

BAB II

TEORI DASAR

2.1 Pengertian *Ducting*

Ducting adalah suatu Material atau material yang digunakan untuk mendistribusikan udara atau lainnya ke arah tertentu dengan mempertimbangkan tiap–tiap tujuan akhir tersebut menjadi bagian beban terhadap dimensi atau diameter media penyalur pada sepanjang perjalanan hingga titik akhir beban tersebut keluar dari media penyalur. Jenis material *ducting* beraneka ragam disesuaikan dengan udara yang akan disalurkan. Penggunaan material yang digunakan akan mempengaruhi suhu udara disepanjang perjalanan menuju titik akhir keluarnya udara.

Terdapat berbagai macam *ducting* berdasarkan fungsinya yaitu, fungsi sebagai *supply* udara dingin ke ruang yang dikondisikan (*supply air*), *ducting* yang berfungsi sebagai *supply* dari udara luar (*fresh air*) dan ada pula *ducting* yang berfungsi untuk membuang udara dari dalam ke luar ruangan (*exhaust air*) secara fisik bentuk *ducting supply air* ini berinsulasi karena untuk mempertahankan udara yang didistribusikan tidak terbangun, sedangkan untuk *ducting fresh air* dan *exhaust air* ini tidak menggunakan insulasi, lapisan dari insulasi ini antara lain : *Glasswool*, *Aluminium Foil*, *Spindle pin*/pengikat/tali/flinkote. Sedangkan untuk lapisan *ducting* yang dipasang didekat unit *AC Indoor* (untuk sistem *AC Split*) atau Unit AHU (Untuk sistem *central*) biasanya bagian dalamnya menggunakan *Glasswool dan glassclotch*, untuk meredam bunyi bising dari unit. Material yang digunakan untuk *ducting* itu sendiri bermacam-macam, ada yang terbuat dari Material PVC, *mild steel*, BJLS (baja lapis seng), PU (*Polyurethane*), untuk *ducting* yang terbuat dari Material PU tidak perlu menggunakan lapisan luar, karena lapisannya sudah tersedia dari pabrikan hanya untuk lapisan dalamnya saja yang terdapat didekat unit menggunakan *glassclotch*. *Ducting* yang banyak digunakan adalah jenis *ducting* BJLS (Baja Lapis Seng) terdapat berbagai macam ukuran BJLS dan penggunaan ukuran pada *ducting* berikut ini beberapa ukurannya :

BJLS 50 untuk ukuran *ducting* (mm) : 0-300

BJLS 60 untuk ukuran *ducting* (mm) : 350-700

BJLS 80 untuk ukuran *ducting* (mm) : 750-1200

BJLS100 untuk ukuran *ducting* (mm) : 1200-1900

BJLS120 untuk ukuran *ducting* (mm) : 1900-2400

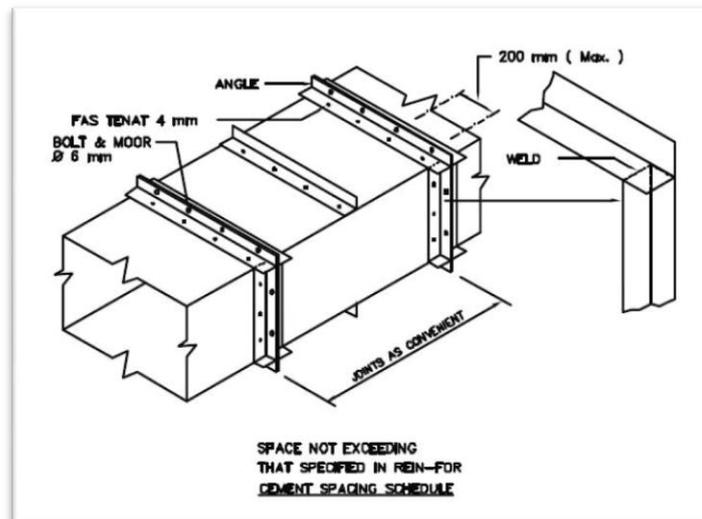
BJLS140 untuk ukuran *ducting* (mm) : 2400

Beberapa jenis *ducting*, diantaranya :

1) *Ducting* BJLS tanpa isolasi.

Adalah jenis *ducting* yang digunakan untuk menyalurkan udara dimana *ducting* ini tidak mempertahankan kestabilan suhu udara yang akan disalurkan. Hanya berfungsi sebagai penyalur saja, yang menyalurkan dari suatu tempat ke tempat yang lain. Contoh :

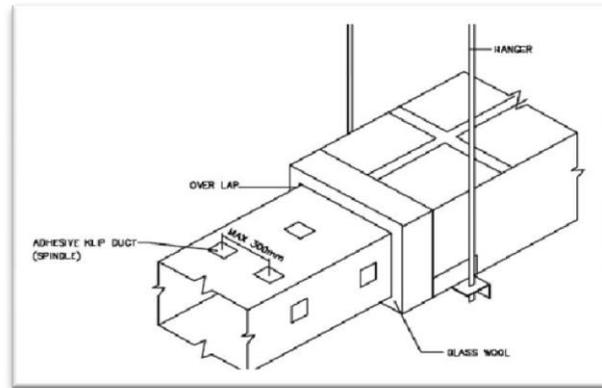
1. *Ducting exhaust*, yaitu sirkulasi udara pada suatu ruangan, misalnya toilet, tempat parkir, dan lain lain.
2. *Ducting fresh air*, yaitu *ducting* digunakan untuk menyalurkan udara segar dari luar ruangan menuju *indoor* unit AC seperti AHU ataupun FCU.
3. *Ducting intake*, untuk menyalurkan udara dari luar gedung menuju ruangan yang membutuhkan udara segar, seperti pada lahan parkir yang tertutup.



Gambar 2.1 *Ducting* Tanpa Isolasi

2) *Ducting* BJLS isolasi luar.

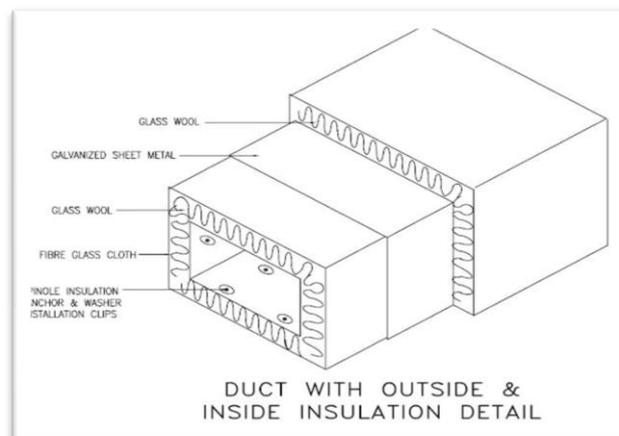
Fungsi dari *ducting* jenis ini sama dengan jenis yang pertama namun pada *ducting* ini bagian luarnya di isolasi dengan material tertentu, disesuaikan dengan kebutuhan seberapa besar kita akan mempertahankan suhu udara yang di salurkan. Biasanya *ducting* jenis ini menggunakan isolasi berMaterial *glass wool*, untuk ketebalah isolasi disesuaikan dengan kebutuhan, namun satandart yang dipakai untuk *ducting* jenis ini adalah 24 kg/m^3 dengan tebal isolasi 25mm.



Gambar 2.2 Ducting Isolasi Luar

3) *Ducting* BJLS isolasi luar dan dalam

Ducting ini di isolasi bagian luar dan dalamnya bertujuan untuk menjaga suhu udara agar dalam proses pendistribusiannya suhunya tidak berubah, selain itu juga bertujuan untuk meredam suara bising yang di diakibatkan dari unit penyalur.



Gambar 2.3 Ducting Isolasi Luar Dan Dalam.

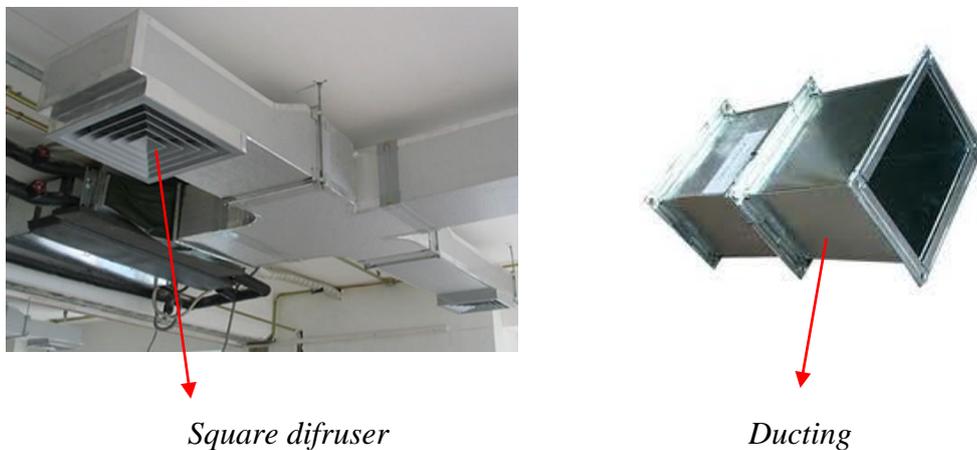
4) *Ducting* AC / saluran AC

Ducting AC adalah media penghubung antara AHU (*Air Handling Unit*) dengan ruangan yang akan dikondisikan udaranya, fungsi utama dari *ducting* adalah meneruskan udara yang didinginkan oleh AHU untuk kemudian didistribusikan ke masing-masing ruangan. Pada saluran *output ducting* biasanya terdapat *diffuser* sebagai penyebar atau mengarahkan udara.

2.1.1 Square Diffuser

Square Diffuser atau *diffuser* kotak adalah sebuah *ventilasi* untuk menyalurkan udara pada sistem HVAC dalam suatu ruangan tertentu. Produk ini bisa digunakan untuk ruangan seperti kantor, ruangan sekolah, rumah sakit, lobi pada sebuah gedung, dan lain-lain. *diffuser* kotak ini sama halnya seperti *diffuser* bulat namun hanya berbeda bentuknya saja, sama - sama memiliki sifat penyebaran udara secara merata pada ruangan yang dipasang HVAC.

Produk ini terbuat dari Material utama *Alumunium* dengan penyelesaian *Natural Anodized* ataupun dengan *Alumunium* ditambah *Powder Coating*, dengan metoda *ekstruksi*, sesuai permintaan pesanan. Dengan itu produk ini bisa awet, tidak mudah karat.



Gambar 2.4 *Square Diffuser Dan Ducting*

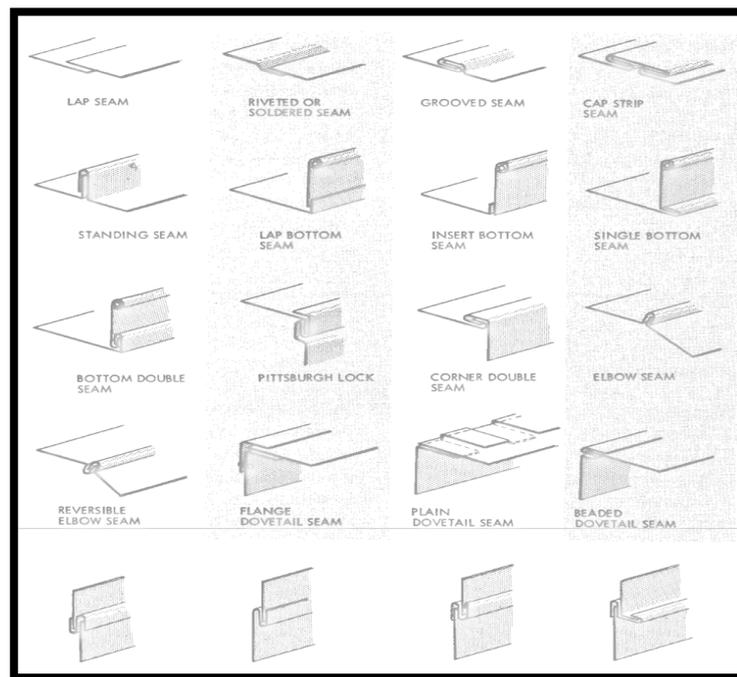
Proses pembuatan *square difuser* khususnya pada penyambungan bagian siku (Yang Membentuk Kotak Seperti *Frame*) dilakukan dengan menggunakan *press tool*, karena dirasa cukup efektif dibandingkan dengan menggunakan las titik.

2.2 Metoda Penyambungan

Penyambungan logam adalah suatu proses yang dilakukan untuk menyambung 2 (dua) bagian logam atau lebih. Penyambungan bagian-bagian logam ini dapat dilakukan dengan berbagai macam metoda sesuai dengan kondisi dan Material yang digunakan. Setiap metoda penyambungan yang digunakan mempunyai keuntungan tersendiri dari metoda lainnya, sebab metoda penyambungan yang digunakan pada suatu konstruksi sambungan harus disesuaikan dengan kondisi yang ada, hal ini mengingat efisiensi sambungan.

2.2.1 Sambungan Lipat

Sambungan pelat dengan lipatan ini sangat baik digunakan untuk konstruksi sambungan pelat yang berbentuk lurus dan melingkar. Ketebalan pelat yang baik disambung berkisar di bawah 1 (satu) mm, sebab untuk penyambungan pelat yang mempunyai ketebalan di atas 1 mm akan menyulitkan untuk proses pelipatannya. Proses penyambungan pelat dengan metoda pelipatan ini dapat dilakukan secara manual di atas landasan-landasan pelat dan mesin- mesin pelipat.



Gambar 2.5 Sambungan Lipat

Jenis-jenis sambungan pelat ini diantaranya:

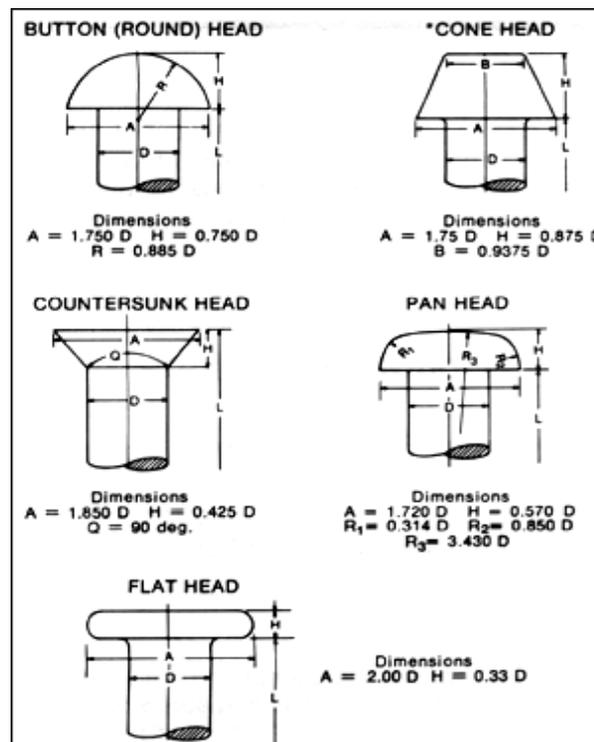
- a. Sambungan berimpit (*lap seam*)
- b. Sambungan berimpit dengan solder (*soldered seam*)
- c. Sambungan lipat (*grooved seam*)
- d. Sambungan bilah (*cap strip seam*)
- e. Sambungan tegak (*standing seam*)
- f. Sambungan alas luar (*lap bottom seam*)
- g. Sambungan alas dalam (*insert bottom seam*)
- h. Sambungan alas tunggal (*single bottom seam*)
- i. Sambungan alas ganda (*double bottom seam*)

- j. Sambungan sudut ganda (*corner double seam*)
- k. Sambungan siku (*elbow seam*)
- l. Sambungan siku timbal balik (*reversible elbow seam*)
- m. Sambungan sudut tepi (*flange dovetail seam*)

2.2.2 Sambungan Keling

A. Sambungan Keling Biasa (*Rivet*)

Riveting adalah suatu dari metoda penyambungan yang sederhana. Penggunaan metoda penyambungan dengan *riveting* ini sangat baik digunakan untuk penyambungan pelat-pelat aluminium, sebab plat plat aluminium ini sangat sulit *disolder* atau dilas. Dari metoda-metoda lain yang digunakan untuk proses penyambungan aluminium metoda *riveting* inilah yang sangat sesuai digunakan, dan mempunyai proses pengerjaan yang mudah dilakukan.



Gambar 2.6 Sambungan Rivet

B. Paku Tembak (*Blind Rivet Spesial*)

Rivet spesial adalah *rivet* yang pemasangan kepala bawahnya tidak memungkinkan menggunakan *bucking bar*. Penggunaan *rivet* jenis ini dikarenakan terlalu sulit kondisi tempat pemasangan *bucking bar* pada sisi *shop headnya*, sehingga sewaktu pembentukan kepala shopnya tidak dapat menggunakan *bucking bar*. Dari kenyataannya inilah diperlukan *rivet spesial* yang pemasangan hanya dilakukan pada salah satu sisi saja. Kekuatan *rivet spesial* ini tidak sepenuhnya diperlukan dan *rivet* tipe ini lebih ringan beratnya dari *rivet-rivet* yang lain. *Rivet spesial* diproduksi oleh pabrik dengan karakteristik tersendiri. Demikian pula untuk pemasangan dan pembongkarannya memerlukan peralatan yang khusus atau spesial. Komposisi *rivet spesial* ini mengandung 99,45 % aluminium murni, sehingga kekuatannya tidak menjadi faktor utama.

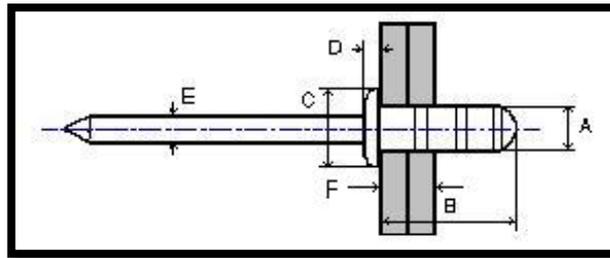
1. Pemasangan *Rivet Spesial*

Prosedur awal pemasangan *rivet spesial* ini sama halnya dengan pemasangan *rivet* lainnya. Tetapi pada pemasangan *rivet spesial* ini menggunakan alat yakni tang penembak *rivet* (*gun rivet*).

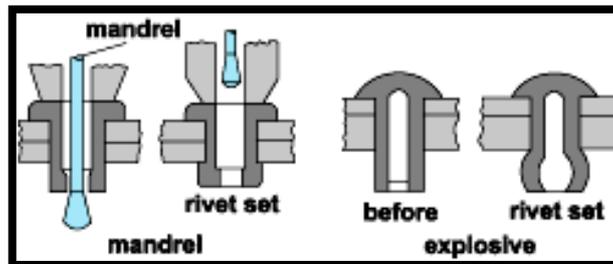
Pada gambar di bawah berikut dapat dilihat pemasangan *rivet* ini.



Gambar 2.7 *Gund Blind Rivet*



Gambar 2.8 Pemasangan Paku Tembak



Gambar 2.9 Proses Pemasangan

- Langkah awal pemasangan *rivet* ini adalah dengan mengebor terlebih dahulu kedua pelat yang akan disambung
- Lubang dan penggunaan mata bor disesuaikan dengan diameter rivet yang digunakan.
- Bersihkan serpihan bekas pengeboran pada pelat.
- Masukan rivet diantara kedua pelat .
- Tarik *rivet* dengan memasukan inti *rivet* pada penarik yang ada di *gun rivet*.
- Penarikan dilakukan dengan menekan tangkai gun secara berulang-ulang sampai inti *rivet* putus.

2.2.3 *Clinching Metode*

Clinching (Interlock Mekanik) adalah metode penggabungan bagian logam yang berbeda (terutama lembaran) dengan memanfaatkan deformasi lokal tanpa menggunakan elemen tambahan. *Interlock mekanik* dengan aplikasi teknik *clinching* secara skematis diperlihatkan pada **Gambar 2.10**. Selama *clinching*, *punch* menekan dua lembaran yang berhimpitan terhadap rongga *dies* dan reaksi dari tekanan tersebut deformasi membentuk kuncian yang saling mengikat dan mengunci lembar pelat.

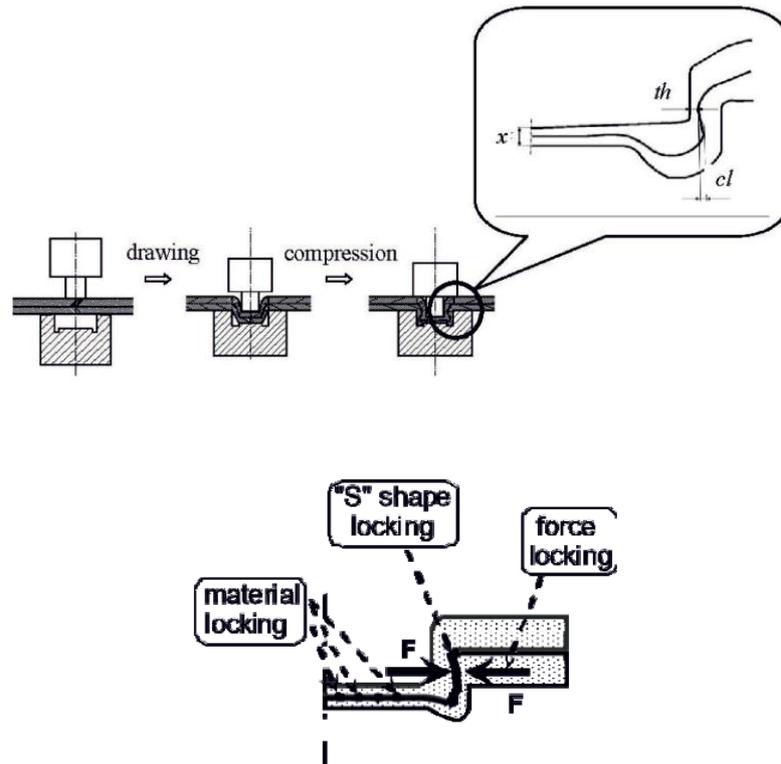


Fig. 2. The mechanisms of locking of joining parts during clinching process

Gambar 2.10 Mekanisme Penggabungan Pelat Dengan Clinching

2.3 Press Tool

Press tool adalah suatu alat bantu pembentukan atau pemotongan produk dari Material dasar lembaran yang pengoperasiannya menggunakan mesin *press*. *Press tool* dapat diaplikasikan untuk pembuatan produk dengan jumlah *part* yang banyak dan memerlukan waktu produksi yang cepat.

Pertimbangan Penggunaan *Press Tool* :

- a. Jumlah produk yang dihasilkan banyak (massal).
- b. Keseragaman bentuk dan ukuran produk.
- c. Waktu produksi yang singkat.
- d. Penghematan biaya operator yang terlibat.
- e. Menurunkan harga produk. Produktifitas tinggi.

2.3.1 Klasifikasi *Press Tool*

Ditinjau dari prinsip kerjanya, *press tool* dapat diklasifikasikan menjadi tiga jenis yaitu :

- 1) *Simple Tool*

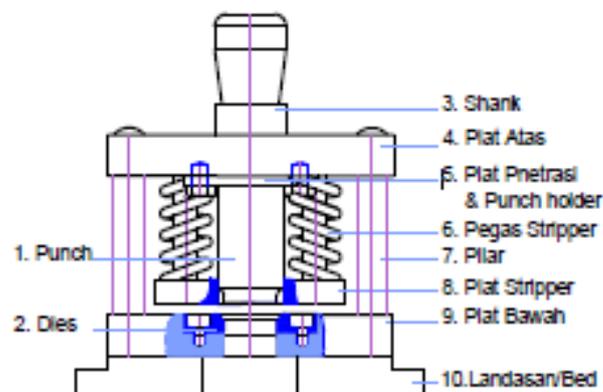
Simple Tool adalah perkakas tekan sederhana yang dirancang hanya melakukan satu jenis pekerjaan pada satu stasiun kerja. Dalam operasinya hanya satu jenis pemotongan atau pembentukan yang dilakukan, misalnya *Blanking* atau *bending* saja.

Keuntungan *simple tool*:

1. Dapat melakukan proses pengerjaan tertentu dalam waktu yang singkat.
Kontruksinya *relatif* sederhana sehingga mudah proses pembuatannya.
2. Menghasilkan kualitas produk lebih terjamin
3. Mudah di *assembling*
4. Harga alat relatif murah

Kerugian *Simple Tool*:

1. Hanya mampu melakukan proses-proses pengerjaan untuk produk yang sederhana sehingga untuk jenis pengerjaan yang rumit tidak dapat dilakukan oleh jenis *Press Tool* ini.
2. proses pengerjaan yang dapat dilakukan hanya satu jenis saja.



Gambar 2.11 *Simlpe Press Tool*

2) ***Compound Tool***

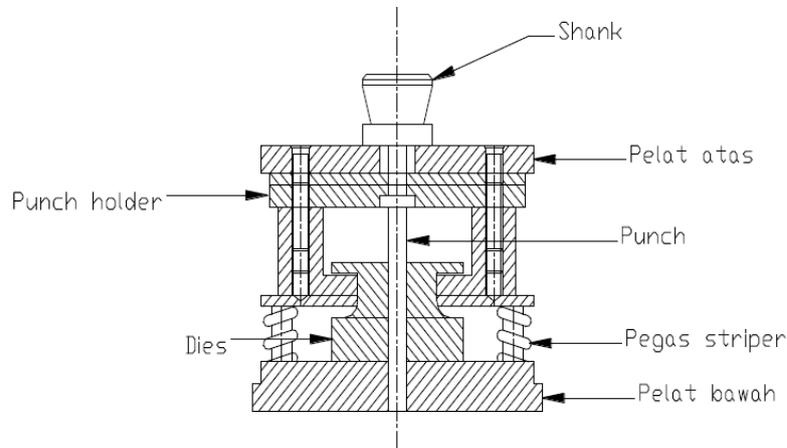
Compound Tool atau perkakas tekan gabungan adalah perkakas yang dirancang untuk melakukan dua atau lebih jenis pekerjaan dalam satu stasiun kerja, atau mengerjakan satu jenis pekerjaan pada setiap Station. Pemakaian jenis alat ini juga mempunyai keuntungan dan kerugian. Keuntungan *Compound Tool* :

1. Dapat melakukan beberapa proses pengerjaan dalam waktu yang bersamaan pada *Station* yang sama.
2. Dapat melakukan pekerjaan yang lebih rumit.
3. Hasil produksi yang dicapai mempunyai ukuran yang teliti.

Kerugian *Compound Tool* :

1. Konstruksi dies menjadi lebih rumit.

2. Terlalu sulit untuk mengerjakan material yang tebal.
3. Dengan beberapa proses pengerjaan dalam satu Station menyebabkan perkakas cepat rusak.



Gambar 2.12 *Compound Tool*

3) *Progressive Tool*

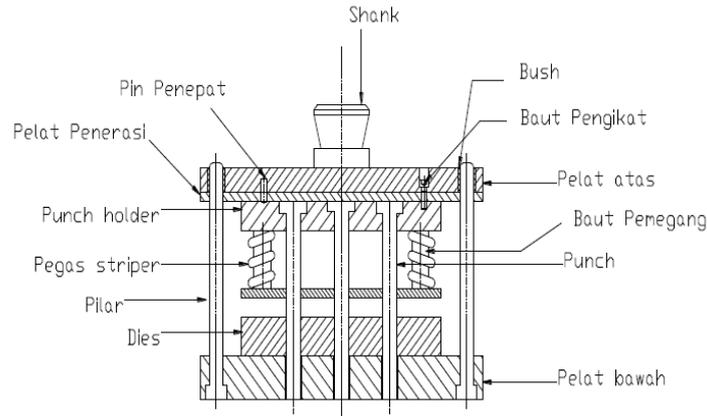
Progressive Tool atau perkakas tekan adalah perkakas yang dirancang untuk melakukan sejumlah operasi pemotongan atau pembentukan dalam beberapa stasiun kerja. Pada setiap langkah penekanan menghasilkan beberapa jenis pengerjaan dan setiap stasiun kerja dapat berupa proses pemotongan atau pembentukan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

Keuntungan *Progressive Tool* :

1. Dapat memproduksi bentuk produk yang lebih rumit.
2. Waktu pengerjaan bentuk produk yang rumit lebih cepat.
3. Proses produksi lebih efektif.
4. Dapat melakukan pemotongan bentuk yang rumit pada langkah yang berbeda.

Kerugian *progressive tool*:

1. Ukuran alat lebih besar bila dibandingkan *Simple Tool* dan *Compound Tool*.
2. Biaya perawatan besar.
3. Harga relatif lebih mahal karena bentuknya rumit.
4. Lebih sulit proses *Assembling*.



Gambar 2.13 *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 kompleks bentuk produk maka semakin banyak komponen dan station kerja dari *Press Tool* sehingga biasanya lebih baik menggunakan *Progressive Tool*.

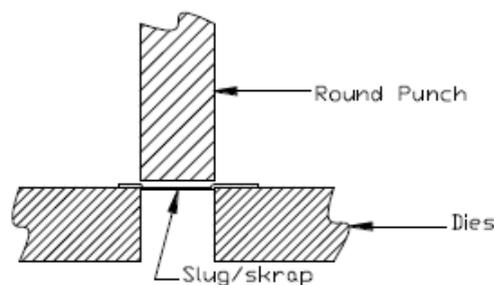
2.3.2 Bentuk Dan Proses Pengerjaan Pada *Press Tool*

1. *Cutting Tool*

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. *Pierching*

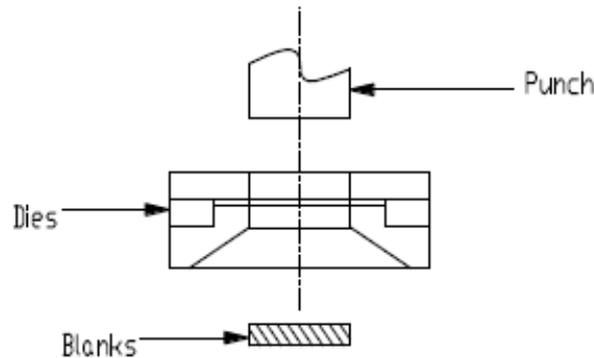
Pierching adalah proses pemotongan material oleh *Punch* dengan prinsip kerjanya sama dengan proses *Blanking*, namun seluruh sisi potong *Punch* melakukan proses pemotongan. Proses *Pierching* adalah proses pembuatan lubang melalui penekanan *Punch* pada material.



Gambar 2.14 *Proses Pierching*

b. *Blanking*

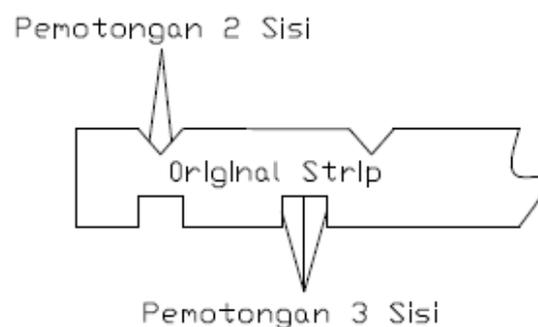
Merupakan proses pengerjaan material dengan tujuan mengambil hasil produksi yang sesuai dengan *Punch* yang digunakan untuk menembus atau dengan sistem langkah penekanan. Pada umumnya proses ini dilakukan untuk membuat benda kerja dengan cepat dan berjumlah banyak dengan biaya murah.



Gambar 2.15 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.

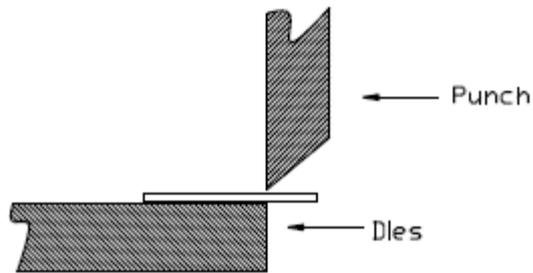


Gambar 2.16 Proses *Notching*

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.

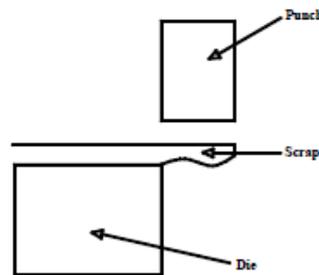
Biasanya proses ini digunakan pada pengerjaan bentuk-bentuk yang tidak rumit atau bentuk material yang sederhana.



Gambar 2.17 Proses *Parting*

e. *Shaving*

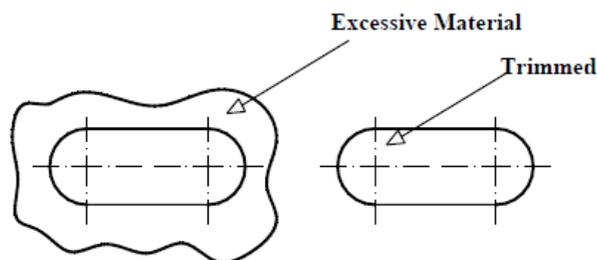
Shaving merupakan proses pemotongan material dengan sistem mencukur, dengan maksud untuk menghaluskan permukaan hasil proses *Blanking* atau *Piercing* guna mendapatkan ukuran teliti dari hasil pemotongan yang sudah dilakukan terlebih dahulu.



Gambar 2.18 Proses *Shaving*

f. *Trimming*

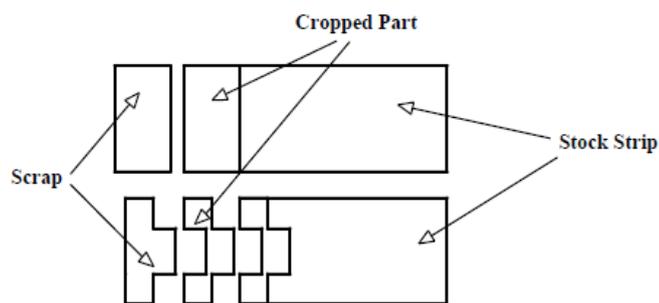
Trimming adalah merupakan proses pemotongan material sisa, guna mendapatkan *Finishing*, ini digunakan untuk memotong sisa penarikan dalam maupun benda hasil penguangan.



Gambar 2.19 Proses *Trimming*

g. *Cropping*

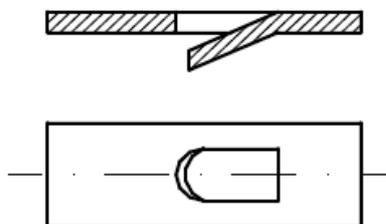
Cropping adalah merupakan proses pemotongan material atau benda kerja tanpa meninggalkan sisa. Proses yang terjadi pada *Cropping* ini sama dengan proses yang terjadi pada *Blanking*, akan tetapi dalam *Cropping* tidak ada bagian yang tertinggal. Benda kerja akan terpotong dan cenderung sudah mempunyai 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 2.20 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 2.21 Proses *Lanzing*

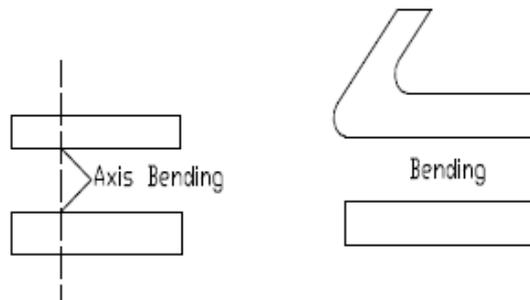
2. ***Forming Tool***

Forming Presstool adalah *tool* yang digunakan untuk membentuk pelat lembaran. Jenis-jenis proses pembentukan yang menggunakan *tool* tersebut adalah *bending* (*Lbending*, *U-bending*, *V-bending*), *flanging*, *stamping (coining)*, *semi-piercing*, *drawing*

(*deep drawing, embossing, collar drawing, stretching*), *crimping* dan *curling*. Adapun yang akan dibahas lebih lanjut dalam poin ini adalah proses *deep drawing*.

a. Bending

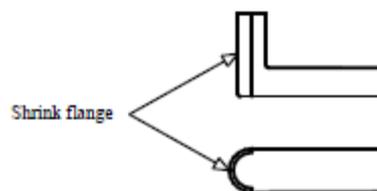
Proses bending merupakan proses pembengkokan material sesuai dengan yang dikehendaki. Proses pembendungan dapat dilakukan pada proses dingin ataupun pada proses panas. PerMaterial yang terjadi pada proses ini hanya bentuknya saja namun volume material yang dibending adalah tetap.



Gambar 2.22 Proses *Bending*

b. *Flanging*

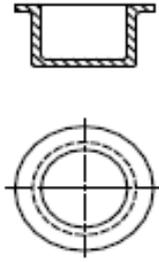
Flanging adalah proses yang menyerupai proses bending hanya perbedaanya terletak pada garis bengkok yaitu bukan merupakan garis lurus namun merupakan radius. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2.23 Proses *Flanging*

c. *Deep Drawing*

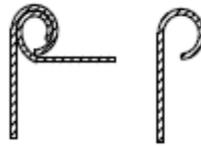
Deep Drawing merupakan proses penekanan benda yang diinginkan dengan kedalaman cetakan sampai batas deformasi plastis. Tujuannya adalah untuk memperoleh bentuk tertentu dan biasanya tebal material akan berubah setelah proses ini. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2.24 Proses *Deep Drawing*

d. *Curling*

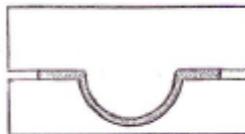
Merupakan pembentukkan profil (menggulung dan melipat) yang dilakukan pada salah satu ujung material.



Gambar 2.25 *Curling*

e. *Embossing*

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



Gambar 2.26 *Embossing*

2.3.3 Prinsip Kerja Alat

Press Tool digunakan untuk memotong logam dengan cara penekanan. Secara operasional *Press Tool* ini dapat bekerja sebagai alat potong ataupun sebagai pembentukan pelat atau lembaran yang dikehendaki. *Press Tool* berfungsi memproduksi ratusan atau ribuan dari komponen yang sama dalam waktu yang relatif singkat. Pada *Press Tool* ini terjadi proses pengerjaan pembentukan. Adapun prinsip kerjanya adalah :

1. *Clamp press tool* pada bagian atas dan bawah mesin press yang akan digunakan.

2. Pelat profil alumunium dimasukkan kedalam penepat pada *press tool*.
3. Mesin press terus bergerak turun dan tetap ditekan secara manual sehingga membuat *Punch* dapat membentuk lembaran pelat dengan ukuran yang telah ditentukan. Setelah selesai *Punch* akan bergerak ke atas, kembali ke posisi semula dan ambil produk yang telah di press untuk di putar ke sudut berikutnya sehingga membentuk persegi yang sempurna
4. Pastikan ketinggian *ring setting* sesuai dengan kedalaman penetrasi *punch* yang diinginkan.

2.3.4 Pemilihan Material

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

Pemilihan material sangat sesuai akan sangat menunjang keberhasilan pembuatan rancang bangun dan perencanaan tersebut. Material yang akan diproses harus memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan pada desain produk, dengan sendiriannya sifat-sifat material akan sangat menentukan proses pembentukan.

Faktor Pemilihan Material :

adapun hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan material dalam pembuatan suatu alat adalah :

1. kekuatan material
kekuatan meterial adalah kemampuan material yang dipergunakan untuk menahan beban yang mempunyai kekuatan tarik dan beban lentur.
2. Kemudahan mendapatkan material
Dalam perencanaan ini diperlukan pertimbangan apakah material yang diperlukan ada dan mudah didapatkan. 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 berproduksi dengan cepat pula.
3. Fungsi dari material

Dalam pembuatan perencanaan peralatan 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 Material relatif murah

Untuk membuat komponen yang direncanakan maka diusahakan agar material yang digunakan untuk komponen tersebut harganya semurah mungkin dengan tidak mengurangi atau menekan biaya 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 menghentikan biaya produksi.

6. Kemudahan proses produksi

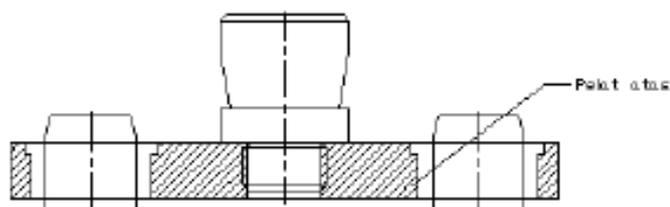
Kemudahan dalam proses produksi sangat penting dalam pembuatan suatu komponen karena jika material sulit untuk dibentuk maka akan memakan banyak waktu untuk memproduksi material tersebut, yang akan menambah biaya produksi.

2.3.5 Pemilihan Material Komponen *Simple Tool*

Berdasarkan faktor-faktor pemilihan material maka pada komponen *simple Tool* harus dipilih Material yang sesuai, adapun komponen-komponen tersebut antarlain :

1. Pelat Atas

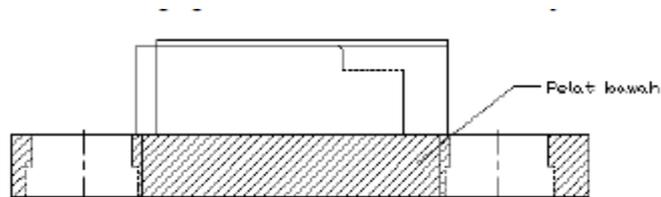
Menurut Budiarto, pelat atas merupakan tempat dudukan dari komponen-komponen bagian atas, seperti *Shank*, *Bush* dan pelat penetrasi. Pada saat proses pengerjaan berlangsung pelat atas akan menerima tekanan oleh karena itu dipilih Material St 42 dengan kekuatan tarik min 420 N/mm². Material ini dapat dikerjakan dan mudah didapatkan dipasaran.



Gambar 2.27 Pelat Atas

2. Pelat Bawah

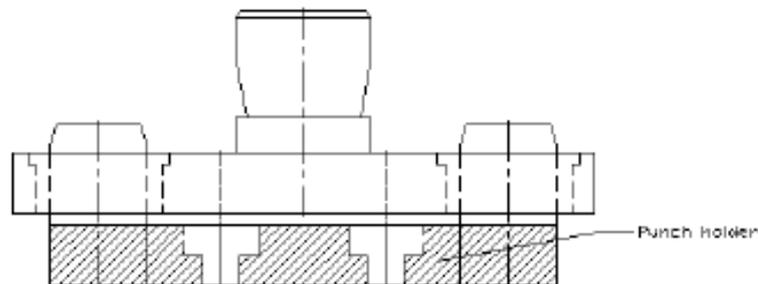
Menurut Budiarto Pelat bawah merupakan duduka dari Dies dan tiang pengarah. Material Pelat bawah dipilih St 42, karena Material ini memiliki tegangan tarik 420 N/mm² dan mudah dikerjakan.



Gambar 2.28 Pelat Bawah

3. Punch Holder

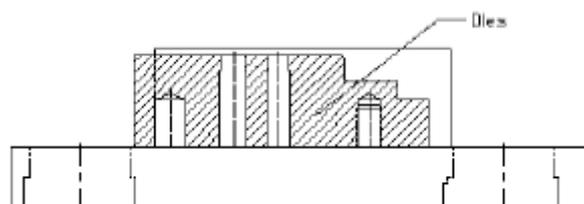
Menurut Budiarto pelat pemegang *Punch* sebagai tempat kedudukan *Punch* agar posisi *Punch* kokoh dan mantap pada tempatnya. Pelat pemegang *Punch* akan mengalami tegangan permukaan terhadap *Punch*, sehingga dipilih Material St 42 dengan kekuatan tarik 42 N/mm².



Gambar 2.29 Punch Holder

4. Dies

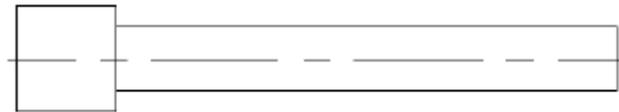
Menurut Budiarto, *Dies* terikat pada pelat bawah dan berfungsi sebagai pemotong dan sekaligus sebagai pembentuk. Pada perencanaan alat bantu produksi ini untuk *Dies* dipilih Material Amuntits.



Gambar 2.30 Dies

5. *Punch*

Menurut Budiarto *Punch* merupakan bagian yang melakukan proses pemotongan dan pembentukan pada *Stripper* sesuai dengan pasangan pada *Dies*. Material yang dipilih yaitu baja dengan kandungan karbon minimal 0,02% Yang mempunyai kekuatan tarik 60 Kg/mm² yang dikeraskan supaya material memiliki daya potong yang lebih keras dan tajam.



Gambar 2.31 Punch

6. *Pillar*

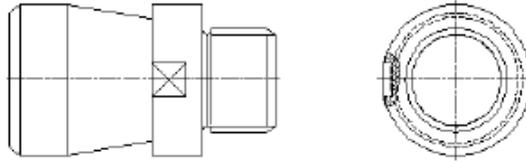
Menurut Budiarto, *Pillar* adalah tiang yang berfungsi untuk mengarahkan *Punch* dan *Dies* agar tidak bersinggungan. Apabila hal ini terjadi maka *punch* dan *dies* akan cepat rusak. Selain sebagai pengarah, *pillar* juga berfungsi sebagai penyangga bagian atas dengan bagian bawah. Untuk itu material yang dipilih adalah St 42 dengan tegangan tarik 420 N/mm².



Gambar 2.32 Pillar

7. *Shank*

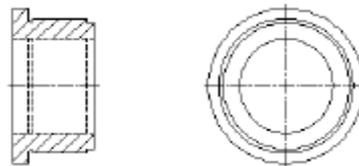
Menurut Budiarto, *Shank* adalah suatu komponen alat bantu produksi yang berfungsi sebagai penghubung alat mesin penekan dengan pelat atas. *Shank* biasanya terletak pada titik berat yang dihitung berdasarkan penyebaran gaya potong dan gaya pembentukan dengan tujuan untuk menghindari tekanan yang tidak merata pada pelat atas. Dalam pemakaiannya *shank* akan mengalami beban dinamis, sehingga Material untuk *shank* akan mengalami beban dinamis sehingga Material untuk *shank* harus aman dari beban tersebut. Untuk itu Material *shank* dipilih St 42 dengan kekuatan tarik 420 N/mm².



Gambar 2.33 *Shank*

8. *Bush*

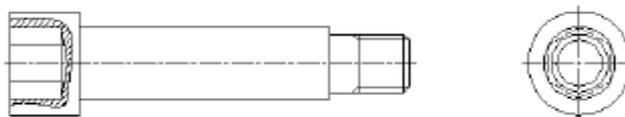
Menurut Budiarto, *Bush* berfungsi sebagai media gesek pillar pada penggerakannya selama proses pengerjaan untuk menghindari terjadinya keausan yang terlalu besar pada pillar. Material yang dipilih adalah kuningan.



Gambar 2.34 *Bush*

9. Baut Pemegang

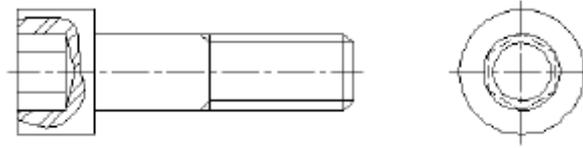
Baut pemegang berfungsi sebagai tempat meletakkan pegas stripper dan mengikat pelat stripper terhadap pelat pegas atas.



Gambar 2.35 Baut Pemegang

10. Baut Pengikat

Baut pengikat berfungsi untuk mengikat *dies* ke pelat bawah dan pelat pemegang *punch* ke pelat atas.



Gambar 2.36 Baut Pengikat

Tabel 2.1 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

11. Pin Penepat

Menurut Budiarto (2001:51), Pin penepat berfungsi untuk menepatkan *dies* pada pelat bawah dan pelat pemegang *punch* ke pelat atas, sehingga posisi dies ke pelat bawah dan posisi pada pelat pemegang *punch* ke pelat atas dapat terarah dan kokoh.

2.3.6 Perhitungan Komponen *Press Tool*

Langkah awal yang dilakukan untuk merencanakan komponen *press tool* biasanya dimulai dari adanya kebutuhan konsumen *intern* atau *ekstern*. Kebutuhan konsumen ini diterjemahkan oleh *desainer* dan dituangkan dalam bentuk sketsa atau gambar atau foto yang bertujuan untuk memperjelas bentuk geometris dan material produk yang akan dibuat. Mengingat fungsi *Press Tool* sebagai alat potong atau pembentukan yang umumnya dari plat maka perlu perhitungan gaya dan ukuran yang sesuai guna menjaga supaya alat ini aman dan tahan lama, menghasilkan kualitas produk yang seragam dan *effisien*.

2.4 Proses Pemesinan

Proses pemesinan adalah proses perlakuan material logam (benda kerja) untuk mendapatkan dimensi, bentuk yang diinginkan. Ada beberapa proses pemesinan, diantaranya :

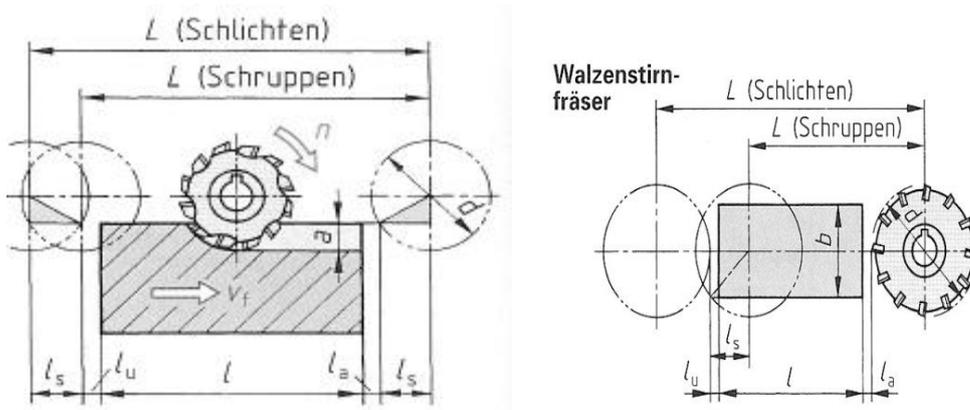
- a. Proses *Frais*
- b. Proses Bubut

- c. Proses Bor
- d. Proses Gerinda
- e. Proses Wirecut

2.4.1 Proses Milling

Milling adalah sebuah proses penyayatan benda kerja dengan prinsip kerja alat potong berputar pada sumbunya dan benda kerja bergerak *linear*. Ada dua gerakan pada proses *frais* :

- a. *Frais* muka
- b. *Frais* sisi



Gambar 2.38 *Frais* Muka Dan *Frais* Sisi.

Dalam penentuan waktu proses *frais* (*cutting time*) dibutuhkan perhitungan-perhitungan dengan rumus-rumus sebagai berikut :

$$n = \frac{V_c \times 1000}{\pi \times d}$$

$$L = d + l + l_a + l_u$$

Keterangan :

n = kecepatan putar *cutter* (rpm)

d = diameter pisau *frais* (mm)

s_z = *feeding* tiap gigi

z = jumlah gigi

s = *feeding* (mm/put)

u = kecepatan pergeseran meja (mm/min)

l = panjang benda kerja (mm)

l_a, l_u, l_s = jarak bebas pisau *frais* (mm)

L = panjang total pengerjaan (mm)

i = banyaknya pemakanan

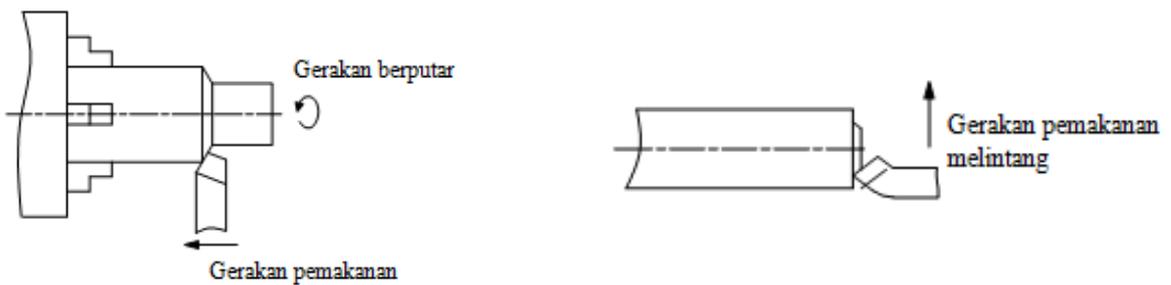
th = waktu permesinan (menit)

(*Tabellenbuch Metall, Verlag Europa-Lehrmittel, hal 189*)

2.4.2 Proses Bubut

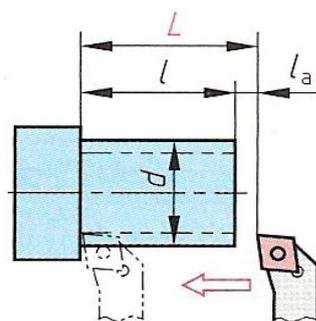
Membubut adalah proses penyayatan benda kerja dengan prinsip benda kerja berputar pada sumbunya dan pahat bergerak mendatar benda kerja sehingga terjadi pemotongan. Gerakan proses bubut ada tiga :

1. Gerakan pengumpanan
2. Gerakan berputar
3. Gerakan pemakanan



Gambar 2.39 Gerakan Proses Bubut

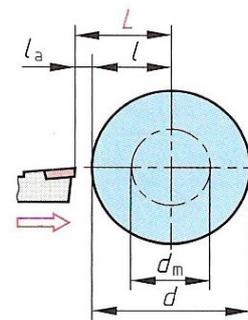
Gerakan pengumpanan adalah gerakan mengambil langkah sebelum pemakanan terjadi. Untuk gerakan pengumpanan gerakannya mirip dengan gerakan pemakanan melintang. Dalam penentuan waktu proses bubut (*cutting time*) dibutuhkan perhitungan-perhitungan dengan rumus-rumus sebagai berikut :



Gambar 2.40 Bubut Bertingkat

$$L = l + l_a$$

$$d = \frac{d + d_1}{2}$$



Gambar 2.41 Bubut Muka

$$L = l + l_a$$

$$d = \frac{d}{2}$$

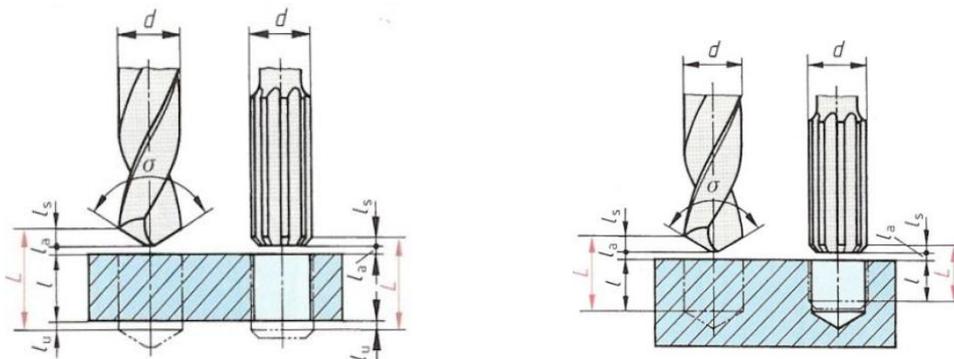
- $n = \frac{V_c \times 1000}{\pi \times d} = (\text{put/min})$
- $th = \frac{L \times i}{s \times n} = (\text{Menit})$

Keterangan :

- n = kecepatan putar benda kerja (rpm)
- d = diameter benda kerja (mm)
- s = *feeding* (mm/put)
- l = panjang benda kerja yang dibubut (mm)
- l_a = panjang bebas pahat bubut (mm)
- L = panjang total pengerjaan (mm)
- i = banyaknya pemakanan
- th = waktu pemesinan (menit)
- V_c = cutting speed (m/min)

2.4.3 Proses Drilling

Drilling adalah proses pembuatan lubang *silindris* (tembus atau tak tembus) pada benda kerja dengan prinsip kerja mata bor berputar pada sumbunya bergerak naik turun dan benda kerja tercekam (tidak bergerak). Dalam penentuan waktu proses bor (*cutting time*) dibutuhkan perhitungan-perhitungan dengan rumus-rumus sebagai berikut :



Gambar 2.42 Bor Tembus Dan Bor Tak Tembus.

$$l_s = 0,3 \cdot d \text{ untuk bor sudut } 118^\circ$$

$$l_s = 0,6 \cdot d \text{ untuk bor sudut } 80^\circ$$

$$l_s = 0,2 \cdot d \text{ untuk bor sudut } 140^\circ$$

Keterangan :

- n = kecepatan putar mata bor (rpm)
- d = diameter bor (mm)
- s = *feeding* (mm/put)

$$n = \frac{V_c \times 1000}{\pi \times d}$$

$$L = l + l_a + l_u + l_s$$

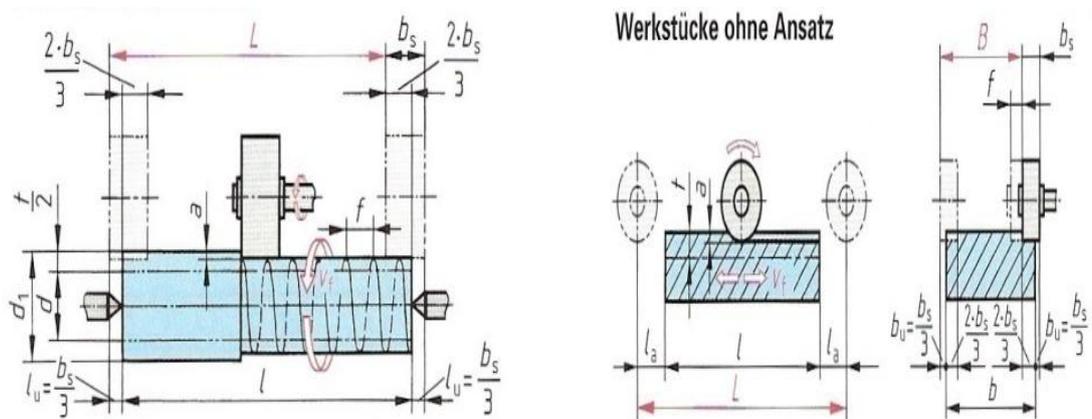
$$th = \frac{L \times i}{s \times n}$$

- l = panjang benda kerja yang akan di bor (mm)
- la, lu = panjang bebas bor (mm)
- L = panjang total pengerjaan (mm)
- I = banyaknya pemakanan
- th = waktu pemesinan (menit)
- Vc = *cutting speed* (m/min)

2.4.4 Proses Gerinda

Gerinda adalah proses pemotongan atau pengasahan logam. Roda gerinda mempunyai beribu-ribu sisi-sisi potong yang sangat kecil sebagai pengganti sisi potong yang lebar dari pisau-pisau potong yang berputar. Gerinda datar digunakan untuk proses pemotongan pengasahan benda kerja yang datar. Sedangkan gerinda silinder digunakan untuk proses pemotongan pengasahan benda kerja silinder.

Setiap roda gerinda mengandung dua komponen yaitu *abrasive* yang bekerja sebagai pemotong atau pengasah, dan bond sebagai perekat yang mengikat butiran-butiran tersebut. Biasanya proses penggerindaan datar ini dilakukan pada proses pemesinan terakhir, sebagai *finishing* dan untuk mencapai ukuran dengan toleransi tertentu.



Penggerindaan Selindris

Penggerindaan Datar

Gambar 2.43 Proses Gerinda

Dalam penentuan waktu proses gerinda (*cutting time*) dibutuhkan perhitungan-perhitungan dengan rumus-rumus sebagai berikut :

$$th = \frac{L \times i}{s \times n}$$

$$th = \frac{B \times i}{s \times n}$$

th = waktu pemesinan

L = panjang yang digerinda

s = sorong per putaran (mm)

n = putaran per menit benda kerja (rpm)

i = banyaknya pemotongan

a = Kedalaman pemotongan (mm)

th = waktu pemesinan

B = lebar benda kerja yang akan digerinda

n = jumlah langkah per menit (1/menit)

s = sorong per langkah (mm)

i = banyaknya pemotongan

a = kedalaman pemotongan (mm)

2.4.5 Proses Wirecut

Proses permesinan *wirecut* merupakan proses permesinan dengan menggunakan proses erosi yang dihasilkan dari perbedaan potensial lewat sebuah kawat. *Elektrodanya* adalah sebuah kawat gulungan yang terus berputar dan berganti selama proses permesinan berlangsung. Selama proses erosi, kawat selalu berganti dan berputar agar pada setiap erosi kawat yang digunakan selalu baru dan tidak putus. Kawat yang digunakan bisa terbuat dari tembaga, *brass*, *zink*, dll.

Terdapat 5 fungsi gerakan pada mesin wire cut, yaitu :

1. Fungsi *central control*

Fungsi ini mengatur komunikasi antara operator dengan mesin serta berbagai macam elemen pada mesin atau *cabinet*. Fungsi ini terdiri dari :

- a. *Central unit*
- b. *Central memori*
- c. *Disk drive*
- d. *Keyboard dan screen*
- e. Pilihan komunikasi
- f. *Power supply* mesin
- g. *Remote penggerak axis*

2. Fungsi *dielektrikum*

Yaitu sebagai media terjadinya proses lonjakan listrik akibat perbedaan potensial.

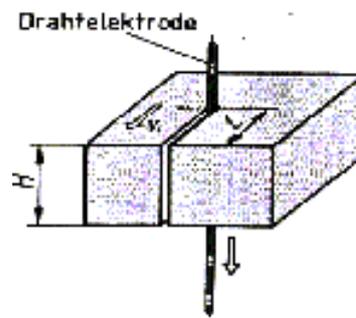
3. Fungsi posisi

Fungsi ini mengatur pergerakan mesin baik secara manual maupun otomatis. Terdapat 5 axis, yaitu : X, Y, Z, U, dan V.

4. Fungsi pergerakan kawat

Fungsi ini berhubungan dengan gerakan kawat pada saat proses machining.

5. Fungsi *Erosi*
6. Fungsi *Erosi* adalah fungsi primer dari mesin *Wirecut*. Fungsi ini memberikan lompatan bunga api yang diperlukan proses *machining*. Secara *visual* terdiri dari :
 - 1) Panel yang mengontrol *generator*
 - 2) Kabel pensuplai arus pada kawat
 - 3) Kabel *head* yang terletak pada *cabinet*
 - 4) Kabel *ground*
 - 5) *Upper and Lower Contact*



Gambar 2.44 Proses *Wirecut*

$$th = \frac{L}{V_f}$$

Keterangan :

- th = waktu pemesinan (menit)
V_f = kecepatan potong (mm/min)
L = panjang pemotongan (mm)
H = tebal benda kerja (mm)
T = toleransi (μm)

2.5 Heat Treatment

Heat treatment / perlakuan panas adalah suatu proses mengubah sifat logam dengan cara mengubah struktur mikro melalui proses pemanasan dan pengaturan kecepatan pendingin dengan atau tanpa merubah komposisi kimia atau logam yang bersangkutan. Tujuan perlakuan panas untuk menghasilkan sifat – sifat logam yang diinginkan.

PeruMaterial sifat logam akibat proses perlakuan panas dapat mencakup keseluruhan bagian dari logam atau sebagian dari logam . Ada beberapa proses pada *heat treatment*, yaitu :

1. *Hardening*

Proses ini berguna untuk memperbaiki kekerasan dari baja tanpa dengan mengubah komposisi kimia secara keseluruhan. Proses ini mencakup proses pemanasan sampai pada *austenisasi* dan diikuti oleh pendinginan dengan kecepatan tertentu untuk mendapatkan sifat – sifat yang diinginkan. Temperatur yang dipilih tergantung pada jenis baja yang diproses. Berikut tabel *estimasi* waktu dari proses *hardening* :

Tabel 2.3 *Estimasi Dan Waktu Proses Hardening*

Tebal Material yang di proses	Waktu Proses
1/8" (3,175mm)	30 <i>minutes</i>
1/4" (6,350mm)	40 <i>minutes</i>
1/2" (12,70mm)	50 <i>minutes</i>
3/4" (19,05mm)	55-60 <i>minutes</i>
1" (25mm)	60 <i>minutes</i>
1 1/2" (38mm)	90 <i>minutes</i>

2. *Quenching*

Proses pendinginan bermacam – macam tergantung pada kecepatan pendinginan dan media *quenching* yang dikehendaki. Untuk pendinginan yang cepat akan didapatkan sifat logam yang keras dan getas sedangkan untuk pendinginan yang lambat akan didapatkan sifat yang lunak dan ulet.

3. *Tempering*

Proses perlakuan panas yang bertujuan untuk mendapatkan kekerasan optimum dari logam yang telah dilakukan proses perlakuan panas dan media *quenching*. Proses ini juga berfungsi sebagai penetralisir tegangan dalam gaya tarik molekul – molekul di dalamnya yang diakibatkan proses pendinginan yang cepat.

2.6 Perakitan (*Assembling*)

Perakitan adalah kegiatan yang menggabungkan beberapa komponen menjadi suatu produk yang utuh. Penentuan urutan perakitan biasanya ditentukan oleh seorang ahli. Pada

kasus manufaktur keputusan dibuat oleh *engineering*. Perakitan dilakukan berdasarkan konstruksi yang telah ditentukan sebelumnya, dan *drawing assembling* menjadi acuan pada saat proses perakitan.

2.7 Operation Plan (OP)

Operation plan adalah suatu rencana proses pengerjaan benda kerja yang berisikan tahapan-tahapan proses pemesinan. *Operation plan* bertujuan untuk menghindari kesalahan-kesalahan dalam tahapan pengerjaan yang dapat menyebabkan pemborosan biaya maupun waktu pengerjaan.

2.7.1 Pertimbangan Dalam Pembuatan Operation Plan

Ada beberapa pertimbangan yang harus diperhatikan dalam pembuatan *operation plan*, diantaranya :

1. Menentukan urutan langkah pengerjaan dalam proses pemesinan
2. Dapat menentukan metoda pencekaman, kualitas pengerjaan dan jenis mesin yang dipakai
3. Membantu langkah proses pengerjaan benda kerja
4. Mengetahui kesalahan ukuran dan Material
5. Membantu mengurangi tingkat kesalahan dalam proses pemesinan

2.7.2 Jenis-Jenis Operation Plan

1. Operation plan numbering (angka)

Pada operation plan jenis ini, setiap proses yang dikerjakan dijelaskan dengan penunjukan kode proses dan ukuran (spesifikasi) yang harus dicapai. Kode-kode proses tersebut adalah sebagai berikut:

- | | |
|-----|-----------------------------|
| 101 | Pemeriksaan benda kerja |
| 102 | Penyetingan mesin |
| 103 | Marking benda kerja |
| 104 | Cekam benda kerja |
| 105 | Proses pemakanan/pemotongan |

OP jenis ini biasa memerlukan pengerjaan proses lebih cepat dan mempunyai basic proses pemesinan yang cukup baik.

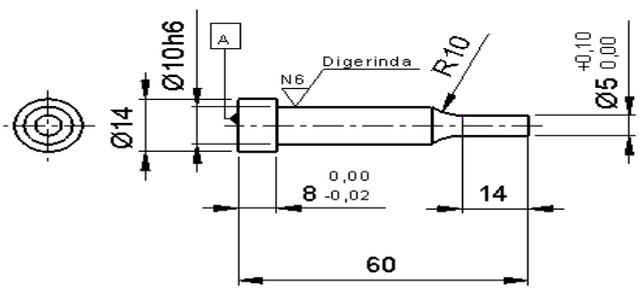
2. Operation plan visual (gambar)

Pada operation plan jenis ini, setiap proses yang dikerjakan disertai gambar proses dan ukuran (spesifikasi) yang ingin dicapai

3. Operation Plan Proses

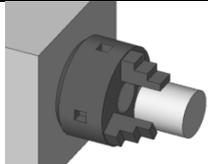
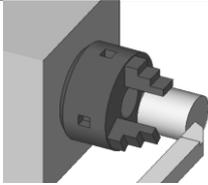
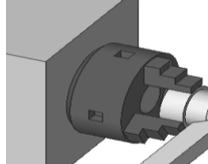
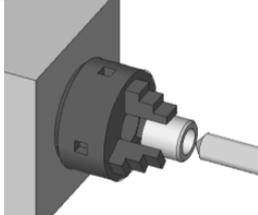
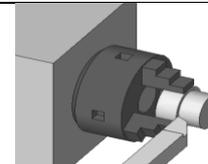
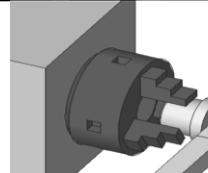
Pada operation plan jenis ini, setiap proses yang dikerjakan dijelaskan dengan urutan proses pengerjaan dan dimensi benda kerja.

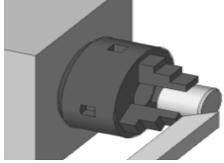
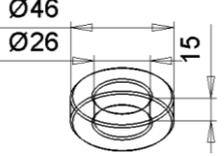
Tabel 2.4 *Operation Plan Numbering.*

OPERATION PLAN		
Nama Bagian : <i>Punch piercing</i>	Ukuran Kasar : $\varnothing 16 \times 65$ mm	
No. Bagian : -	Kekerasan : 60 - 62 HRC	
Material : 1.2510 (Amutit)	Jumlah : 2	
		
		
No	✓	Proses
101		Pelajari gambar dan periksa Material
102		<i>Setting mesin bubut</i>
104		Cekam BK dengan <i>Chuck rahang 3</i>
105	N8	Bubut <i>facing</i> $\varnothing 16 \times 64$ mm
110	N8	Bubut <i>step</i> $\varnothing 14 \times 62$ mm
115	N8	Bubut <i>step</i> $\varnothing 10,5 \times 50$ mm
120	N8	Bubut <i>step</i> $\varnothing 5,5 \times 14$ mm
125	N8	Bubut radius luar 10 mm
135		Cekam balik BK
140	N8	Bubut <i>facing</i> $\varnothing 14 \times 8$ mm
145		<i>Debured</i> sisi tajam
202		<i>Setting tungku flame hardening dan tempering</i>
205		<i>Flame Hardening-Tempering</i> hingga tercapai kekerasan 60-62 HRC
302		<i>Setting mesin gerinda silinder</i>
304		Cekam BK dengan <i>chuck rahang 3</i>
305	N6	Gerinda Silinder $\varnothing 10h6 \times 52$ mm

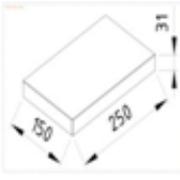
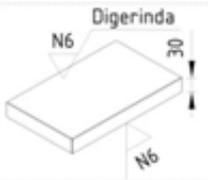
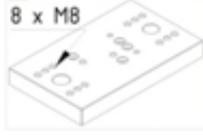
310	N6	Gerinda Silinder Ø 5 x 14,3 mm
402		Setting mesin Gerinda Datar
404		Cekam BK dengan ragum
405	N6	Gerinda Datar bagian Ø 14 hingga tingginya sejajar dengan holdernya
410	N6	Gerinda Datar bagian Ø 5 hingga tinggi BK (punch piercing) 60 mm
501		Periksa benda kerja

Tabel 2.5 *Operation Plan Visual*

NO	PROSES	VISUAL	ALAT BANTU
1.	- Pelajari gambar kerja dan periksa material		- Jangka sorong
2.	- Cekam benda kerja pada <i>chuck</i> rahang tiga		- Kunci <i>chuck</i>
3.	- Bubut <i>Facing</i> Ø 48 x 24 mm		- Pahat tepi rata
4.	- Bubut <i>Chamfer</i> 1 · 45°		- Pahat <i>chamfer</i>
5.	- Bor bertahap hingga → 26 mm - <i>Counter sink</i> lubang untuk menghilangkan sisi tajam		- <i>Center drill</i> - Mata bor → 10 mm - Mata bor → 16 mm - Mata bor → 26 mm - <i>Counter sink</i>
6.	- Bubut step Ø 46 x 16 mm		- Pahat tepi rata - Jangka sorong
7	- Cekam balik benda kerja - Bubut <i>facing</i> dan masukkan ukuran panjang 15 mm		- Pahat tepi rata - Jangka sorong

8.	- Bubut Chamfer 1 · 458		- Pahat tepi rata
9	- Check benda kerja		- Jangka sorong

Tabel 2.6 Operation Plan Proses.

NO	NAMA BAGIAN	TAHAPAN PROSES			
		FR	GD	BO	KB (TAP)
1.	PELAT ATAS  Material : ST-37 Raw Material : 255x155x35				

2.8 Mesin Press

Mesin *press* yang digunakan untuk proses operasi pembentukan bisa bermacam-macam. Dari penggerak utama dan pergerakan mejanya, Mesin *press* yang dibahas merupakan mesin *press* yang digunakan untuk proses pembentukan lembaran pelat saja, bukan mesin *press* yang dapat digunakan untuk keperluan *hot forging*, *extrusion*, maupun *sintering* serbuk logam.

Mesin Press berdasarkan jenis tenaga penggerak slide dapat diklasifikasikan ke dalam 3 jenis, yaitu Mesin Press Mekanik (*Mechanical Press*) , Mesin Press Hidrolik (*Hydraulic Press*), dan Mesin Press Pneumatik (*Pneumatic Press*)



Gambar 2.45 Mesin Press Mekanik dan Hidrolik

2.9 Waktu Non Cutting

Waktu *non cutting* adalah waktu diluar proses pemesinan, dimana *waktu non cutting* ini dapat mencakup, *setting* mesin, memasang *cutter*, dan lain-lain. Metode perhitungannya adalah:

$$\text{Waktu non cutting} = \frac{\% \text{ cutting}}{\% \text{ non cutting}} \times T_m \text{ (menit)}$$

Berikut adalah tabel peresentase dari besarnya waktu *non cutting* dalam proses pemesinan:

Tabel 2.7 Waktu Non Cutting

Proses	Waktu Non Cutting
Frais	$(T_m / 31.6 \%) \times 68.4 \%$
Gerinda	$(T_m / 40 \%) \times 60 \%$
Bor	$(T_m / 34.9 \%) \times 65.1 \%$

Keterangan : $T_m = \text{Time machining}$

(Sumber; *Proses Pemesinan, Taufik Rochim*)