatu rancang bangun.

Adapun gaya-gaya yang terjadi :

a. Gaya *Pierching*, *Blanking* dan *Notching*

$$F_p = 0,8 \cdot U \cdot t \cdot \sigma_m \quad \dots\dots\dots(\text{Teknik Alat Penepat, hal 19})$$

Dimana :

F_p : gaya *notching* atau *pirching*(N)

U : keliling sisi potong(mm)

t : tebal material proses (mm)(mm)

σ_m : Tegangan maksimum bahan(N/mm²)

b. Gaya Pegas *Stripper*

Langkah untuk menentukan gaya pegas *stripper* adalah

$$F_{ps} = (5 \div 20)\% \times F_t \quad \dots\dots\dots(\text{Teknik Alat Penepat, hal 21})$$

Dimana :

F_{ps} : gaya pegas *stripper*(N)

F_t : gaya total(N)

c. Perhitungan Panjang *Punch* maksimum

$$L_{Maks} = \sqrt{\frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{F_b}} \quad \dots\dots\dots(\text{Teknik Alat Penepat, hal 22})$$

Dimana:

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

E : *Modulus Elastisitas* (N/mm²).....(mm)

I : *Momen Inersia* bahan (mm⁴)(mm)

F_b : Gaya *punch* maksimum (N)(mm)

d. Perhitungan Tebal Plat Atas dan Bawah

$$h = \sqrt{\frac{6XM_b \max}{bx\sigma_{bi}}} \dots\dots\dots(\text{Teknik Alat Penepat, hal 23})$$

$$\sigma_{bi} = \frac{\sigma_m}{v} \dots\dots\dots(\text{Elemen mesin I})$$

Dimana :

H : Tebal pelat atas/bawah(mm)

M_B maks : Momen bengkok maksimum(Nmm)

B : Lebar pelat atas yang direncanakan(mm)

σ_{bi} : Tegangan bending izin bahan.....(N/ mm²)

V : Faktor keamanan beban searah.....(4 – 6)

e. Menentukan Tebal Die

Tebal Die dapat dihitung dari rumus empiris yaitu :

$$H = \sqrt[3]{\frac{F_{tot}}{g}} \dots\dots\dots(\text{Teknik Alat Penepat, hal 23})$$

dimana :

H : Tebal Die(mm)

g : Gravitasi bumi(9,81 m/det²)

F_{tot} : Gaya total(N)

f. Perhitungan Diameter pillar

$$D = \sqrt{\frac{4x(F_{tot} / n)}{\pi x \tau_{gi}}} \dots\dots\dots(\text{Teknik Alat Penepat, hal 24})$$

Dimana :

D : diameter pilar menurut(mm)

F_{tot} : Gaya total yang bekerja(N)

n : Jumlah pillar yang digunakan(buah)

σ_{bi} / τ_{gi} : Tegangan bending dan geser izin plat(N/mm²)

g. *Clearance Punch dan Die*

$$U_s = C.S. \sqrt{\tau_g} \dots\dots\dots(\text{Teknik Alat Penepat, hal 25})$$

Dimana :

U_s : Kelonggaran tiap sisi.....(mm)

C : Faktor kerja.....(0,005 ÷ 0,025)

S : Tebal pelat(mm)

τ_g : Tegangan geser bahan(N/mm²)

h. *Diameter Shank*

$$D = \sqrt{\frac{4xF_{tot}}{\pi x \sigma}} \dots\dots\dots(\text{Textbox of Machine Design, hal 139})$$

Dimana :

F_t : gaya total pemotongan(N)

D : diameter *shank*(mm)

σ : Tegangan maksimum bahan(N/mm²)

i. *Perhitungan Kedalaman Sisi Potong*

$$h = 3 \times s \text{ (bila } s < 2 \text{ mm)} \dots\dots\dots(\text{Tool Design 2, hal 127})$$

Dimana :

h : Kedalaman kelonggaran(mm)

s : tebal bahan(mm)

j. *Tebal Plat Penetrasi*

$$h = \frac{F_{p \text{ terkecil}}}{(\pi x D) x \sigma} \dots\dots\dots(\text{Press Tool})$$

Dimana :

h : tebal plat penetrasi(mm)

D : Diameter Punch max.....(mm)

σ : Tegangan max. bahan(N/mm²)

k. Tebal *Punch Holder*

$$h = \frac{F_{tot}}{\pi \cdot \sigma \cdot dpk} \dots\dots\dots(\text{Press Tool})$$

Dimana :

F_{tot} : gaya total(N)σ : Tegangan max. bahan.....(N/mm²)

dpk : panjang kedalaman sisi potong.....(mm)

l. Rumus Titik Berat Gaya

$$\bar{X} = \frac{\sum F \cdot x_i}{\sum F} \dots\dots\dots(\text{Press Tool, hal 72})$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum F \cdot y_i}{\sum F} \dots\dots\dots(\text{Press Tool, hal 72})$$

Dimana :

 \bar{X} : titik berat terhadap sumbu x \bar{Y} : titik berat terhadap sumbu yx_i : titik berat ke-i terhadap sumbu xy_i : titik berat ke-i terhadap sumbu y

ΣF : gaya proses pada satu bidang

2.5.2 Perhitungan Waktu Pengerjaan

Dalam pembubutan dan pengerjaan komponen dari *progressive tool* ini dibutuhkan waktu pengerjaan teoritis.

1. Proses Pengerjaan Pada Mesin Bubut

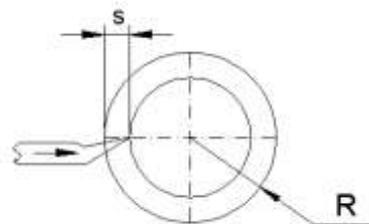
a. Bubut Muka

$$n = \frac{1000 \cdot V_c}{\pi \cdot d} \dots\dots\dots(\text{Teknologi Mekanik 2, hal 79})$$

$$T_m = \frac{R}{S_r \cdot n} \dots\dots\dots(\text{Teknologi Mekanik 2, hal 79})$$

Dimana :

- n : putaran mesin(rpm)
 Vc : kecepatan potong(m/min)
 D : diameter benda kerja(mm)
 Tm : waktu pengerjaan(min)
 R : jari-jari benda kerja(mm)
 Sr : kecepatan pemakanan(mm/put)



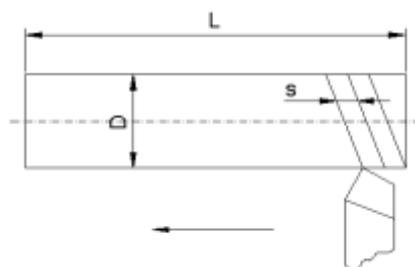
Gambar 2.29 Bubut Muka

b. Bubut Luar

$$T_m = \frac{L}{S_r \cdot n} \quad \dots\dots\dots(\text{Teknologi Mekanik 2, hal 79})$$

Dimana :

- n : putaran mesin(rpm)
 Tm : waktu pengerjaan(min)
 L : panjang benda kerja(mm)



Gambar 2.30 Bubut Luar

2. Pengerjaan Pada Mesin Milling

Rumus yang digunakan :

$$V = \frac{a \times b \times s}{1000} \dots\dots\dots(\text{Teknologi Mekanik 2, hal 69})$$

$$s = \frac{V \times 1000}{a \times b} \dots\dots\dots(\text{Teknologi Mekanik 2, hal 69})$$

$$T_m = \frac{L}{s} \dots\dots\dots(\text{Teknologi Mekanik 2, hal 69})$$

Untuk pengerjaan halus

$$L = l + d + 4 \dots\dots\dots(\text{Teknologi Mekanik 2, hal 69})$$

Untuk pengerjaan kasar

$$L = l + \frac{1}{2}d + 2 \dots\dots\dots(\text{Teknologi Mekanik 2, hal 69})$$

Dimana :

V : kecepatan potong(mm/min)

d : diameter benda kerja(mm)

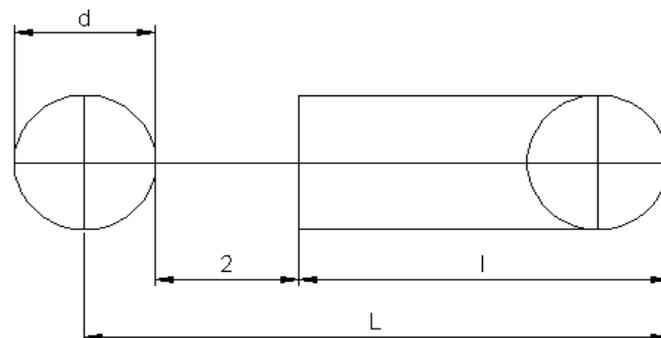
T_m : waktu pengerjaan(min)

L : panjang benda kerja(mm)

s : kecepatan pemakanan(mm/min)

a : kedalaman pemakanan(mm)

b : lebar pemakanan(mm)



Gambar 2. 31 Pemakanan Kasar

3. Pengerjaan Pada Mesin Gerinda

a. Untuk Gerinda Permukaan :

$$T_m = \frac{b \cdot l \cdot x}{V_c \cdot 1000 \cdot S_r} \dots\dots\dots(\text{Teknologi Mekanik 2, hal 76})$$

Dimana :

V_c : kecepatan potong(mm/min)

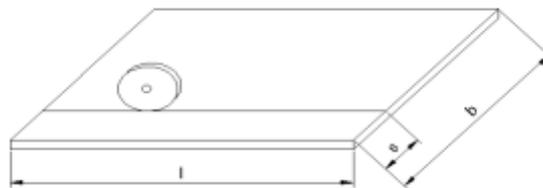
T_m : waktu pengerjaan(min)

l : panjang benda kerja(mm)

S_r : kecepatan pemakanan(mm/put)

x : jumlah pemakanan(kali)

b : lebar benda kerja(mm)



Gambar 2.32 Gerinda Permukaan

b. Untuk Gerinda *Cylindrical* :

$$T_m = \frac{l \cdot x}{S_r \cdot n} \dots\dots\dots(\text{Teknologi Mekanik 2, hal 76})$$

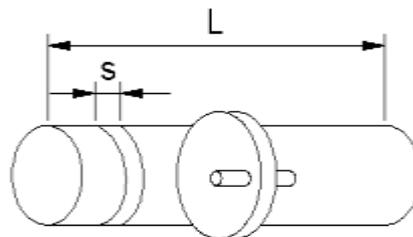
Dimana :

T_m : waktu pengerjaan(min)

l : panjang benda kerja(mm)

S_r : kecepatan pemakanan(mm/put)

x : jumlah pemakanan(kali)



Gambar 2.33 *Cylindrical Grinding*

4. Pengerjaan Pada Mesin Bor

Rumus yang digunakan dalam pengerjaan mesin bor adalah :

$$T_m = \frac{L}{S_r \cdot n} \dots\dots\dots (\text{Teknologi Mekanik 2, hal 82})$$

Dimana :

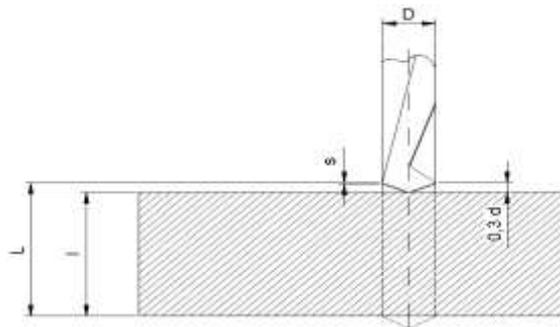
N : putaran mesin(rpm)

T_m : waktu pengerjaan(min)

L : panjang benda kerja(mm)

$$= l + 0,3 d$$

S_r : kecepatan pemakanan(mm/put)



Gambar 2.34 Proses Pengeboran

5. Pengerjaan Pada Mesin Shapping

$$T_m = \frac{b}{s} \times \frac{2 \cdot L}{1000 \cdot V_c} \dots\dots\dots (\text{Wesstermann Table 1962, hal 113})$$

Dimana :

T_m : waktu pengerjaan(min)

L : panjang langkah maju mundur.....(mm)

V_c : kecepatan potong(m/min)

b : lebar langkah kesamping ditambah kelebihan langkah awal dan akhir (± 10 mm)

s : kedalaman pemakanan(mm)

2.6 Perhitungan Biaya Produksi

2.6.1 Biaya Material

Rumus-rumus yang di pakai dalam mencari harga material setiap komponen dari *press tool* adaah sebagai berikut :

$$W = V \times \rho \quad \dots\dots\dots (\text{Teknologi Mekanik 2, hal 85})$$

Dimana :

W : Berat bahan (kg)

V : Volume bahan (mm³)

P : Massa jenis bahan (kg/mm³)

$$TH = HS \times W \quad \dots\dots\dots (\text{Teknologi Mekanik 2, hal 86})$$

Dimana :

TH : Total harga per material (Rupiah)

HS : Harga satuan bahan per kilogram

W : Berat material (kg)

2.6.2 Harga Sewa Mesin

Dalam menentukan harga sewa mesin dapat menggunakan rumus maupun dengan observasi terhadap perusahaan dalam jasa penyewaan mesin maupun sebuah perusahaan manufaktur. Apabila menggunakan rumus dapat dilihat dibawah ini :

$$KM(\text{Sewa Mesin}) = KD(\text{Penyusutan Bunga}) + KL (\text{Biaya Bunga}) \times Tm$$

$$KD = \frac{V.v}{Nu \times Tm}$$

$$KL = \frac{A.P}{2 \times 100 \times Tm}$$

Dimana :

Nu : Umur Efektif Mesin (Asusmsi 5 tahun)

V : Nilai Ganti (1,5 x Harga Mesin)

v : Nilai Sisa (10% dari Harga Mesin)

A : Harga beli mesin

P : Standar bunga (15 % dari Harga Mesin)

Harga listrik mesin = Daya Mesin (Kw) x Harga listrik per Kwh x Tm

Total Sewa Mesin = (Harga sewa mesin + harga listrik mesin)

2.6.3 Biaya Operator

$$K_s = S \times T$$

Keterangan :

K_s : Upah Operator

S : Upah/jam (Rp. 6490 UMP Sum-Sel TH 2013 untuk 8 jam kerja)

T : Total Waktu Pengerjaan

2.6.4 Biaya Perencanaan / Biaya Tak Terduga (BTT)

Dalam perencanaan ini biaya tak terduga diambil 15 % dari biaya material dan sewa mesin, jadi rumus biaya tak terduga adalah :

$$BTT = 15\% (\text{Biaya Material} + \text{Biaya Sewa Mesin})$$

2.6.5 Total Biaya Produksi (TBP)

Dalam perencanaan ini rumus yang dipakai untuk mencari biaya total produksi adalah :

$$TBP = \text{Biaya material} + \text{Biaya sewa mesin} + \text{Biaya Operator} + \text{Biaya tak terduga}$$

2.6.6 Keuntungan

Dalam perencanaan ini keuntungan diambil dari 25% dari biaya produksi yaitu :

$$\text{Keuntungan} = 25\% \times \text{Biaya Produksi}$$

2.6.7 Harga Jual

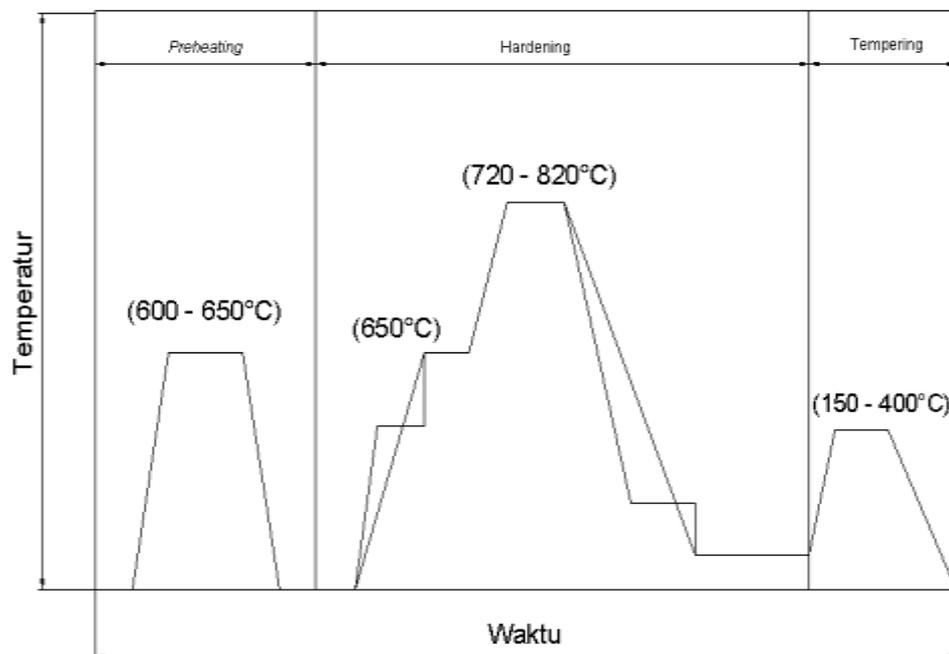
Rumus untuk mencari harga jual adalah sebagai berikut :

$$\text{Harga jual} = \text{Biaya Produksi} + \text{Biaya tak terduga} + \text{Keuntungan}$$

2.7 Proses Perlakuan Bahan

2.7.1 Proses *Heat Treatment*

Heat treatment adalah suatu kombinasi proses pemanasan dan pendinginan dengan merubah struktur dari logam atau paduannya dalam keadaan padat secara terkontrol dengan tujuan untuk memperoleh sifat tertentu. Pada perencanaan ini bagian dari *press tool* yang mendapat perlakuan panas adalah pada bagian *punch* dengan bahan *punch* Amutit S. Adapun proses yang dilakukan mencakup proses *preheating*, proses *hardening*, dan proses *tempering*.



Gambar 2.35 *Heat Treatment*

Keterangan Gambar :

1. Waktu *Preheating*
2. Waktu *Hardening*
3. Waktu *Tempering*

2.7.2 Proses *Preheating*

Pada proses ini benda kerja dinaikkan suhunya ke suhu persiapan untuk menerima cukup panas sehingga proses perubahan fase struktur kristal logam pada suhu rekristalisasinya dapat berlangsung.

2.7.3 Proses *Hardening*

Proses *Hardening* bertujuan untuk merubah struktur logam (Austenit S) sedemikian rupa sehingga diperoleh struktur martensit yang keras. Proses ini dilakukan dengan cara memanaskan baja sampai suhu tertentu antara 780-820°C (tergantung dari kadar karbon) kemudian ditahan pada suhu tersebut beberapa saat, kemudian didinginkan secara mendadak dalam media air, oli, udara, atau media pendingin lainnya. Dengan pendinginan mendadak maka, tidak terdapat waktu cukup bagi kristal fase austenit, untuk merubah menjadi pearlit, dan ferit atau perlit dan sementit. Pendinginan yang cepat menyebabkan austenit berubah menjadi martensit.

2.7.4 Proses *Tempering*

Proses *Tempering* adalah proses memanaskan kembali baja yang telah dikeraskan untuk menghilangkan tegangan dalam dan mengurangi kekerasan berlebihan, proses ini yang dilakukan adalah proses tempering suhu rendah (150-400 °C) dengan tujuan untuk mengurangi tegangan-tegangan kerut dan kerapuhan dari baja. Suhu yang digunakan pada proses tempering sebesar 400 °C dan dibutuhkan waktu 3 – 6 detik tiap kenaikan 1 °C.

2.8 Tenaga Pengepresan

Tenaga pengepresan yang bisa dilakukan pada sebuah mesin adalah berdasarkan gaya total yang dihasilkan dalam pengerjaan *punch-punch* yang berkerja, dimana gaya pengepresan haruslah lebih kecil dari tenaga mesin yang ingin digunakan maka dari itu kita harus mengacu pada standar mesin *press*.

Adapun rumus yang digunakan untuk mencari tenaga pengepresan adalah :

$S = \text{jarak } punch \text{ dengan plat} + \text{tebal plat} + \text{jarak bebas pemakanan}$

Dimana :

S : Langkah naik turun *punch* (m)

$t = 60 / \text{jumlah pengerjaan mesin dalam satu menit}$

Dimana :

t : waktu pengerjaan produk dalam detik

Dari data diatas tenaga pengepresan yang dilakukan oleh *punch* adalah :

$$P = \frac{F_{tot} \cdot S}{t}$$

Dimana :

P : Tenaga pengepresan (watt)

F_{tot} : Gaya total *Punch* (N)

S : Langkah naik turun *punch* (m)

t : Waktu menghasilkan satu buah produk (detik)