

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pandangan Umum terhadap Mesin Uji Tarik

Pada suatu proses produksi dalam skala yang besar maupun skala yang kecil banyak digunakan alat bantu agar membuat proses produksi itu lebih cepat. Selain itu juga banyak alat – alat yang digunakan untuk melakukan pengujian terhadap benda atau barang yang telah dihasilkan secara massal tersebut. Pengujian ini dilakukan tidak lain agar beberapa sampel dari jumlah produksi dapat diketahui tingkat kekerasan tingkat kekuatan dan daya tahan dari barang yang dihasilkan itu agar sesuai dengan yang diinginkan.

Pengujian bahan pada barang yang dihasilkan ini memiliki peran penting terhadap barang yang dihasilkan massal tersebut. Karena jika dari beberapa sampel didapatkan barang yang memiliki sifat yang sama maka akan dipastikan barang yang lain akan memiliki sifat yang sama dengan sampel yang diambil secara acak tersebut.

2.2. *Jig & Fixture*

2.2.1 Pengertian *Jig & Fixture*

Jig adalah suatu peralatan perantara yang mengarahkan serta mengontrol alat potong selama proses kerja terhadap benda kerja pada mesin. Peralatan ini bisa menjamin ketelitian yang diinginkan dari kedudukan bagian yang akan diproses mesin. Dalam pemakaiannya, peralatan *jig* ditempatkan atau dipasang pada benda kerja yang sedang dalam proses pengerjaan di mesin. *Jig* ini sendiri dapat berupa antara lain ; *CNC, Press tool, Compound Tool, Combination Tool, Progressive Tool.*

Fixture adalah suatu alat perantara yang bisa mencekam dan menempatkan benda kerja dalam berbagai proses pengerjaan mesin, seperti pada proses pengerjaan perakitan, penandaan dan lain-lain. Dalam

pemakaiannya *fixture* dipasang pada meja mesin atau pada bagian-bagian yang tetap lainnya pada mesin.

2.2.2 Keuntungan Menggunakan *Jig & Fixture*

Keuntungan menggunakan *jig & fixture*, adalah sebagai berikut :

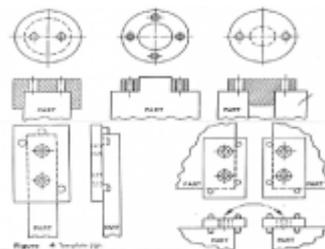
- Meningkatkan efisiensi pengguna mesin perkakas sehingga berakibat menurunnya biaya produksi dan pertimbangan biaya untuk kegagalan produksi semakin kecil.
- Dapat mengoptimalkan pengguna mesin-mesin produksi mahal.
- Mempersingkat waktu untuk pengecekan, penyetingan atau pengukuran benda kerja yang biasanya dilakukan diatas meja mesin.
- Mengurangi kebutuhan akan peralatan pengukuran sewaktu proses pembuatan benda kerja.
- Meningkatkan kualitas produk atau meningkatkan nilai tambah dan daya saing pasar.
- Melalui sistem pengecekan, benda kerja dalam keadaan aman akan menghindari keausan alat cekam.

2.2.3 Jenis – jenis *Jig & Fixture*

1. Jenis – Jenis *Jig*

A. *Jig template*

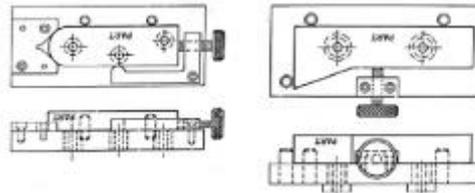
adalah *jig* yang digunakan untuk keperluan akurasi. *Jig* tipe ini terpasang diatas, pada atau didalam benda kerja dan tidak diklem. *Template* bentuknya paling sederhana dan tidak mahal.



Gambar 2.1 *Jig Template*

B. *Jig plate*

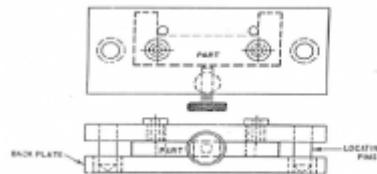
adalah *jig* sejenis dengan *template*, perbedaannya hanya *jig* jenis ini mempunyai klem untuk memegang benda kerja.



Gambar 2.2 *Jig Plate*

C. *Jig sandwich*

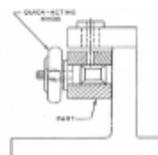
adalah bentuk *jig plate* dengan plat bawah. *Jig* jenis ini ideal untuk komponen yang tipis atau lunak yang mungkin bengkok atau terlipat pada *jig* jenis ini.



Gambar 2.3 *Jig Sandwich*

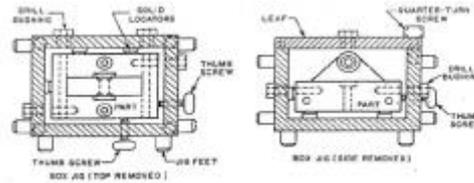
D. *Jig angle plate* (pelat sudut)

digunakan untuk memegang komponen yang dimesin pada sudut tegak lurus terhadap *mounting locatonya* (dudukan locator) yaitu dudukan untuk alat penetapan posisi benda kerja. Jika sudut pegangnya bisa selain 90 derajat disebut *jig* pelat sudut modifikasi.



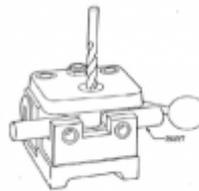
Gambar 2.4 *jig angle plate*

E. *Jig* kotak atau *jig tumble*, biasanya mengelilingi komponen. *Jig* jenis ini memungkinkan komponen dimesin pada setiap permukaan tanpa memposisikan ulang benda kerja pada *jig*.



Gambar 2.5 *Jig* kotak atau *Jig Tumble*

F. *Jig* pompa adalah *jig* komersial yang mesti disesuaikan oleh pengguna. Pelat yang diaktifkan oleh tuas membuat alat ini bisa memasang dan membongkar benda kerja dengan cepat.



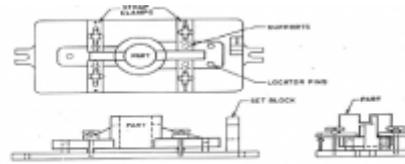
Gambar 2.6 *Jig* pompa

2. Jenis – jenis *Fixture*

Jenis *fixture* dibedakan terutama oleh bagaimana alat bantu ini dibuat. Perbedaan utama dengan *jig* adalah beratnya. *Fixture* dibuat lebih kuat dan berat dari *jig* dikarenakan gaya perkakas yang lebih tinggi. Beberapa contoh *fixture* adalah sebagai berikut:

A. *Fixture* pelat

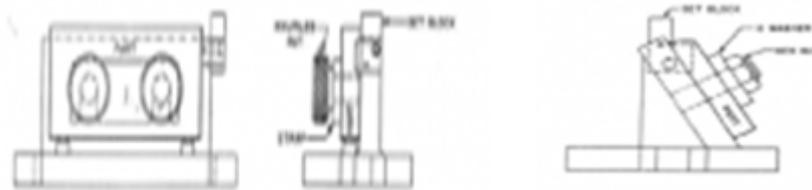
adalah bentuk paling sederhana dari *fixture*. *Fixture* dasar dibuat dari pelat datar yang mempunyai variasi klem dan locator untuk memegang dan memposisikan benda kerja. Konstruksi *fixture* ini sederhana sehingga bisa digunakan pada hampir semua proses permesinan.



Gambar 2.7 *Fixture Pelat*

B. *Fixture pelat sudut* adalah variasi dari *fixture pelat*.

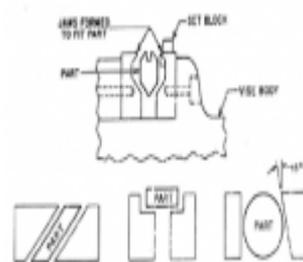
Dengan *fixture* jenis ini, komponen biasanya dimesin pada sudut tegak lurus terhadap locatornya. Jika sudutnya selain 90 derajat, *fixture pelat sudut* yang dimodifikasi bisa digunakan



Gambar 2.8 *Fixture Pelat Sudut*

C. *Fixture vise-jaw*,

Digunakan untuk permesinan komponen kecil. Dengan alat ini, vise jaw standar digantikan dengan jaw yang dibentuk sesuai dengan bentuk komponen.



Gambar 2.9 *Fixture vise-jaw*

2.2.4 Faktor Perencanaan *Jig & Fixture*

Beberapa faktor yang harus diperhatikan dalam perencanaan pembuatan *Jig & Fixture*, antara lain :

a. Faktor Penempatan

Faktor penempatan yang dimaksud disini adalah mengenai bagaimana benda kerja yang akan diproses dimesin dapat terpasang mantap dan mampu menahan gaya yang terjadi, selain itu juga posisinya dapat dilihat dengan mudah oleh operator

b. Faktor Penjepitan

Perlu dipikirkan mengenai penentuan kekuatan dari jepitan dan pengaturan proses penjepitan benda kerja sehingga bila terjadi gaya akibat adanya pemakanann alat potong maka tidak menyebabkan benda kerja berubah posisi. Perlu dihindari juga agar ketika melakukan proses penjepitan tidak mengakibatkan kerusakan pada permukaan benda kerja.

c. Faktor pemegangan (*handling*)

Yang dimaksud dengan faktor pemegangan disini adalah bahwa pada peralatan tersebut terdapat bagian yang bisa dipegang/diangkat (*handling*). Jangan sampai pada bagian pemegangan peralatan itu terdapat sudut-sudut tajam sehingga dapat menyebabkan kesulitan untuk dilakukan pemegangan oleh operator.

d. Faktor ruang bebas

Adanya ruang bebas yang dapat digunakan untuk mengeluarkan serpih/tatal, atau untuk memindahkan benda kerja yang telah dibuat/dikerjakan dengan mesin. Hal yang sangat penting, karena ruang bebas ini juga digunakan untuk mempermudah pemegangan (*handling*) oleh operator.

e. Faktor Kekuatan dan Kestabilan

Peralatan yang dirancang perlu diperhitungkan mengenai segi kekuatan, kekokohan serta kemantapannya. Juga perlu dirancang bagaimana posisi peralatan pada meja mesin maupun pada bagian tertentu lainnya.

f. Faktor bahan

Penentuan bahan untuk setiap komponen perlu sekali diperhatikan, bahan dibuat dari baja atau dari bahan jenis lainnya berdasarkan fungsi komponen peralatan.

2.3. Dasar Pemilihan Bahan

2.3.1 Faktor-faktor dalam pemilihan bahan:

Pemilihan bahan merupakan salah satu faktor yang terpenting dalam membuat rancang bangun suatu mesin. Suatu rancang bangun akan berhasil dengan baik, jika dalam pemilihan bahan memperhatikan spesifikasi alat atau komponen yang direncanakan. Tujuan dari pemilihan bahan adalah untuk mendapatkan suatu konstruksi yang kuat, tahan lama, mudah dikerjakan dan mudah didapat dipasaran.

2.3.2 Hal-hal yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan bahan, yaitu :

a. Sifat mekanis bahan

Sifat mekanis bahan adalah daya tahan dan kekuatan bahan terhadap gaya yang diterima. Dalam satu rancang bangun perlu diketahui sifat mekanis bahan, agar dalam menentukan bahan yang akan digunakan lebih efektif dan efisien. Dengan mengetahui sifat mekanis bahan, maka dapat diketahui bahan tersebut mampu menerima beban yang sesuai dengan fungsi dari masing-masing komponen pada konstruksi yang akan di buat. Sifat mekanis bahan yang meliputi kekuatan tarik modulus elastisitas, tegangan geser dan tegangan puntir.

b. Sifat fisis bahan

Sifat fisis bahan adalah daya bahan dan kekuatan bahan yang dipengaruhi dari unsur-unsur pembentuk bahan tersebut. Sifat fisis bahan perlu diketahui dalam perencanaan agar dapat menentukan bahan yang cocok untuk digunakan. Sifat fisis

bahan dapat meliputi kekerasan, titik leleh bahan dan ketahanan bahan terhadap korosi.

c. Sifat teknis bahan

Kemampuan dari bahan tersebut untuk dapat dikerjakan dengan jenis proses permesinan, proses penempaan, proses pengelasan dan sebagainya. Hal ini dapat mempengaruhi tingkat kepresisian dari komponen-komponen yang akan dibuat sehingga menjadi sebuah mesin, dengan memperhatikan hal tersebut diatas maka dapat diketahui kemampuan bahan tersebut untuk dapat dikerjakan dengan mesin atau dengan proses lainnya.

d. Mudah didapat dipasaran

Bahan yang digunakan diusahakan mudah didapat dipasaran, sehingga memudahkan dalam memilih, mengganti atau memperbaiki komponen yang rusak. Selain itu dapat diusahakan adanya alternatif bahan pengganti bila bahan diperlukan tidak ada. Hal ini yang patut diperhatikan adalah harga bahan yang digunakan. Diusahakan murah namun memiliki kekuatan sesuai dengan perencanaan, sehingga dapat menekan biaya produksi.

2.4. Syarat Desain Alat Produksi

Alat produksi sangat dibutuhkan dalam suatu industri produksi massal. Tentunya, dalam pembuatannya ekonomis dan mudah pada saat pengoperasian. Untuk itu yang perlu diperhatikan syarat dalam desain alat produksi yang baik sebagai berikut :

1. Sederhana dan mudah pengoperasiannya
2. Menghasilkan *part* berkualitas tinggi secara konsisten
3. Menghemat biaya manufaktur

4. Meningkatkan hasil produksi dengan alat bantu atau mesin yang ada
5. Menjamin Keamanan kerja operator
6. Menggunakan material alat bantu yang jangka waktu pemakaiannya panjang.

2.5. Perhitungan Kekerasan Benda

Kekerasan adalah ketahanan suatu benda/material terhadap penetrasi/ penekanan/ daya tembus benda lain yang lebih keras dan nilai kekerasannya tidak mutlak.

Kekerasan adalah suatu sifat dari bahan yang sebagian besar dipengaruhi oleh unsure – unsure paduannya. Carbon di dalam besi secara pasti mempengaruhi kualitas baja dan kekerasan yang dibutuhkan dapat dicapai dengan perlakuan panas.

Untuk mengetahui nilai kekerasan suatu benda dapat dilakukan dengan cara pengetesan, yaitu :

1. Metode Brinnell
2. Metode Rockwell
3. Metode Vickers

2.5.1. Metode Brinnell

Metode ini digunakan dengan cara menekan penetrator dengan indentor bola baja kepermukaan material dengan beban penekanan sesuai dengan indentor dan jenis material yang akan diuji.

Alat penetrasi yang digunakan adalah indentor bola baja yang dikeraskan dengan ukuran diameter 10 mm, 5 mm dan 2.5 mm. Metode ini digunakan untuk mengetes/ menguji kekerasan logam yang belum dilakukan proses *Heat-treatment* (perlakuan panas)

Material yang diuji adalah material yang lunak saja dan harga kekerasannya hanya sampai 450 HB (Kg/mm^2), jika hasil pengujiannya

didapat harga kekerasannya diatas 450 HB, maka hasil penelitian itu kurang teliti.

Harga Kekerasan Brinnell

$$HB = \frac{2P}{\pi D(D^2 - d_r^2)} \text{ (Kg/mm}^2\text{)}$$

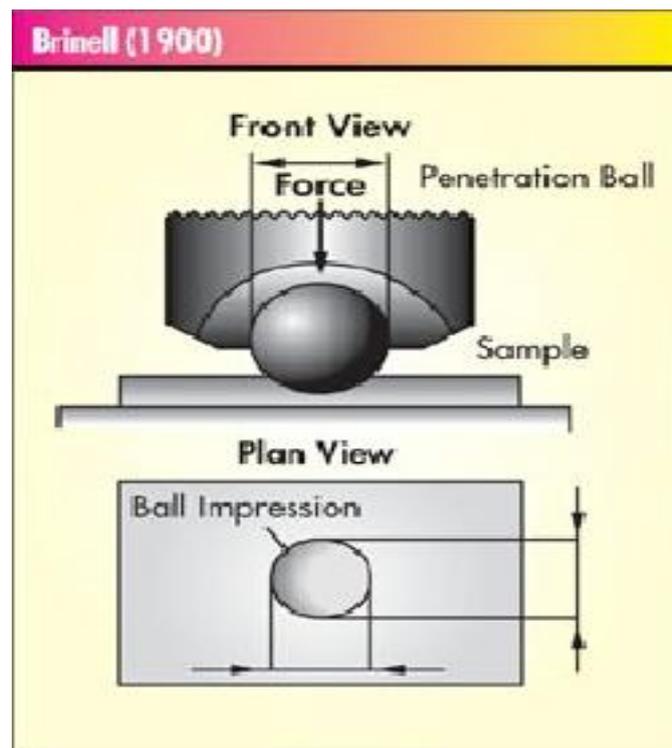
(Sumber : <http://kalogueloe.blogspot.com/2013/03/pengujian-keras-brinell-vickers.html>)

Dimana

P = Beban (Kg)

D = diameter indentor (mm)

d₂ = diameter hasil penekanan rata – rata (mm)



Gambar 2.10 Pengujian *Brinell*

2.5.2. Metode Rockwell

Metode ini sebenarnya merupakan gabungan antara Metode Brinnell dan Metode Vickers, sehingga hasilnya pun cukup prsisi dan tepat.

Metode ini digunakan dengan cara menekankan penetrator dengan indentor bola baja diameter 1/16'' dan intan yang berbentuk kerucut dengan sudut puncak 120^0 ke permukaan material yang diuji dengan beban penekanan sesuai dengan identor yang dipakai.

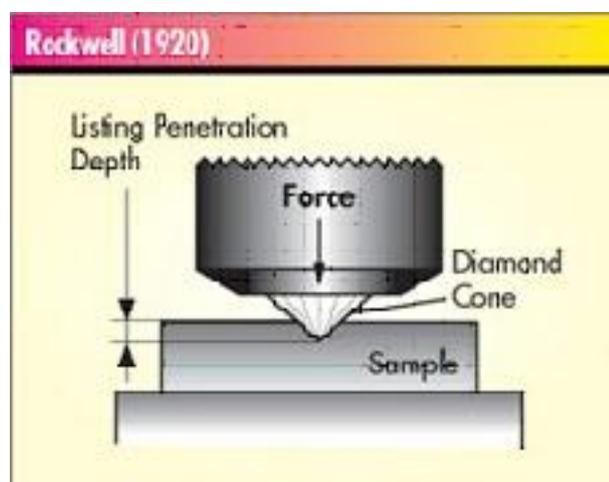
Table 2.1 *Rockwell Hardness Scale*

Scale	Indentor	F0 (kgf)	F1 (kgf)	F (kgf)	E	Jenis Material Uji
A	Diamond cone	10	50	60	100	Extremely hard materials, tugsen carbides, dll
B	1/16" steel ball	10	90	100	130	Medium hard materials, low dan medium carbon steels, kuningan, perunggu, dll
C	Diamond cone	10	140	150	100	Hardened steels, hardened and tempered alloys
D	Diamond cone	10	90	100	100	Annealed kuningan dan tembaga
E	1/8" steel ball	10	90	100	130	Berylium copper,phosphor bronze, dll
F	1/16" steel ball	10	50	60	130	Alumunium sheet
G	1/16" steel ball	10	140	150	130	Cast iron, alumunium alloys
H	1/8" steel ball	10	50	60	130	Plastik dan soft metals seperti timah
K	1/8" steel ball	10	140	150	130	Sama dengan H scale
L	1/4" steel ball	10	50	60	130	Sama dengan H scale
M	1/4" steel ball	10	90	100	130	Sama dengan H scale
P	1/4" steel ball	10	140	150	130	Sama dengan H scale
R	1/2" steel ball	10	50	60	130	Sama dengan H scale
S	1/2" steel ball	10	90	100	130	Sama dengan H scale
V	1/2" steel ball	10	140	150	130	Sama dengan H scale

Indentor yang dipakai dalam pengujian Metode Rockwell :

- a. Untuk logam – logam yang lunak digunakan bola baja diameter 1/16” dengan beban 100 Kg
- b. Untuk baja – baja yang keras digunakan intan dengan sudut 120⁰ dengan beban 150 Kg.

Metode Rockwell digunakan untuk menguji material dari yang lunak sampai yang keras.



Gambar 2.10 Pengujian *Rockwell*

2.5.3. Metode Vickers

Metode ini sama dengan metode brinnell yaitu besarnya nilai kekerasan ditentukan oleh beban penekanan dibagi dengan luas permukaan bekas penekanan.

Metode ini digunakan dengan cara menekankan penetrator dengan indentor intan yang berbentuk pyramid dengan dasar bujur sangkar dan sudut puncaknya 136⁰ ke permukaan material yang akan diuji.

Beban penekanan yang akan digunakan pada Metode Vickers ini mulai dari 1 Kg sampai 120 Kg.

Keterangan :

- Untuk beban 1, 3, 5 Kg dengan tambahan bandul
- Untuk beban 10, 30, 100 Kg tanpa tambahan bandul

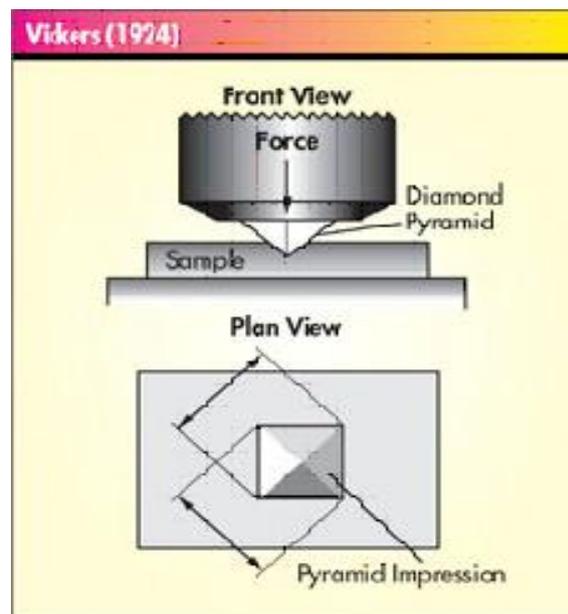
Harga kekerasan Vickers, yaitu

$$HV = 1,854 \frac{P}{d^2} \left(\frac{Kg}{mm^2} \right)$$

(sumber : <http://kalogueloe.blogspot.com/2013/03/pengujian-keras-brinell-vickers.html>)

Dimana : P = beban penekanan (Kg)

d = diagonal rata – rata (mm)



Gambar 2.11 Pengujian *Vickers*

2.6. Perhitungan Waktu Pengerjaan

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

2.6.1. 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)

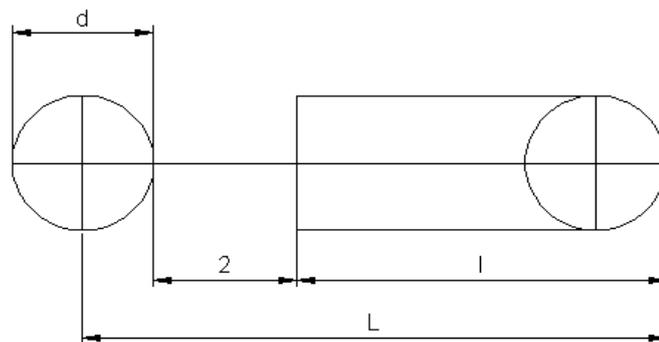
T_m : waktu pengerjaan(min)

L : panjang benda kerja(mm)

s : kecepatan pemakanan(mm/min)

a : kedalaman pemakanan(mm)

b : lebar pemakanan(mm)



Gambar 2. 12 Pemakanan Kasar

2.6.2. 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 :

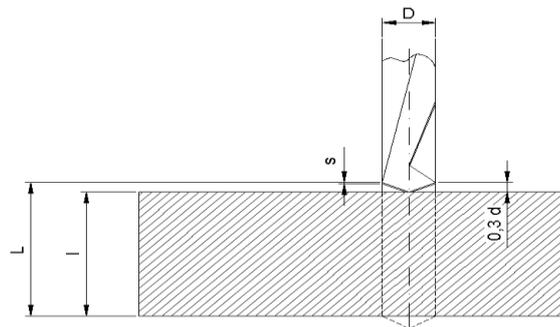
N : putaran mesin(rpm)

T_m : waktu pengerjaan(min)

L : panjang benda kerja(mm)

$$= 1 + 0,3 d$$

S_r : kecepatan pemakanan(mm/put)



Gambar 2.13 Proses Pengeboran

2.6.3 Pengerjaan Pada Mesin *Shapping*

$$T_m = \frac{b}{s} \times \frac{2 \cdot L}{1000 \cdot V_c} \quad \text{..... (Proses Shapping/Sekrap, hal 7)}$$

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)

2.7 Perhitungan Biaya Produksi

2.7.1 Biaya Material

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

$$W = V \times \rho$$

Dimana :

W : Berat bahan (kg)

V : Volume bahan (mm³)

P : Massa jenis bahan (kg/mm³)

$$TH = HS \times W$$

Dimana :

TH : Total harga per material (Rupiah)

HS : Harga satuan bahan per kilogram

W : Berat material (kg)

2.7.2 Harga Sewa Mesin

Dalam menentukan harga sewa mesin dapat menggunakan rumus maupun dengan observasi terhadap perusahaan dalam jasa penyewaan mesin maupun sebuah perusahaan manufaktur.

2.7.3 Biaya Sewa Mesin

Rumus di pakai dalam mencari biaya sewa mesin adalah :

$$BM = T_m \times B$$

Dimana :

BM : Biaya sewa mesin (Rupiah)

T_m : Waktu permesinan (Menit)

B : Harga sewa mesin / jam (Rupiah)

2.7.4 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 :

$BTT = 15\% (\text{Biaya Material} + \text{Biaya Sewa Mesin}) \dots\dots\dots (\text{Teknologi Mekanik 2, hal 89})$

2.7.5 Total Biaya Produksi (TBP)

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

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

2.7.6 Keuntungan

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

$\text{Keuntungan} = 25\% \times \text{Biaya Produksi} \dots\dots(\text{Teknologi Mekanik 2, hal 89})$

2.7.7 Harga Jual

Rumus untuk mencari harga jual adalah sebagai berikut :

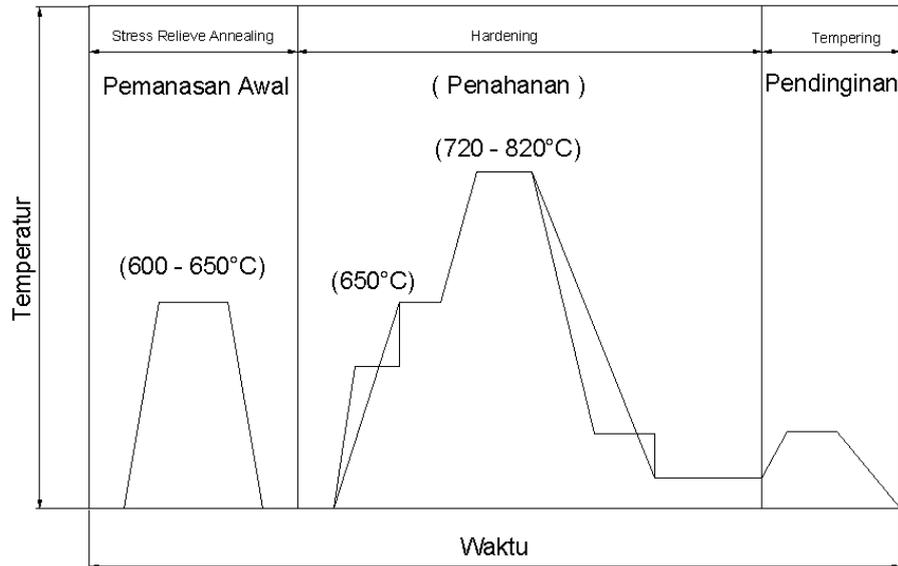
$\text{Harga jual} = \text{Biaya Produksi} + \text{Biaya tak terduga} + \text{Keuntungan} \dots\dots(\text{Teknologi Mekanik 2, hal 90})$

2.8 Proses Perlakuan Bahan

2.8.1 Proses *Heat Treatment*

Heat treatment adalah perlakuan panas yang diberikan kepada logam secara terkontrol untuk mendapatkan sifat-sifat mekanik yang diperlukan, dalam perencanaan ini proses *Heat Treatment* bertujuan untuk meningkatkan nilai kekerasan pada komponen *punch* dan *dies* sehingga didapatkan sifat-sifat potong yang sesuai. Adapun proses

yang dilakukan mencakup proses preheating, proses *hardening*, dan proses *tempering*.



Gambar 2.14 *Heat Treatment*

Keterangan Gambar :

1. Waktu Pemanasan Awal (*Stress Annealing*)
2. Waktu persiapan untuk proses *Preheating*
3. Waktu *Preheating*
4. Waktu *Hardening*
5. Waktu persiapan *Tempering*
6. Waktu *Tempering*

2.8.2 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.

2.8.3 Proses *Hardening*

Proses *Hardening* bertujuan untuk merubah struktur logam (St 60) sedemikian rupa sehingga diperoleh struktur martensit yang keras. Proses ini dilakukan dengan cara memanaskan baja sampai suhu tertentu antara 820° - 870° (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 austenite berubah menjadi martensit.

2.8.4 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 ($150-300^{\circ}\text{C}$) dengan tujuan untuk mengurangi tegangan-tegangannya dan kerapuhan dari baja. Suhu yang digunakan pada proses tempering sebesar 200°C dan dibutuhkan waktu 10 detik tiap kenaikan 1°C .