

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 Motor Induksi 1 Fasa

Motor induksi 1 fasa memiliki beberapa penjelasan dan pengertian, beberapa hal tersebut dibagi menurut spesifikasinya, sebagai berikut :

##### 2.1.1 Pengertian

Motor induksi satu fasa merupakan alat untuk mengubah energy listrik menjadi energi mekanik secara induksi. Motor ini hanya memiliki sebuah lilitan stator sejenis sangkar tupai dan beroperasi dengan pasokan listrik satu fasa. Motor induksi merupakan motor listrik arus bolak-balik yang paling banyak digunakan.

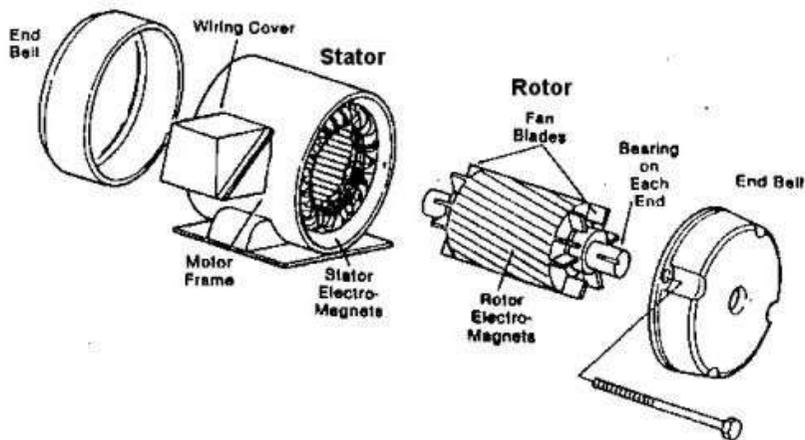
Dikatakan motor induksi karena motor ini bekerja berdasarkan induksi medan magnet dari stator ke rotornya. Arus motor stator induksi satu fasa bukan diperoleh dari sumber tertentu, tetapi merupakan arus yang terinduksi sebagai akibat adanya perbedaan relative antara putaran rotor dengan medan putar ( *rotating magnetic field* ) yang dihasilkan oleh arus stator.

Motor induksi dapat ditemukan pada peralatan rumah tangga seperti kipas angin, mesin cuci, mesin pompa air, dan penyedot debu. Motor induksi satu fasa dapat dilihat pada Gambar.



### 2.1.2 Kontruksi

Secara umum motor induksi terdiri dari rotor dan stator. Rotor merupakan bagian yang bergerak, sedangkan stator yang diam. Di antara stator dan rotor ada celah udara yang jaraknya sangat kecil. Celah udara antara stator dan rotor akan dilewati *fluks* induksi stator yang memotong kumparan rotor, sehingga menyebabkan rotor berputar. Celah udara yang terdapat antara stator dan rotor diatur sedemikian rupa sehingga didapatkan hasil kerja motor yang optimum. Jika celah udara antara stator dan rotor terlalu besar, maka akan mengakibatkan efisiensi motor induksi rendah, sebaliknya jika jarak antara celah sempit, maka akan menimbulkan kesukaran mekanis pada mesin. Kontruksi motor induksi pada dilihat pada Gambar.



Komponen stator adalah bagian luar dari motor yang merupakan bagian yang diam dan mengalirkan arus fasa. Stator terdiri dari susunan laminasi inti yang memiliki alur yang menjadi tempat kedudukan kumparan yang dililitkan dan berbentuk silindris.

Motor induksi memiliki dua komponen utama, kedua komponen tersebut yaitu :

- a. Stator ( bagian yang diam )

Stator terdiri dari belitan-belitan stator. Jika belitan stator diberi aliran listrik, maka pada belitan stator akan menghasilkan *fluks* magnet stator atau medan putar.

---

b. Rotor ( bagian yang berputar )

Rotor terdiri dari belitan-belitan penguat, inti magnet, dan slip ring/sikat. Slip ring berfungsi untuk memasukan listrik DC pada belitan penguat, sehingga timbul kutub magnet pada rotor.

Stator dihubungkan ke caru tegangan AC. Rotor tidak dihubungkan secara listrik ke pengatu tetapi mempunyai arus yang diinduksikan kedalamnya oleh kerja transformator. Oleh sebab itu, stator kadang dianggap sebagai primer dan rotor sebagai sekunder motor.

### 2.1.3 Prinsip Rumus

Motor induksi berkerja berdasarkan induksi elektromagnetik dari kumparan stator ke kumparan rotornya. Apabila sumber tegangan dipasang pada kumparan stator, akan timbul garis-garis gaya *fluks* pada stator yang diinduksikan ke rotor. *Fluks* yang diinduksikan dari kumparan stator akan memotong kumparan rotor, sehingga timbul elektromagnetik GGL atau tegangan induksi. Penghantar rotor merupakan rangkaian yang tertutup, arus akan mengalir pada kumparan rotor. Penghantar rotor berupa kumparan yang dialiri arus ini berada dalam garis *fluks* yang berasal dari kumparan stator, sehingga kumparan rotor akan mengalami gaya Lorentz yang menimbulkan torsi untuk menggerakkan motor sesuai dengan arah penggerak medan induksi stator. Pada rangka stator terdapat lilitan kumparan stator yang ditempatkan pada slot-slot dan jumlah kutub menentukan kecepatan berputarnya medan stator yang terjadi lalu diinduksikan ke rotornya. Makin besar jumlah kutub akan mengakibatkan makin kecilnya kecepatan putar medan stator dan sebaliknya, berikut penjelasannya :

#### 1. Menghitung kecepatan medan putar

$$ns = \frac{120 f}{p}$$

Keterangan :      ns = Kecepatan medan putar ( Rpm )

                          f = Frekuensi ( Hz )

                          p = Jumlah kutub yang terdapat pada motor induksi

Contoh : hitung kecepatan putar motor 4 poles/kutup jika motor dioperasikan dengan frekuensi 50 hz.

$$ns = (120. F)/ P = (120 . 50)/ 4 = 1500 \text{ rpm}$$

## 2. Slip pada motor

$$\% \text{ slip} = \frac{n_s - n}{n_s} \times 100$$

Dimana :

n = Kecepatan motor ( Rpm )

n<sub>s</sub> = Kecepatan medan putar ( Rpm )

Contoh : hitung slip motor jika diketahui kecepatan motor 1420 rpm. Dengan kecepatan sinkron yang sama dengan hasil diatas. % slip = ((n<sub>s</sub> - n) / n<sub>s</sub>) x 100 = ((1500 - 1420) / 1500) x 100 = 5 %

## 3. Menghitung Arus/Ampere

$$P = V \cdot I \cdot \cos \varphi$$

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos \varphi}$$

Contoh. Hitung besarnya arus(ampere) motor dengan daya 1 kw dan tegangan 220V dengan faktor daya 0,88.

$$I = P / V \cdot \cos \varphi \dots P = 1 \text{ kw} = 1000 \text{ watt}$$

$$I = 1000 / (220 \cdot 0,88) = 5 \text{ Ampere}$$

## 4. Menghitung Daya Output Motor

$$P \text{ output} = V \cdot I \cdot \text{eff} \cdot \cos \varphi$$

Contoh. Hitung daya output motor jika diketahui seperti data diatas dengan efisiensi motor 90 % .

$$P \text{ output} = V \cdot I \cdot \text{eff} \cdot \cos \varphi = 380 \cdot 9,5 \cdot 0,9 \cdot 0,88 = 2859 \text{ watt atau dibulatkan jadi 3 KW}$$

## 5. Menghitung Efisiensi Daya Motor

$$\eta = \frac{P \text{ output}}{P} \times 100$$

Contoh. Dengan daya input motor 5 KW dan daya output 4,5 KW. Hitung efisiensi daya pada motor tersebut.

$$\eta = (P_{\text{out}} / P) \times 100\% = (4500 / 5000) \times 100\% = 90 \%$$

---

### 6. Menghitung Daya Semu Motor ( VA )

Mencari / Menghitung	Alternating Current 1 Fasa
Mencari arus/ampere putar ketika daya output diketahui	$\frac{P_{out}}{V \cdot eff \cdot Pf}$
Mencari arus/ampere putar ketika input motor diketahui	$\frac{P_{out}}{V \cdot Pf}$
Mencari arus/ampere ketika daya semu diketahui	$\frac{S}{V}$
Mencari daya motor	$V \cdot I \cdot Pf$
Mencari daya semu	$V \cdot I$
Mencari daya output	$V \cdot I \cdot Eff \cdot Pf$

Dimana :

- I = Arus/Ampere
- V = Tegangan
- Eff = Efisiensi
- Pf = Faktor daya/  $\cos \phi$
- S = Daya semu
- P = Daya aktif
- Pout = Daya keluaran

### 7. Menghitung Torsi Motor

Hubungan antara horse power, torsi, dan kecepatan

$$HP = \frac{T \times n}{5250} \quad T = \frac{5250 \cdot HP}{n} \quad n = \frac{5250 \cdot HP}{T}$$

Dimana :

- T = Torsi Motor (dalam lb ft)
- n = Kecepatan putar motor (Rpm)
- HP = Daya kuda motor (HP = 746 watt)
- 5250 = Konstan

Contoh. Hitung berapa torsi motor 10 HP. Dengan kecepatan 1500 rpm.

$$T = (5250 \cdot HP)/n = (5250 \cdot 10)/ 1500 = 35 \text{ lb ft} = 45,6 \text{ Nm}$$

## 8. Menghitung Torsi Motor

1.  $T = F \cdot D$

Dimana :

T = torsi motor (dalam lb ft)

F = gaya (pon)

D = jarak (ft)

2.  $T = F \cdot D$

Dimana :

T = torsi motor (Nm)

F = gaya (Newton)

D = jarak (meter)

$$1 \text{ lb ft} = 0,1383 \text{ kgm} = 1,305 \text{ Nm}$$

$$1 \text{ kgm} = 7,233 \text{ lb ft} = 9,807 \text{ Nm}$$

## 2.2 Sistem Transmisi

Sistem transmisi adalah sistem yang berfungsi untuk mengonversikan torsi dan kecepatan putar mesin menjadi torsi dan kecepatan yang berbeda-beda untuk diteruskan ke penggerak akhir. Konversi ini mengubah kecepatan putar yang tinggi menjadi lebih rendah dan bertenaga atau sebaliknya.

Dalam ilmu perencaan sebuah mesin, sistem transmisi secara garis besar dibagi menjadi beberapa macam diantaranya :

- a. Transmisi Sabuk ( belt )
- b. Transmisi Rantai
- c. Transmisi *sprocket*
- d. Transmisi *reducer*

### 2.2.1 Sabuk

Sabuk-V atau *V-belt* adalah salah satu transmisi penghubung yang terbuat dari karet dan mempunyai penampang berbentuk trapesium. Dalam penggunaannya sabuk-V dibelitkan mengelilingi alur puli yang berbentuk V pula. Bagian sabuk yang membelit pada puli akan mengalami lengkungan sehingga lebar bagian dalamnya akan bertambah besar.

---

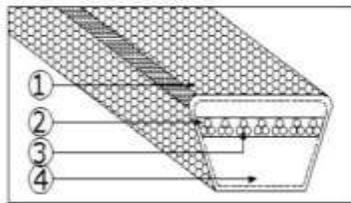
Sabuk-V banyak digunakan karena sabuk-V sangat mudah dalam penanganannya dan murah harganya. Selain itu sabuk-V juga memiliki keunggulan lain yaitu akan menghasilkan transmisi daya yang besar pada tegangan yang relatif rendah jika dibandingkan dengan transmisi roda gigi dan rantai, sabuk-V bekerja lebih halus dan tak bersuara. Selain memiliki keunggulan dibandingkan dengan transmisi-transmisi yang lain, sabuk-V juga memiliki kelemahan berupa terjadinya sebuah slip.

Sabuk - V adalah Sabuk yang terbuat dari karet dan mempunyai bentuk penampang trapesium. Sabuk V dibelitkan pada alur puli yang berbentuk V pula. Bagian sabuk yang membelit akan mengalami lengkungan sehingga lebar bagian dalamnya akan bertambah besar. Berikut ini adalah kelebihan yang dimiliki oleh Sabuk-V:

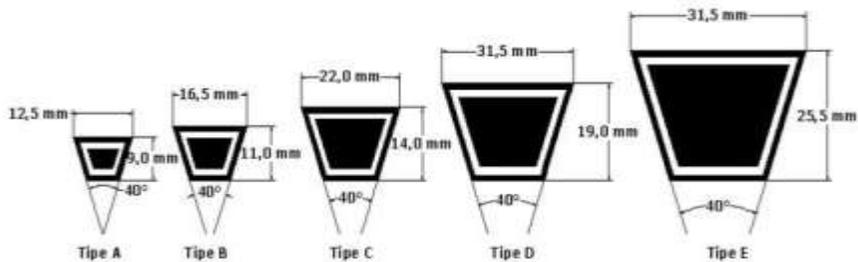
- Sabuk-V dapat digunakan untuk mentransmisikan daya yang jaraknya relatif jauh.
- Memiliki faktor slip yang kecil.
- Mampu digunakan untuk putaran tinggi.
- Dari segi harga Sabuk-V relatif lebih murah dibanding dengan elemen transmisi yang lain.
- Pengoperasian mesin menggunakan Sabuk-V tidak membuat berisik.

Sabuk-V terdiri dari beberapa tipe yang digunakan sesuai dengan kebutuhan. Tipe yang tersedia A,B,C,D dan E. Berikut ini adalah tipe Sabuk-V berdasarkan bentuk dan kegunaannya:

- Tipe standar yang ditandai huruf A, B, C, D, & E
- Tipe sempit yang ditandai simbol 3V, 5V, & 8V
- Tipe beban ringan yang ditandai dengan 3L, 4L, & 5L



1. Tergal
2. Bagian penarik
3. Karet pembungkus
4. Bantal karet



Type of belt	Power ranges in kW	Minimum pitch diameter of pulley (D) mm	Top width (b) mm	Thickness (t) mm	Weight per metre length in newton
A	0.7 – 3.5	75	13	8	1.06
B	2 – 15	125	17	11	1.89
C	7.5 – 75	200	22	14	3.43
D	20 – 150	355	32	19	5.96
E	30 – 350	500	38	23	–

(All dimensions in mm)

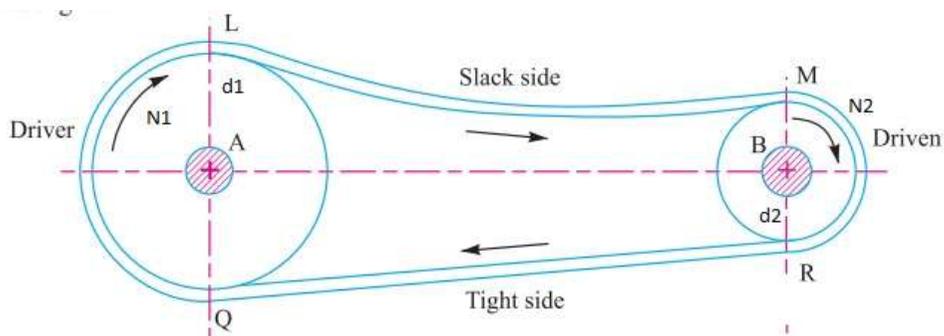
Type of belt	w	d	a	c	f	e	No. of sheave grooves (n)	Groove angle (2β) in degrees
A	11	12	3.3	8.7	10	15	6	32, 34, 38
B	14	15	4.2	10.8	12.5	19	9	32, 34, 38
C	19	20	5.7	14.3	17	25.5	14	34, 36, 38
D	27	28	8.1	19.9	24	37	14	34, 36, 38
E	32	33	9.6	23.4	29	44.5	20	–

### 2.2.2 Pully

Sebuah mesin sering menggunakan sepasang puli untuk mereduksi kecepatan dari motor listrik, dengan berkurangnya kecepatan motor listrik maka tenaga dari mesinpun ikut bertambah. Puli dapat digunakan untuk mentransmisikan daya dari poros satu ke poros yang lain melalui sistem transmisi penggerak berupa *flat belt*, *V-belt* atau *circular belt*. Cara kerja puli sering digunakan untuk mengubah arah gaya yang diberikan, mengirim gerak dan mengubah arah rotasi.



Perbandingan kecepatan (*velocity ratio*) pada puli berbanding terbalik dengan perbandingan diameter puli, dimana secara matematis ditunjukkan dengan persamaan berikut:



Rasio kecepatan pully :

$$V \text{ sabuk 1} = V \text{ sabuk 2}$$

$$D_1 \cdot N_1 = D_2 \cdot N_2$$

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{D_2}{D_1}$$

Keterangan :

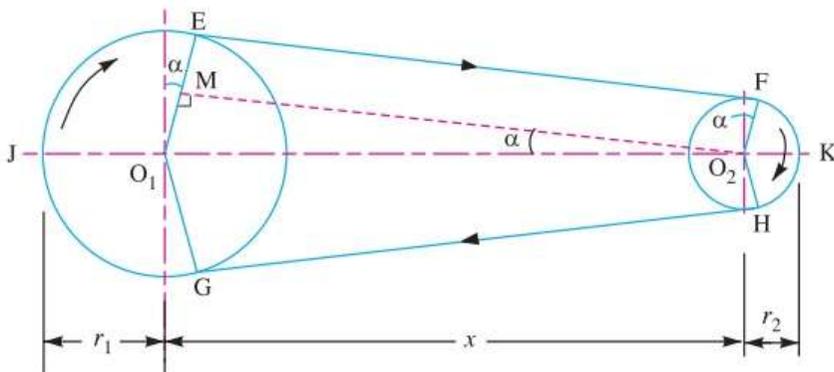
$N_1$  = Putaran puli penggerak (rpm)

$N_2$  = Putaran puli yang di gerakkan (rpm)

$D_1$  = Diameter puli yang menggerakkan. (mm)

$D_2$  = Diameter puli yang di gerakkan (mm)

Rumus Panjang Sabuk :



$$L = \pi (r_1 + r_2) + 2x + \frac{(r_1 + r_2)^2}{x}$$

Diketahui :

$x$  = jarak antar pusat puli

$r_1$  = jari-jari puli 1

$r_2$  = jari-jari puli 2

$\alpha$  = sudut kontak antara puli dan sabuk

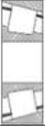
### 2.3 Bearing

*Bearing* dalam Bahasa Indonesia berarti bantalan. Dalam ilmu mekanika *bearing* adalah sebuah elemen mesin yang berfungsi untuk membatasi gerak relatif antara dua atau lebih komponen mesin agar selalu bergerak pada arah yang diinginkan. *Bearing* menjaga poros (*shaft*) agar selalu berputar terhadap sumbu porosnya, atau juga menjaga suatu komponen yang bergerak linier agar selalu berada pada jalurnya.



#### 2.3.1 Kode Pertama ( Jenis Bearing )

Kode	Nama bearing	Gambar
1	Self-Aligning Ball Bearing	
2	Spherical Roller Bearing	
3	Double-Row Angular Contact Ball Bearing	
4	Double-Row Ball Bearing	
5	Thrust Ball Bearing	
6	Single-Row Deep Groove Ball Bearing	

7	Single-Row Angular Contact Bearing	
78	Felt Seal	
32	Tapered Roller Bearing	
<b>R</b> <b>Inch (Non-Metric) Bearing</b> <b>Varies</b>		
N	Cylindrical Roller Bearing	
NN	Double-Row Roller Bearing	
NA	Needle Roller Bearing	

Jadi dalam kode bearing ( bantalan ) = 6203ZZ seperti pada Gambar, kode pertama adalah angka 6 yang menyatakan bahwa tipe bearing tersebut adalah **Single-Row Deep Groove Ball Bearing**, kode di atas menyatakan pengkodean bearing dalam satuan metric, jika seperti **R8-2RS**, maka kode pertama **R** yang menandakan bahwa bearing tersebut merupakan bearing berkode satuan inchi.

### 2.3.2 Kode Kedua ( Seri Bearing )

Kalau kode pertama adalah angka maka bearing tersebut adalah bearing metric seperti contoh di atas ( 6203ZZ ), maka kode kedua menyatakan seri bearing untuk menyatakan ketahanan dari bearing tersebut. Seri penomoran adalah mulai dari ketahan paling ringan sampai paling berat :

- **8 = Extra thin section**
- **9 = Very thin section**
- **0 = Extra light**
- **1 = Extra light thrust**
- **2 = Light**
- **3 = Medium**
- **4 = Heavy**

Kalau Kode pertama adalah Huruf, maka bearing tersebut adalah bearing Inchi seperti contoh (R8-2RS ) maka kode kedua ( angka 8 ) menyatakan besar diameter dalam bearing di bagi 1/16 inchi atau = 8/16 Inchi.

### 2.3.3 Kode Ketiga dan Keempat ( Ø Bore Bearing )

Untuk kode 0 sampai dengan 3, maka diameter bore bearing sebagai berikut:

- 00 = Diameter dalam 10 mm
- 01 = Diameter dalam 12 mm
- 02 = Diameter dalam 15 mm
- 03 = Diameter dalam 17 mm

selain kode nomor 0 sampai 3, misalnya 4, 5 dan seterusnya maka diameter bore bearing dikalikan dengan angka 5 misal 04 maka diameter bore bearing = 20 mm.

### 2.3.4 Kode Yang Terakhir ( Bahan Penutup Bearing )

Ok, jadi kita sudah sampai pada pengkodean terakhir. pengkodean ini menyatakan tipe jenis penutup bearing ataupun bahan bearing. seperti berikut :

1. **Z** Single shielded ( bearing ditutupi plat tunggal)
2. **ZZ** Double shielded ( bearing ditutupi plat ganda )
3. **RS** Single sealed ( bearing ditutupi seal karet)
4. **2RS** Double sealed (bearing ditutupi seal karet ganda )
5. **V** Single non-contact seal
6. **VV** Double non-contact seal
7. **DDU** Double contact seals
8. **NR** Snap ring and groove
9. **M** Brass cage

### 2.3.5 Pillow Block ( UCP )



Ini bearing unit paling umum digunakan. Sering disebut laher duduk atau pillow block. Memiliki dua lubang baut yang sumbuinya berlawanan dengan poros bearing. Bisa dipasang duduk normal, terbalik atau menyamping.

### 2.3.6 Cara Membaca Kode

- UC = Kode insert bearing (laher isiannya)
- P = Tipe housing/rumah
- 2 = Kode seri
- 05 = Kode diameter lobang

Dimana :

- UC = Insert bearing standar bentuknya spherical (melengkung) di diameter luarnya, silendris lobangnya dan memiliki baut pengunci.
- P = Pillow block, pada kode lainnya ada F ( *Flange* ), FC ( *Flange Unit* ), FL ( *Piloted Round* ) dan T ( *Take* )
- 2 = Angka standard industrial series
- 05 = Kode diameter lubang....

01 = diameter lubangunya 12mm

02 = diameter lubangunya 15mm

03 = diameter lubangunya 17mm  
04 dan diatasnya ==> diameternya kalikan s  
smenggunakan rumus yang dapat di turunkan.

---

### 2.3.7 proses manufaktur

Elemen dasar dari proses pemesinan dapat di ketahui atau di hitung dengan menggunakan rumus yang dapat di turunkan.

Kondisi pemotongan di tentukan sebagai berikut:

Benda kerja :  $d_o$  = diameter mula : mm  
                   $d_m$  = diameter akhir : mm  
                   $l_t$  = panjang pemesinan : mm

Pahat :  $k_f$  = sudut potong utama : °  
           $\gamma_o$  = sudut geram : °

Mesin bubut :  $a$  = kedalaman potong : mm

$$a = (d_o - d_m) / 2 \quad : \text{ mm}$$

$f$  = gerak makan : mm/r

$n$  = putaran poros benda kerja (benda kerja) : (r)/mm

Elemen dasar dapat di hitung dengan rumus rumus berikut :

#### 1. Kecepatan potong :

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \quad : \text{ m/min}$$

Dimana  $d$  = diameter rata rata yaitu :

$$d = (d_o + d_m) / 2 = d \quad : \text{ mm}$$

2. kecepatan makan :  $V_f = f \cdot n \quad : \text{ mm}$

3. waktu pemotongan :  $T_o = f \cdot a \cdot v \quad : \text{ cm}^3/\text{min}$

---

#### 4. kecepatan penghasilan geram : $Z = A \cdot V$

Dimana penampang geram sebelum terpotong  $A = f \cdot a$  :  $\text{mm}^2$

Maka :  $Z = f \cdot a \cdot v$  :  $\text{cm}^3/\text{min}$

Pada di perhatikan sudut potong utama ( $k_r$  principal cutting edge angle) yaitu merupakan sudut antara mata potong mayor (proyeksi pada bidang refrensi) dengan kecepatan makan  $v_f$ . Besarnya sudut tersebut di tentukan oleh geometri pahat dan cara pemasangan pahat pada mesin perkakas (orientasi pemasangannya). Untuk harga  $a$  dan  $f$  yang tetap maka sudut ini menentukan besarnya lebar pemotongan ( $b$ , witch of cut) dan tebal geram sebelum terpotong ( $h$ , undeformed chip thinkness) sebagai berikut :

**-Lebar pemotongan :**  $B = a/\sin k_r$  : mm

**-tebal geram sebelumnya terpotong**  $H = f \sin k_r$  : mm

Dengan demekian penampang geram sebelum terpotong dapat di tuliskan sebagai berikut :

$$A = f \cdot a - b \cdot H \quad : \text{ mm}$$

Perlu dicatat bahwa tebal geram sebelum terpotong ( $h$ ) belum tentu sama dengan tebal geram ( $h_c$ , chip thinknes) dan hal ini antara lain di pengaruhi oleh sudut geram ( $\gamma_o$ ) kecepatan potong dan material benda kerja (akan di bahas lebih lanjut).