

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Mesin DRB 80**

##### **2.1.1 Pengertian Mesin DRB 80**

Mesin DRB 80 adalah mesin yang digunakan untuk pengemasan obat jenis kaplet di unit produksi reguler PT. Dexe Medica Palembang. Pengemasan dalam dunia farmasi mempunyai peran penting, sebab suatu sediaan tidak akan berarti apabila pengemasannya buruk atau tidak sesuai dengan bentuk sediaan tersebut. Hal ini dapat menyebabkan rusaknya bahan yang dikemas baik karena faktor fisik (penyimpanan) maupun faktor kimia (stabilitas bahan yang dikemas).



**Gambar 2.1 Mesin DRB 80**  
(Sumber: PT. Dexe Medica Palembang)

Pada umumnya pengemasan berfungsi untuk menempatkan bahan atau hasil pengolahan atau hasil industri dalam bentuk yang memudahkannya dalam penyimpanan, pengangkutan, dan distribusi sampai ke tangan konsumen. Secara garis besar fungsi pengemasan adalah sebagai berikut :

1. Mewadahi produk selama distribusi dari produsen hingga ke konsumen, agar produk tidak tercecer, terutama untuk cairan, pasta atau butiran.
2. Melindungi dan mengawetkan produk, seperti melindungi dari sinar ultraviolet, panas, kelembaban udara, oksigen, benturan, kontaminasi dari kotoran dan mikroba yang dapat merusak dan menurunkan mutu produk.
3. Sebagai identitas produk, dalam hal ini kemasan dapat digunakan sebagai alat komunikasi dan informasi kepada konsumen melalui label yang terdapat pada kemasan.
4. Meningkatkan efisiensi, misalnya : memudahkan penghitungan (satu kemasan berisi 10, 1 lusin, 1 gross dan sebagainya), memudahkan pengiriman dan penyimpanan. Hal ini penting dalam dunia perdagangan.
5. Melindungi pengaruh buruk dari luar, melindungi pengaruh buruk dari produk didalamnya, misalnya jika produk yang dikemas berupa produk yang berbau tajam, atau produk berbahaya seperti air keras, gas beracun dan produk yang dapat menularkan warna, maka dengan mengemas produk ini dapat melindungi produk-produk lain di sekitarnya.
6. Memperluas pemakaian dan pemasaran produk, misalnya penjualan kecap dan sirup mengalami peningkatan sebagai akibat dari penggunaan kemasan botol plastik.
7. Menambah daya tarik calon pembeli.
8. Sarana informasi dan iklan.
9. Memberi kenyamanan bagi pemakai

### 2.1.2 Komponen Mesin DRB 80

**Tabel 2.1 Daftar Komponen Mesin DRB 80**

Drawing no.	Part Number	Designation	Qty
38	91805	Dosing chute 50hz	1
38	92300	Hopper for dosing chute	1
10	90101	Lower construction	1
10	90200	Alumunium base	1
33	90201	Parts for plate drive	1
12	90103	Top atructure	1
12	90203	Machine guarding	1
14	90102	Brake with coding mechan	1
14	90200	Packg, material reel suspens	1
26	90100	Draw-off	1
26	90200	Longitudinal cutting device	2
31	90100	Insertion device	1
32	90100	Sealing device	1
32	90201	Seal roller clamping dev	1
32	90400	Cutting-off device	1
32	90500	Electr.cutting-off device	1
35	90102	Coding device	1
38	90100	Hand feed table	1
38	90501	Mounting parts f. Round vib	1
52	91102	Current suply 230/400v	1
52	91200	Main drive 400v	1
52	91300	Heating	1
52	91402	Met. Unit ch/spiral guide	1
52	91403	Feeding device bas.machine	1
52	91500	Main drive control	1
52	91600	Electri cutting-off device	1
52	91900	Production counter	1
53	90200	Cutting-off device	1
62	90135	Sealling device	1
62	90136	Sealling device	1
64	90314	Short channel	1
64	90603	Tablet track	1
64	90606	Tablet track	1
97	90100	Standard parts	1
01	90000	Miscellannous parts	1
01	91000	Iscell elect. Parts	1

(Sumber: PT. Dexa Medica Palembang)

## 2.2 Mata Pisau Mesin DRB 80

### 2.2.1 Fungsi Mata Pisau Mesin DRB 80

Mata pisau mesin DRB berfungsi sebagai pemotong kemasan obat yang awalnya berupa gulungan aluminium foil dan sudah berisi obat menjadi potongan-potongan kemasan yang sudah ditentukan.

### 2.2.2 Jenis Mata Pisau Mesin DRB 80

Jenis mata pisau DRB ada 2, yaitu mata pisau statis dan mata pisau dinamis. Mata pisau statis ialah mata pisau yang dicekam dan tidak bergerak di posisi yang sudah ditentukan, sedangkan mata pisau dinamis ialah mata pisau yang bergerak maju mundur memotong kemasan dengan jumlah gerakan sebanyak 60 kali permenit. Untuk daya penggerak nya menggunakan sistem pneumatik.

#### 1. Mata Pisau DRB 80 Dinamis



**Gambar 2.2 Mata Pisau DRB 80 Dinamis**

(Sumber: PT. DEXA MEDICA Palembang)

#### 2. Mata Pisau DRB 80 Statis



**Gambar 2.3 Mata Pisau DRB 80 Statis**

(Sumber: PT. DEXA MEDICA Palembang)

## 2.3 Batu Gerinda

### 2.3.1 Pengertian Batu Gerinda

Batu gerinda adalah sebuah alat yang berfungsi untuk menghaluskan bendakerja atau untuk mengasah dan mempertajam benda seperti pisau, golok dan senjata tajam lainnya. Untuk batu gerinda dengan permukaan kasar digunakan pada waktu awal, dan untuk batu gerinda dengan permukaan halus digunakan untuk menghaluskan suatu benda.

### 2.3.2 Jenis Batu Gerinda

Berikut klasifikasi batu gerinda beserta fungsinya antara lain :

#### 1. Batu Gerinda Lurus

Batu gerinda jenis ini untuk menggerinda logam bagian dalam maupun bagian luar. Batu gerinda jenis ini digunakan pada mesin gerinda silindris ataupun mesin gerinda meja. Batu gerinda ini dibuat dengan ukuran diameter 6 mm sampai dengan 1000 mm dan tebalnya antara 6 mm sampai dengan 200 mm.



**Gambar 2.4 Batu Gerinda Lurus**

(Sumber: <https://images.app.goo.gl/aJbVRtdFxVi7xm3z9>)

### 2.3.3 Identifikasi Batu Gerinda

Pada setiap batu gerinda pasti terdapat simbol/ tanda yang menyebutkan identitas batu gerinda tersebut. Identitas batu berisi informasi, antara lain:

1. Jenis bahan asah
2. Ukuran butiran asah
3. Tingkat kekerasan
4. Susunan butiran asah
5. Jenis bahan perekat

Sebagai contoh :

C 60 R 8 S 15

Artinya:

C : Jenis abrasive, terdiri dari dua simbol yaitu A (aluminium oksida atau alundun) dan C (silikon karbida atau crystolon)

60 : Ukuran abrasive

R : Tingkat kekerasan

8 : Susunan abrasive

S : Jenis bond

Cara membaca kode diatas adalah, batu gerinda dengan bahan abrasive oksida alumunium dengan ukuran 60 mesh dengan susunan keras dan menggunakan perekat sodium silikat.

#### **2.3.4 Kekerasan Batu Gerinda**

Tingkat kekerasan tidak dilihat dari kerasnya butiran abrasive yang digunakan tetapi dilihat dari kuatnya bond (perekat) untuk mengikat butiran abrasive dari tekanan tertentu ketika melakukan proses penggerindaan. Tingkat kekerasan dinyatakan dalam simbol huruf alfabet. Kekerasan batu gerinda dapat dilihat pada tabel dibawah :

**Tabel 2.2 Tingkat Kekerasan Batu Gerinda**

Tingkat kekerasan	Simbol
Sangat lunak	E,F,G
Lunak	H,I,J
Sedang	L,M,N,O
Keras	P,Q,R,S
Sangat keras	T,U,V,W

### 2.3.5 Material Batu Gerinda

Material yang digunakan untuk membuat batu gerinda adalah :

- a. Korund; untuk bahan utama batu gerinda
- b. Perekat; untuk merekatkan korund
- c. Air; untuk memperbaiki ikatan dari korund tersebut
- d. Bahan tambah lain (misal Silicium karbid, intan, dll yang itu sesuai dengan spesifikasi batu gerinda); untuk menambah kekuatan dan fungsi dari batu gerinda tersebut.

**Tabel 2.3 Klasifikasi Material Batu Gerinda**

Grit size	Grain size	Ukuran serbuk	Klasifikasi serbuk	Grit size	Grain size	Ukuran serbuk	Klasifikasi serbuk
8	500	4620	Sangat kasar	90	25	216	Halus
10	400	3460		100	20	173	
12	315	2550		120	16	142	
14	250	2100		150	12	122	
16	200	1660		180	10	86	
20	160	1340	Kasar	220	8	66	Sangat halus
24	125	1035		240	6	63	
30	100	930		280	5	44	
36	80	710					
46	63	508	Medium	320	F40	32	Super halus
54	50	430		400	F28	23	
60	40	406		500	F20	16	
70	40	328		600	F10	8	
80	32	266		800	F7	6	

(Sumber: <https://images.app.goo.gl/GopCfySB26MijyP29>)

## 2.4 Motor Listrik

Motor induksi merupakan motor listrik arus bolak balik (ac) yang paling luas digunakan. Penamaannya berasal dari kenyataan bahwa motor ini bekerja berdasarkan induksi medan magnet stator ke statornya, dimana arus rotor motor ini bukan diperoleh dari sumber tertentu, tetapi merupakan arus yang terinduksi sebagai akibat adanya perbedaan relatif antara putaran rotor dengan medan putar (*rotating magnetic field*) yang dihasilkan oleh arus stator.

Motor induksi sangat banyak digunakan di dalam kehidupan sehari-hari baik di industri mau pun di rumah tangga. Motor induksi yang umum dipakai adalah motor induksi 3-fase dan motor induksi 1-fase. Motor induksi 3-fase dioperasikan pada sistem tenaga 3-fase dan banyak digunakan di dalam berbagai bidang industri dengan kapasitas yang besar. Motor induksi 1-fase dioperasikan pada sistem tenaga 1-fase dan banyak digunakan terutama untuk peralatan rumah.



**Gambar 2.5 Motor Listrik 1 Fasa**

(Sumber: <https://images.app.goo.gl/pzZ2WgJGH7Tba1fd9>)

### 1. Komponen Motor Listrik AC Jenis Induksi

Motor induksi memiliki dua komponen listrik utama :

#### a. Rotor, Motor induksi menggunakan dua jenis rotor :

Rotor kandang tupai terdiri dari batang penghantar tebal yang dilekatkan dalam petak-petak slots paralel. Batang-batang tersebut diberi hubungan pendek pada kedua ujungnya dengan alat cincin hubungan pendek. Lingkaran rotor yang memiliki gulungan tiga fase, lapisan ganda dan terdistribusi. Dibuat melingkar sebanyak kutub stator. Tiga fase digulungi kawat pada bagian dalamnya dan ujung yang lainnya dihubungkan ke cincin kecil yang dipasang pada batang as dengan sikat yang menempel padanya.



### **b. Stator**

Stator dibuat dari sejumlah *stamping* dengan *slot* untuk membawa gulungan tiga fase. Gulungan ini dilingkarkan untuk sejumlah kutub yang tertentu. Gulungan diberi spasi geometri sebesar 120 derajat.

## 2. Kelebihan Motor AC

### a. Desain sederhana

Desain sederhana motor AC - hanya serangkaian tiga gulungan dalam ayat(stator) eksterior dengan bagian berputar sederhana (rotor). Bidang mengubah disebabkan oleh 50 atau 60 Hertz tegangan AC garis menyebabkan rotor berputar di sekitar sumbu motor

### b. Biaya rendah

### c. Reliable Operasi

### d. Penggantian Mudah Ditemukan

## 3. Kekurangan Motor AC

### a. Mahal kontrol kecepatan

b. Ketidakmampuan untuk beroperasi pada kecepatan rendah Motor AC standar tidak boleh beroperasi pada kecepatan kurang dari sekitar 1/3rd kecepatan dasar. Hal ini karena pertimbangan termal. Sebuah motor DC harus dipertimbangkan untuk aplikasi ini.

## 2.5 Pegas

Pegass merupakan benda elastis yang umumnya terbuat dari baja yang menyimpan energi mekanik. Pegas dapat diklasifikasikan berdasarkan jenis, fungsi, dan beban yang bekerja yaitu :

### 1. Pegas Helix Tarik (*Tension Helical Compression*)

Untuk mengaplikasikan beban pada pegas tarik diperlukan konstruksi khusus pada ujung pegas berupa *hook* (kait). Bentuk *hook* adanya konsentrasi tegangan biasanya membuat *hook* mengalami tegangan yang lebih besar dibandingkan tegangan pada lilitan. Maka dari itu jenis pegas yang digunakan pada perancangan alat pada meja vertikal ini jenis pegas helix tarik karena

memiliki peranan yang penting yaitu mengembalikan poros penapat ke posisi semula.



**Gambar 2.6 Pegas Helix Tarik (*Tension Helical Spring*)**

## 2.6 Jenis Kemasan Kaplet

### 1. *Strip Packaging*

Merupakan pengemasan yang menganut sistem dosis tunggal, biasanya untuk sediaan padat (tablet, kapsul, kaplet, dan lain-lain) yang digunakan secara per oral. Metodenya adalah mengemas dengan dua lapisan atas atau bawah, dan kemudian di *seal* dan di *cut*. Produk akan jatuh kedalam mold yang panas, kemudian dibentuk kemasan dan mewadahi produk tersebut. Produk yang disegel antara dua lapisan tipis ini biasanya mempunyai segel dan biasanya dipisahkan dari bungkus-bungkus yang bedekatan karena adanya perforasi. Pemilihan dari material harus tepat, agar tidak ada migrasi dari produk keluar. Ukuran dan kedalaman dari mold tersebut harus cukup untuk menampung produk dan membentuk kantong, dan jangan sampai produk tertekan.



**Gambar 2.7 Produk Obat Kemasan *Strip***

(Sumber: PT. DEXA Medica)

*Strip* terdiri dari berbagai macam tergantung bahan penyusun dari *strip*. Diantaranya ada PLM (*polycellonium*), PLO (*Polycello*) dan PLN (*Polynium*). PLM merupakan bahan strip yang paling umum, dimana kandungannya adalah *polycello* atau *cellophan* dan alumunium. *Cellophan* adalah sejenis bahan dari serat selulosa yang berbentuk tipis transparan, fungsinya dalam kemasan adalah

untuk menempelkan pewarna sehingga *strip* bisa *colorfull*. Bahan yang biasa dipakai adalah MST / MT dan PT *cellophan*.

Alumunium sendiri berfungsi untuk menjaga obat dari pengaruh kelembapan. Semakin tebal alumunium yang digunakan akan semakin membuat tingkat proteksi menjadi lebih baik. Namun harus dilihat dari sisi mesin strip, apakah kompatibel atau tidak karena bisa jadi semakin tebal akan mengganggu proses *stripping*. Antara selophan dan alumunium ini terdapat satu lapisan yakni PE atau Polyetilen yang berfungsi untuk melekatkan selophan dan alumunium. Lapisan setelah alumunium sendiri adalah PE lagi, fungsinya kali ini adalah untuk membuat dua PLM dapat saling melekat saat distripping. Jadi secara garis besar, ada 4 lapisan dalam PLM yakni selophan (terluar), PE, Alu, PE (terdalam). Pembuatan PLM secara garis besar yaitu selophan dicetak dan diberi warna lalu PE dicairkan. Kemudian Alu dan selophan dipasang dalam masing- masing silindernya, saat akan ditemukan maka diberi cairan PE, sehingga keduanya melekat. Lalu dilapis dengan PE kembali pada bagian dalam. Untuk PLO dan PLN hampir sama dengan PLM. Hanya saja PLO komposisinya adalah selophan dan PE sehingga sifatnya elastis dan tembus pandang (contoh : antimo tablet). Sedangkan PLN kandungannya adalah Alu dan PE.

Sistem kerja mesin strip sendiri cukup sederhana yakni dengan menyiapkan dua PLM pada rollernya. kemudian ditengahnya dimasukkan dalam strip dan dipanasi sehingga PE mencair dan akan melekatkan kedua PLM.

Pemeriksaan strip juga sederhana. Saat kedatangan barang, cukup diperiksa kesesuaian warna dan teks, lebar PLM dalam satu roll, dan kebersihan PLM. Saat produksi, dilakukan pengecekan kualitas PLM dengan tes kebocoran menggunakan metilen blue dalam pressure chamber.

## 2. *Blitser Packaging*

Dalam proses ini lembar plastik yang tebal dilewatkan pada rol yang telah dipanaskan, hingga akan terbentuk ruang untuk diisi produk. Produk yang akan dikemas kemudian dilepas melalui happer, kemudian lembar foil yang sudah dicoat dengan laquer dipakai untuk menutup lembar plastik yang sudah dibentuk

dan berisi produk lalu *dicut*. Strip dibentuk dalam tray, *dicut* sesuai mold dan dimasukkan dalam karton box. Contoh : *Stimuno Forte*.



**Gambar 2.8 Produk Obat Kemasan *Blitser***  
(Sumber: PT. Dexa Medica)

## 2.7 Pengetahuan Bahan Teknik

### 2.7.1 Klasifikasi Sifat Bahan Teknik

Dalam dunia Teknik Mesin biasanya sifat mekanik memegang peranan sangat penting, di samping beberapa sifat kimia (terutama sifat tahan korosi), sifat thermal dan sifat fisik. Korosi merupakan masalah yang sangat serius dalam dunia teknik, dan akan dibahas tersendiri. Dari kelompok sifat fisik, *density* (berat jenis) kadang-kadang perlu dipertimbangkan. Strukturmikro biasanya perlu dipelajari secara khusus, karena strukturmikro berkaitan erat dengan sifat-sifat lain, seperti kekuatan, keuletan, sifat tahan korosi dll. Untuk komponen yang nantinya akan terkena panas tentunya sifat thermal menjadi penting. Panas jenis (*specific heat*), *thermal conductivity* dan *thermal expansion* sering kali harus diperhitungkan.

### 2.7.2 Sifat-sifat Mekanik Bahan Teknik

Sifat mekanik menyatakan kemampuan suatu bahan (tentunya juga komponen yang terbuat dari bahan tersebut) untuk menerima beban, gaya, energi tanpa menimbulkan kerusakan pada bahan atau komponen tersebut.

Beberapa sifat mekanik yang penting antara lain :

1. Kekuatan (*strength*) menyatakan kemampuan bahan untuk menerima tegangan tanpa menyebabkan bahan menjadi patah. Kekuatan ini ada beberapa macam, tergantung pada jenis beban yang bekerja, yaitu kekuatan tarik, kekuatan geser, kekuatan tekan kekuatan torsi dan kekuatan lengkung.

2. Kekerasan (*hardness*) dapat didefinisikan sebagai kemampuan bahan untuk tahan terhadap penggoresan, pengikisan (abrasi), indentasi atau penetrasi. Sifat ini berkaitan dengan sifat tahan aus (*wear resistance*). Kekerasan juga mempunyai korelasi dengan kekuatan.
3. Kekenyalan (*elasticity*) menyatakan kemampuan bahan untuk menerima beban tanpa mengakibatkan terjadinya perubahan bentuk yang permanen setelah tegangan dihilangkan. Bila suatu benda mengalami tegangan maka akan terjadi perubahan bentuk. Bila tegangan yang bekerja besarnya tidak melewati suatu batas tertentu maka perubahan bentuk yang terjadi hanya bersifat sementara, perubahan bentuk itu akan hilang bersama dengan hilangnya tegangan, tetapi bila tegangan yang bekerja telah melampaui batas tersebut maka sebagian dari perubahan bentuk itu tetap ada walaupun tegangan telah dihilangkan. Kekenyalan juga menyatakan seberapa banyak perubahan bentuk elastis yang dapat terjadi sebelum perubahan bentuk yang permanen mulai terjadi, dengan kata lain kekenyalan menyatakan kemampuan bahan untuk kembali ke bentuk dan ukuran semula setelah menerima beban yang menimbulkan deformasi.
4. Kekakuan (*stiffness*) menyatakan kemampuan bahan menerima tegangan atau beban tanpa mengakibatkan terjadinya perubahan bentuk (deformasi) atau defleksi. Dalam beberapa hal kekakuan ini lebih penting dari pada kekuatan.
5. Plastisitas (*plasticity*) menyatakan kemampuan bahan untuk mengalami sejumlah deformasi plastik (yang permanen) tanpa mengakibatkan fatah. Sifat ini sangat diperlukan bagi bahan yang akan diproses dengan berbagai proses pembenlukan seperti forging, rolling, extruding dan lainnya. Sifat ini sering juga disebut sebagai keuletan (*ductility*). Bahan yang mampu mengalami deformasi plastik cukup banyak dikatakan sebagai bahan yang mempunyai keuletan tinggi, bahan yang ulet (*ductile*). Sedang bahan yang tidak menunjukkan terjadinya deformasi plastik dikatakan sebagai bahan yang mempunyai keuletan rendah atau getas (*brittle*).
6. Ketangguhan (*toughness*) menyatakan kemampuan bahan untuk menyerap energi tanpa menyebabkan terjadinya kerusakan. Juga dapat dikatakan sebagai ukuran banyaknya energi yang diperlukan untuk mematahkan suatu benda

kerja pada suatu kondisi tertentu. Sifat ini dipengaruhi oleh banyak faktor, sehingga sifat ini sulit diukur.

7. Kelelahan (*fatigue*) merupakan kecenderungan pada logam untuk patah bila menerima tegangan berulang-ulang (*cyclic stress*) yang besarnya masih jauh di bawah batas kekuatan elastiknya. Sebagian besar dari kerusakan yang terjadi pada komponen mesin disebabkan oleh kelelahan. Karenanya kelelahan merupakan sifat yang sangat penting, tetapi sifat ini juga sulit diukur karena sangat banyak faktor yang mempengaruhinya.
8. Merangkak (*creep*) merupakan kecendrungan suatu logam untuk mengalami deformasi plastik yang besarnya merupakan fungsi waktu, pada saat bahan tadi menerima beban yang besarnya relatif tetap.

### 2.7.3 Bahan Teknik Yang Dibutuhkan

#### 1. Baja

Baja adalah logam paduan dengan besi sebagai unsur dasar dan karbon sebagai unsur paduan utamanya (Arifin dkk, 2017). Menurut I.KT Suarsana (2017), komposisi kimia baja dapat dibagi menjadi dua kelompok besar yaitu baja karbon (baja tanpa paduan, *plain carbon steel*) dan baja paduan.

- a. Baja karbon, masih mengandung sejumlah unsur lain tetapi masih dalam batas-batas tertentu yang tidak banyak berpengaruh terhadap sifatnya. Unsur-unsur ini biasanya merupakan ikutan yang berasal dari proses pembuatan besi/baja, seperti mangan dan silikon, dan beberapa unsur pengotoran, seperti belerang, phosphor, oksigen, nitrogen dan lainnya yang biasanya ditekan sampai kadar sangat kecil. Baja dengan kadar mangan kurang dari 0,8 %, silikon' kurang dari 0,5 % dan unsur lain sangat sedikit, dapat dianggap sebagai baja karbon.
- b. Baja paduan, mengandung unsur-unsur paduan yang sengaja ditambahkan untuk memperoleh sifat-sifat tertentu.
  - 1.) *Low carbon steel*, kadar karbon sampai 0,2 %,.. sangat luas penggunaannya, sebagai baja koustruksi umum, untuk baja profit rangka bangunan, baja tulangan beton, rangka kendaraan, mur baut, pelat, pipa dan lain-lain. Baja

ini kekuatannya relatif rendah, lunak, tetapi keuletannya liuggi, mudah dibentuk dan dimachining. Baja ini tidak dapat dikeraskan.

- 2.) *Medium carbon steel*, kadar karbon 0,25-0,55 %, lebih kuat dan keras, dan dapat dikeraskan. Penggunaannya hampir sama dengan low carbon steel, digunakan untuk yang memerlukan kekuatan dan ketangguhan yang lebih tinggi. Juga banyak digunakan sebagai baja konstruksi mesin, untuk poros, roda gigi, dan lainnya.
- 3.) *High carbon steel*, kadar karbon lebih dari 0,55 %, lebih kuat dan lebih keras lagi, tetapi keuletan dan ketangguhannya rendah. Baja ini terutama digunakan untuk perkakas, yang biasanya memerlukan sifat tahan aus, misalnya untuk mata bor, hamer, tap dan perkakas tangan yang lain.
- 4.) *Low alloy steel*, baja paduan dengan kadar unsur paduan rendah (kurang dari 10 %), mempunyai kekuatan dan ketangguhan lebih tinggi daripada baja karbon dengan kadar karbon yang sama atau mempunyai keuletan lebih tinggi daripada baja karbon dengan kekuatan yang sama. *Hardenability* dan sifat tahan korosi pada umumnya lebih baik. Banyak digunakan sebagai baja konstruksi mesin.
- 5.) *High alloy steel*, baja paduan dengan kadar unsur paduan tinggi, mempunyai sifat khusus tertentu, baja tahan karat (*stainless steel*), baja perkakas (*tool steel*, misalnya *High Speed Steel*, HSS), baja tahan panas (*heat resisting steel*) dan lain-lain.

Baja konstruksi umum, dimana biasanya kekuatan merupakan faktor yang paling penting, penamaan didasarkan atas kekuatan tariknya. Dalam standar Jerman baja konstruksi dinyatakan dengan huruf St yang diikuti oleh bilangan yang menunjukkan kekuatau tarik minimum dari baja itu dalam  $\text{kg/mm}^2$ . Misalnya baja konstruksi dengan kekuatan tarik tidak kurang dari  $37 \text{ kg/mm}^2$  dinyatakan sebagai St 37. Untuk beberapa keperluan, terutama untuk konstruksi mesin, diperlukan baja dengan komposisi kimia yang terjamin. Dalam hal ini penggolongan baja didasarkan atas komposisi kimianya. DIN menetapkan nama baja karbon dengan huruf St C yang diikuti oleh angka yang menunjukkan per seratus

persen karbonnya. Misalnya baja dengan kadar karbon sekitar 0,37 % dinyatakan sebagai St C 37.

**Tabel 2.4 Spesifikasi Baja Profil Siku**

STANDARD SECTIONAL DIMENSIONS				SECTION AREA	UNIT WEIGHT	INFORMATIVE REFERENCE							
						CENTER OF GRAVITY	GEOMETRICAL MOMENT OF INERTIA		RADIUS OF GYRATION OF AREA			MODULUS OF SECTION	
H x B	t	r <sub>1</sub>	r <sub>2</sub>	A	C <sub>x</sub> = C <sub>y</sub>		I <sub>x</sub> = I <sub>y</sub>	Max I <sub>u</sub>	Min I <sub>v</sub>	i <sub>x</sub> = i <sub>y</sub>	Max i <sub>u</sub>		Min i <sub>v</sub>
mm x mm	mm	mm	mm	cm <sup>2</sup>	kg/m	cm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm	cm	cm	cm <sup>3</sup>
25 x 25	3	4	2	1.427	1.12	0.719	0.797	1.26	0.332	0.747	0.94	0.48	0.448
30 x 30	3	4	2	1.727	1.36	0.844	1.420	2.26	0.590	0.908	1.14	0.58	0.661
40 x 40	3	4.5	2	2.336	1.83	1.090	3.530	5.60	1.460	1.230	1.55	0.79	1.210
40 x 40	4	4.5	2	2.336	1.83	1.090	3.530	5.60	1.460	1.230	1.55	0.79	1.210
40 x 40	5	4.5	3	3.755	2.95	1.170	5.420	8.59	2.250	1.200	1.51	0.77	1.910
45 x 45	5	6.5	3	4.302	3.38	1.280	7.910	12.50	3.290	1.360	1.71	0.87	2.460
45 x 45	4	6.5	3	3.492	2.74	1.240	6.500	10.30	2.700	1.360	1.72	0.88	2.000
50 x 50	4	6.5	3	3.892	3.06	1.370	9.060	14.40	3.760	1.530	1.92	0.98	2.490
50 x 50	5	6.5	3	4.802	3.77	1.410	11.100	17.50	4.580	1.520	1.91	0.98	3.080
50 x 50	6	6.5	4.5	5.644	4.43	1.440	12.600	20.00	5.230	1.500	1.88	0.96	3.550
60 x 60	4	6.5	3	4.692	3.68	1.610	16.000	25.40	6.620	1.850	2.33	1.19	3.660
60 x 60	5	6.5	3	5.802	4.55	1.660	19.600	31.20	8.090	1.840	2.32	1.18	4.520
60 x 60	6	8	4	6.910	5.40	1.700	22.790	36.16	9.420	1.820	2.29	1.17	5.280
65 x 65	5	8.5	3	6.367	5.00	1.770	25.300	40.10	10.500	1.990	2.51	1.28	5.350
65 x 65	6	8.5	4	7.527	5.91	1.810	29.400	46.60	12.200	1.980	2.49	1.27	6.260
65 x 65	8	8.5	6	9.761	7.66	1.880	36.800	58.30	15.300	1.940	2.44	1.25	7.960
70 x 70	6	8.5	4	8.127	6.38	1.930	37.100	58.90	15.300	2.140	2.69	1.37	7.330
75 x 75	6	8.5	4	8.727	6.85	2.060	46.100	73.20	19.000	2.300	2.90	1.48	8.470
75 x 75	9	8.5	6	12.690	9.96	2.170	64.400	102.00	26.700	2.250	2.84	1.45	21.100
75 x 75	12	8.5	6	16.560	13.00	2.290	81.900	129.00	34.500	2.220	2.79	1.44	15.700
80 x 80	6	8.5	4	9.230	7.32	2.180	56.400	89.60	23.200	2.460	3.10	1.58	9.700
90 x 90	6	10	5	10.550	8.28	2.420	80.700	128.00	33.400	2.770	3.48	1.78	12.300
90 x 90	7	10	5	12.220	9.59	2.460	93.000	148.00	38.300	2.760	3.48	1.77	14.200
90 x 90	10	10	7	17.000	13.30	2.570	125.000	199.00	51.700	2.710	3.42	1.74	19.500
90 x 90	13	10	7	21.710	17.00	2.690	156.000	248.00	65.300	2.680	3.38	1.73	24.800
100 x 100	7	10	5	13.620	10.70	2.710	129.000	205.00	53.200	3.080	3.88	1.98	17.700
100 x 100	13	10	7	24.310	19.10	2.940	220.000	348.00	91.100	3.000	3.78	1.94	31.100
100 x 100	10	10	7	19.000	14.90	2.820	175.000	278.00	72.000	3.040	3.83	1.95	24.400
120 x 120	8	12	5	18.760	14.70	3.240	258.000	410.00	106.000	3.710	4.67	2.38	29.500
120 x 120	11	13	6.5	25.370	19.90	3.300	340.000	541.00	140.000	3.660	4.62	2.35	39.360
120 x 120	12	13	6.5	27.540	21.60	3.400	367.000	583.00	151.000	3.650	4.60	2.35	42.680
130 x 130	9	12	6	22.740	17.90	3.530	366.000	583.00	150.000	4.010	5.06	2.57	38.700
130 x 130	15	12	8.5	36.750	28.80	3.760	568.000	902.00	234.000	3.930	4.95	2.53	41.600
130 x 130	12	12	8.5	29.760	23.40	3.640	467.000	743.00	192.000	3.960	5.00	2.54	49.900
150 x 150	12	14	7	34.770	27.30	4.140	740.000	1,180.00	304.000	4.610	5.82	2.96	68.100
150 x 150	15	14	10	42.740	33.60	4.240	888.000	1,410.00	365.000	4.560	5.75	2.92	82.600
150 x 150	19	14	10	53.380	41.90	4.400	1,090.000	1,730.00	451.000	4.520	5.69	2.91	103.000
175 x 175	12	15	11	40.520	31.80	4.730	1,170.000	1,860.00	480.000	5.380	6.78	3.44	91.800
175 x 175	15	15	11	50.210	39.40	4.850	1,440.000	2,290.00	589.000	5.350	6.75	3.48	114.000
200 x 200	15	17	12	57.750	45.30	5.460	2,180.000	3,470.00	891.000	6.140	7.75	3.93	150.000
200 x 200	20	17	12	76.000	59.70	5.670	2,820.000	4,490.00	1,160.000	6.090	7.68	3.90	197.000
200 x 200	25	17	12	93.750	73.60	5.860	3,420.000	5,420.00	1,410.000	6.040	7.61	3.88	242.000
250 x 250	35	24	18	162.600	128.00	7.450	9,110.000	14,400.00	3,790.000	7.490	9.42	4.83	519.000
250 x 250	25	24	12	119.400	93.70	7.100	6,950.000	11,000.00	2,860.000	7.630	9.62	4.89	388.000

## 2. Aluminium

Sifat yang paling menonjol dari Al adalah berat jenis yang rendah dan hantar listrik / panas yang cukup baik.



Logam aluminium mempunyai struktur kristal FCC, Logam ini tahan terhadap korosi pada media yang berubah-ubah dan mempunyai ductilitas yang tinggi. Bijih aluminium dapat digolongkan dalam beberapa golongan yaitu :

- Bijih Bauksit , bijih ini didapat dari bebatuan yang berwarna merah atau coklat, Bauksit setelah dipisahkan dari kotoran-kotoran pengotor didapat koalin, Nepheline, Alumite dan Cynite.

Metode proses pemurnian aluminium dapat diklsifikasikan menjadi 3 golongan yaitu:

1.) Proses Elektrothermis

Pada proses ini bijih-bijih dicairkan dalam dapur listrik sehingga diperoleh cairan aluminium. Proses ini jarang dipergunakan karena diperlukan energi listrik yang sangat besar.

2.) Proses Asam

Pada proses ini bijih-bijih aluminium dilarutkan dengan larutan asam sehingga unsur-unsur pengantar dapat dipisahkan. Setelah garam dari pengantarnya baru kemudian dipisahkan logam dari pengantar tersebut. Proses ini dalam industri digunakan dalam batas batas tertentu karena dibutuhkan peralatan-peralatan tahan asam yang sangat mahal.

3.) Proses Alkaline

Proses ini adalah efek dari reaksi bauksit dengan NaOH dengan bahan tambahan kapur. Proses ini unsur-unsur oksida besi, titanium dan calsium dapat dipisahkan dan silisium yang terdapat dalam bijih-bijih akan dapat bereaksi dengan alkali yang mengakibatkan sebagian dari alkali dan aluminium yang bereaksi akan mengotori aluminium yang dihasilkan. Oleh karenanya maka metode alkali sering digunakan pada bijih-bijih dengankandungan silika yangh rendah.

Sifat-sifat Aluminium :

- a. Rapat jenis : 2,7 gr/cm<sup>3</sup>
- b. Titik lebur : 660 °C
- c. Kekuatan tarik

- Dituang :  $90 - 120 \text{ N / mm}^2$

- Di Anelling :  $70 \text{ N / mm}^2$

- Di Roll :  $130 - 200 \text{ N / mm}^2$

d. Sifat-sifat khas

- Paling ringan

- Penghantar panas / listrik tinggi

- Lunak

- Ulet

- Kekuatan tarik rendah

- Tahan tahap korosi

Penggunaan Aluminium :

a. Karena sifat ringan banyak digunakan dalam

- Pembuatan kapal terbang

- Rangka khusus untuk kapal laut

- kendaraan – kendaraan dan bangunan industri

b. Untuk keperluan alat masak

c. Untuk kabel-kabel listri, karena relative lebih murah dari tembaga

d. Aluminium tuang, jika dikehendaki untuk kontruksi yang ringan dengan kekuatan yang tidak terlalu besar.

## 2.8 Rumus-Rumus Terkait

Dalam perencanaan ini dibutuhkan dasar-dasar perhitungan yang menggunakan teori dan rumus-rumus tertentu untuk menghitung dari komponen pada alat. Adapun rumus dan perhitungan yang digunakan antara lain :

### 1. Perhitungan Poros

Dalam perencanaan sebuah poros, hal yang perlu dilakukan adalah dengan mengetahui tegangan yang terjadi agar dapat diketahui standar dari sebuah poros yang akan digunakan pada alat.

Untuk mengetahui tegangan tarik izin bahan dengan rumus dibawah ini :

$$\bar{\sigma}_t = \frac{\sigma_t}{v} \quad (2.1. \text{ Lit. 1, hal. 12})$$

Keterangan:

$\bar{\sigma}_t$  = Tegangan tarik izin bahan (kg/mm<sup>2</sup>)

$\sigma_t$  = Kekuatan tarik bahan (kg/mm<sup>2</sup>)

v = Faktor keamanan

Untuk mengetahui tegangan geser pada poros dengan rumus dibawah ini :

$$\tau_g = \frac{F}{A} \quad (2.2. \text{ Lit. 1, hal.12})$$

Keterangan :

$\tau_g$  = Tegangan geser (Pa)

F = Gaya (kg)

A = Luas penampang (mm)

Untuk mengetahui tegangan bending pada poros dengan rumus sebagai berikut:

$$\sigma_b = \frac{Mb}{W_b} \quad (2.3. \text{ Lit. 2, hal. 6})$$

Keterangan :

$\sigma_b$  = Tegangan bending (kg/mm<sup>2</sup>)

Mb = Momen bending (kg.mm)

Wb = Momen tahanan bending (mm)

Untuk mencari torsi pada poros dapat diketahui dengan rumus sebagai berikut:

$$T = 9.54 \times \frac{P}{n} \quad (2.4. \text{ Lit. 2, 1997})$$

Keterangan:

T = Torsi (kg.mm)

P = Daya motor listrik (watt)

n = Kecepatan putaran motor listrik (rpm)

## 2. Perhitungan Rangka

Rangka memiliki berfungsi sebagai penopang seluruh komponen pada alat maka dari itu diperlukan sebuah perhitungan pada rangka agar dapat diketahui tegangan apa saja yang akan terjadi. Maka dari itu berikut perhitungan dari rangka:

Untuk mengetahui tegangan tarik izin bahan dengan rumus dibawah ini :

$$\bar{\sigma}_t = \frac{\sigma_t}{v} \quad (2.5. \text{ Lit. 1, hal. 12})$$

Keterangan:

$\bar{\sigma}_t$  = Tegangan tarik izin bahan ( $\text{kg/mm}^2$ )

$\sigma_t$  = Kekuatan tarik bahan ( $\text{kg/mm}^2$ )

$v$  = Faktor keamanan

Untuk mengetahui tegangan tarik izin bahan dengan rumus dibawah ini :

$$\sigma_d = \frac{F}{A} \quad (2.6. \text{ Lit. 1, hal. 12})$$

Keterangan:

$\sigma_d$  = Tegangan tekan ( $\text{kg/mm}^2$ )

$\bar{\sigma}_t$  = Tegangan tarik izin bahan ( $\text{kg/mm}^2$ )

$F$  = Gaya yang dihasilkan (kg)

$A$  = Luas penampang (mm)

Untuk mengetahui tegangan bending pada poros dengan rumus sebagai berikut :

$$\sigma_b = \frac{Mb}{W_b} \quad (2.7. \text{ Lit. 2, hal. 6})$$

Keterangan :

$\sigma_b$  = Tegangan bending ( $\text{kg/mm}^2$ )

$Mb$  = Momen bending (kg.mm)

$W_b$  = Momen tahanan bending (mm)

### 3. Perhitungan Kemampuan Pegas

Pegas memiliki peranan yang cukup penting dalam meja vertikal, agar poros penepat dapat dikembalikan ke posisi semula. Maka dari itu untuk mengetahui konstanta jika menggunakan modulus rigidity dengan rumus berikut :

#### 1. Indeks pegas

$$c = \frac{D}{d} \quad (2.8. \text{ Lit. 2, hal. 316})$$

#### 2. Faktor tegangan wahl (K)

$$K = \frac{4c - 1}{4c - 4} + \frac{0.615}{c} \quad (2.9. \text{ Lit. 2, hal. 316})$$

#### 3. Tegangan puntir

$$\tau_p = \frac{8.D.F}{\pi \cdot d^3} \quad (2.10. \text{ Lit. 2, hal. 318})$$

#### 4. Defleksi Pegas

$$\delta = \frac{8 \cdot F \cdot D^3 \cdot n}{d^4 \cdot G} \quad (2.11. \text{ Lit. 2, hal. 318})$$

Keterangan :

C = Indeks pegas

K = Faktor tegangan wahl

$\tau_p$  = Tegangan puntir (kg)

D = Diameter pegas

d = Diameter kawat pegas

G = Modulus rigidity

F = Gaya pada pegas

n = Jumlah lilitan

$\delta$  = Defleksi (mm)

### 4. Perhitungan Kemampuan Kampuh Las

Kekuatan kampuh lasan memiliki pengaruh yang besar terhadap pelat yang akan dilas, jika gaya yang diterima kampuh las melebihi tegangan geser izin, kampuh las akan mengalami *crack*. Maka dari itu untuk mengetahui nilai dari tegangan yang terjadi dapat menggunakan dengan rumus berikut :

Untuk mengetahui tegangan geser pada kampuh lasan dengan menggunakan rumus dibawah ini :

$$\tau_g = \frac{F}{A} \quad (2.12. \text{ Lit. 1, hal. 12})$$

Keterangan:

$\tau_g$  = Tegangan geser (Pa)

F = Gaya (N)

A = Luas penampang (mm)

Untuk mengetahui luas penampang pada lasan dengan menggunakan rumus dibawah ini :

$$A = L \times 0.7071 \times t \quad (2.13. \text{ Lit. 1, 1997})$$

Keterangan:

A = Luas penampang (mm)

L = Lebar pengelasan

t = Tebal pengelasan

## 2.9 Proses Permesinan

Proses permesinan adalah proses dimana proses ini merupakan proses pembentukan suatu produk dengan pemotongan, pengelasan, atau menggunakan mesin perkakas. Berikut proses permesinan yang dilakukan dalam proses perancangan perbaikan konstruksi Mesin Pengasah Pisau Pada Mesin DRB 80 :

### 2.9.1 Mesin Bubut

Proses bubut merupakan suatu proses pemakanan benda kerja yang sayatannya dilakukan dengan cara memutar benda kerja kemudian dikenakan pada pahat yang digerakkan secara translasi sejajar dengan sumbu putar dari benda kerja. Gerakan putar dari benda kerja disebut gerak potong relative dan gerakan translasi dari pahat disebut gerak umpan (*feeding*).

Rumus perhitungan putaran mesin :

$$n = \frac{1000 \times V_c}{\pi \times d} \quad (2.14, \text{ Lit. 4, hal. 67})$$

Keterangan:

N = Putaran mesin (rpm)

V<sub>c</sub> = Kecepatan potong benda (m/menit)

d = Diameter benda kerja (mm)

**Tabel 2.5 Kecepatan Potong (V<sub>c</sub>)**

MATERIAL	STRAIGHT TURNING SPEED		THREADING SPEED	
	FEET PER MINUTE	METERS PER MINUTE	FEET PER MINUTE	METERS PER MINUTE
LOW-CARBON STEEL	80-100	24.4-30.5	35-40	10.7-12.2
MEDIUM-CARBON STEEL	60-80	18.3-24.4	25-30	7.6-9.1
HIGH-CARBON STEEL	35-40	10.7-12.2	15-20	4.6-6.1
STAINLESS STEEL	40-50	12.2-15.2	15-20	4.6-6.1
ALUMINUM AND ITS ALLOYS	200-300	61.0-91.4	50-60	15.2-18.3
ORDINARY BRASS AND BRONZE	100-200	30.5-61.0	40-50	12.2-15.2
HIGH-TENSILE BRONZE	40-60	12.2-18.3	20-25	6.1-7.6
CAST IRON	50-80	15.2-24.4	20-25	6.1-7.6
COPPER	60-80	18.3-24.4	20-25	6.1-7.6

NOTE: Speeds for carbide-tipped bits can be 2 to 3 times the speed recommended for high-speed steel

(Sumber: Literatur 7)

Waktu Pemakanan Melintang:

$$T_m = \frac{r}{S_r \times n} \quad (2.15, \text{ Lit. 3, hal. 102})$$

Keterangan:

T<sub>m</sub> = Waktu pengerjaan (menit)

r = Jari-jari poros (mm/put)

S<sub>r</sub> = Kedalaman pemakanan (mm/menit)

n = Putaran mesin (rpm)

Waktu Pemakanan Memanjang:

$$T_m = \frac{L}{S_r \times n} \quad (2.16, \text{ Lit. 3, hal. 103})$$

Keterangan:

T<sub>m</sub> = Waktu pengerjaan (menit)

- $L$  = Panjang pemakanan (mm/put)  
 $S_r$  = Kedalaman pemakanan (mm/menit)  
 $n$  = Putaran mesin (rpm)

### 2.9.2 Mesin Milling

Proses milling adalah suatu proses permesinan yang pada umumnya menghasilkan bentukan bidang datar, bidang datar yang terbentuk dari pergerakan kerja mesin dimana proses pengurangan material benda kerja terjadi karena adanya kontak.

Rumus perhitungan putaran mesin :

$$n = \frac{1000 \times V_c}{\pi \times d} \quad (2.17, \text{Lit. 4, hal. 67})$$

Keterangan :

- $n$  = Kecepatan putaran mesin (rpm)  
 $d$  = Diameter benda kerja (mm)  
 $V_c$  = Kecepatan potong (m/menit)

Rumus perhitungan waktu pengerjaan :

$$T_m = \frac{L}{F} \quad (2.18, \text{Lit. 4, hal. 67})$$

Keterangan :

- $T_m$  = Waktu pengerjaan (menit)  
 $L$  = Panjang langkah kerja (mm)  
 $F$  = Kecepatan pemakanan (mm/menit)

Rumus perhitungan rata-rata pemakanan :

$$S = n \times S_r \times z \quad (2.19, \text{Lit. 4, hal. 84})$$

Keterangan :

- $S$  = Rata-rata pemakanan  
 $n$  = Putaran mesin  
 $S_r$  = Pergeseran *cutter* per-putaran  
 $z$  = Jumlah gigi



Perhitungan panjang langkah kerja

$$L = \ell + d + 4 \quad (2.20, \text{Lit. 4, hal. 84})$$

Keterangan :

L = Panjang langkah kerja (mm)

l = Panjang benda kerja (mm)

d = Diameter *cutter* per-putaran (mm/put)

### 2.9.3 Mesin Bor

Mesin bor adalah suatu jenis mesin gerakannya memutar alat pemotong yang arah pemakanan mata bor hanya pada sumbu mesin tersebut (pengerjaan perlubangan). Sedangkan pengeboran adalah operasi menghasilkan lubang berbentuk bulat dengan menggunakan pemotong berputar yang disebut bor dan memiliki fungsi untuk membuat lubang, membuat lubang bertingkat, membesarkan lubang (*chamfer*).

Rumus perhitungan putaran mesin :

$$n = \frac{1000 \times Vc}{\pi \times d} \quad (2.21, \text{Lit. 4, hal. 67})$$

Keterangan:

n = Putaran mesin (rpm)

Vc = Kecepatan potong benda (m/menit)

d = Diameter benda kerja (mm)

$$T_m = \frac{L}{S_r \times n} \quad (2.22, \text{Lit. 3, hal. 106})$$

Keterangan:

T<sub>m</sub> = Waktu pengerjaan (menit)

L = Kedalaman pemakanan (mm/put)

$$= l + 0.3 \cdot d \text{ (mm)}$$

S<sub>r</sub> = Ketebalan pemakanan (mm/menit)

n = Putaran mesin (rpm)

## 2.10 Dasar Perhitungan Biaya Produksi

Dalam perencanaan pembuatan alat ini sangat diperlukan analisa biaya produksinya, karena analisa biaya inilah kita dapat mengetahui biaya-biaya yang diperlukan selama proses produksi. Adapun biaya-biaya produksi yang dihitung adalah:

### 1. Biaya material

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

$$W = V \times \rho \quad (2.23, \text{Lit. 8, hal. 85})$$

Dimana:

- W = Massa bahan (kg)
- V = Volume bahan (mm<sup>3</sup>)
- $\rho$  = Massa jenis bahan (kg/mm<sup>3</sup>)

Sedangkan untuk mengetahui harga material dapat ditentukan dengan menggunakan rumus:

$$TH = W \times HS \quad (2.24, \text{Lit. 8, hal. 86})$$

Dimana:

- TH = Total harga per material (Rupiah)
- HS = Harga satuan per Kg
- W = Massa bahan (kg)

### 2. Biaya listrik

Untuk menentukan biaya pemakaian listrik dapat digunakan rumus sebagai berikut:

$$B = T_m \times B_L \times P \quad (2.25, \text{Lit. 12, hal. 44})$$

Dimana:

- B = Biaya listrik (Rp)
- T<sub>m</sub> = Waktu permesinan (Jam)
- B<sub>L</sub> = Biaya pemakaian listrik = Rp 1.467,28,-

$P = \text{Daya mesin(Kw)}$

### 3. Biaya operator

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

$$BO = S \times T \quad (2.26, \text{Lit. 12, hal. 45})$$

$$S = \frac{UMP}{JK} \quad (2.27, \text{Lit. 12, hal. 45})$$

Dimana:

BO = Biaya Operator

S = Upah/jam

T = Total pengerjaan (jam)

UMP = Upah Minimum Provinsi Sumatera Selatan Rp 2.804.453,-

JK = Jam Kerja dalam Sebulan (Terhitung Senin-Sabtu 8 jam)

### 4. Biaya sewa mesin

Rumus yang digunakan antara lain:

$$BM = T_m \times B \quad (2.28, \text{Lit. 8, hal. 88})$$

Dimana:

BM = Harga sewa mesin (Rp)

$T_m$  = Waktu permesinan (Jam)

B = Harga sewa mesin/jam (Rp)

### 5. Biaya tak terduga (Perencanaan)

Biaya tak terduga dikenakan sebesar 15% dari biaya material dan sewa mesin.

$$= 15 \% (\text{Biaya material} + \text{Biaya sewa mesin}) \quad (2.29, \text{Lit. 8, hal. 89})$$

### 6. Total Biaya produksi

Biaya produksi dari alat ini adalah akumulasi dari biaya material, biaya sewa mesin, biaya listrik, biaya operator.

$$= \text{Biaya material} + \text{biaya sewa mesin} + \text{biaya operator} + \text{biaya tak terduga} \quad (2.30, \text{Lit. 8, hal. 89})$$

#### 7. Keuntungan

Keuntungan dihitung dari sebesar 25% dari biaya produksi alat.

=25% x Biaya Produksi (2.31, Lit. 8, hal. 89)

#### 8. Harga jual

Harga jual dari produksi alat ini adalah dari akumulasi biaya produksi, biaya tak terduga (perencanaan) dan keuntungan.