

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Penelitian Sebelumnya

Kemal (2013) melakukan penelitian tentang analisa parameter proses untuk proses *surface grinding* menggunakan metode Taguchi. Dari penelitian yang dilakukan dengan variasi kecepatan spindle batu gerinda sekitar 1000-2000 rpm, kecepatan pemakanan antara 20-30 m/min dan *depth of cut* antara 0,05-0,15mm diperoleh kesimpulan bahwa *depth of cut* dan kecepatan spindle batu gerinda berpengaruh secara signifikan pada kekasaran permukaan. Urutan kontribusi dari parameter penggerindaan antara lain *depth of cut*, kecepatan spindle batu gerinda dan kecepatan pemakanan adalah 50%, 40% dan 10%.

Sakti (2006) melakukan penelitian tentang optimalisasi proses gerinda untuk permukaan. Dari penelitian yang dilakukan dengan menggunakan desain eksperimen faktor 2x3x3 untuk mengevaluasi efek beberapa variabel proses seperti kecepatan, kedalaman pemotongan, dan juga metode pendinginan pada temperatur dan kekasaran permukaan. Udara bertekanan tinggi dan udara pada temperatur ruangan adalah jenis metode yang digunakan pada proses ini. Hasil penelitian ini akan dianalisis dengan ANOVA. Hasil penelitian menunjukkan bahwa temperatur yang dihasilkan pada udara bertekanan tinggi lebih rendah daripada udara pada temperatur ruangan. Benda kerja yang digerinda dengan metode pendinginan udara menghasilkan kekasaran permukaan terendah. Semakin cepat kecepatan meja mesin gerinda, semakin rendah temperatur gerinda yang dihasilkan dan semakin rendah pula kekasaran permukaannya. Lebih jauh lagi, semakin besar kedalaman pemotongan, semakin besar pula temperatur yang dihasilkan dan semakin besar pula kekasaran permukaannya.

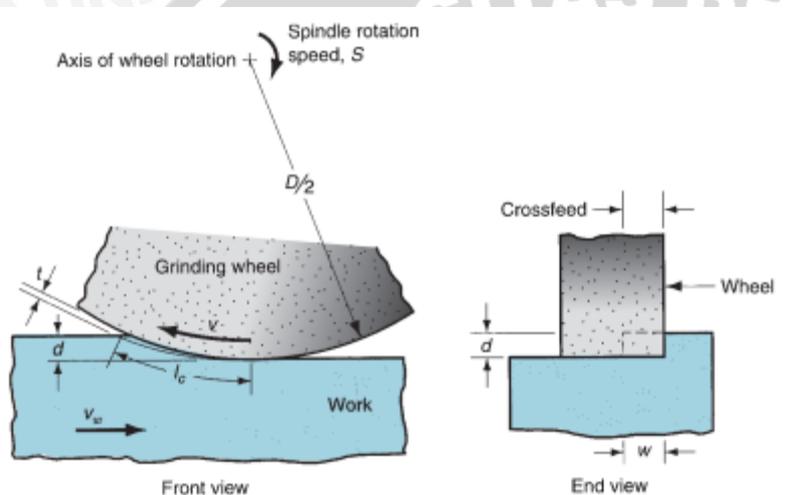
Demir (2010) melakukan penelitian untuk menyelidiki efek dari ukuran butir pada kekasaran permukaan benda kerja dan gaya penggerindaan pada proses *surface grinding* baja AISI 1050. Pengujian gerinda dilakukan dengan menggunakan variasi batu gerinda yang berbeda-beda dengan butiran yang berbeda. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ukuran butir secara signifikan mempengaruhi gaya penggerindaan dan nilai kekasaran permukaan. Peningkatan ukuran butir dan kedalaman potong meningkatkan gaya penggerindaan dan nilai kekasaran permukaan. Untuk ukuran butir yang berbeda, kedalaman pemotongan 0,01 dan 0,02 mm tidak menimbulkan variasi yang signifikan pada

gaya penggerindaan tetapi peningkatan kedalaman potong menyebabkan variasi naik 50% pada gaya penggerindaan.

## 2.2 Gerinda

### 2.2.1 Pengertian Gerinda

Mesin gerinda merupakan salah satu mesin perkakas yang digunakan untuk memotong atau mengasah benda kerja dengan tujuan tertentu. Prinsip kerja mesin gerinda adalah roda gerinda berputar bersentuhan dengan permukaan benda kerja dan terjadi pemotongan atau pengasahan.



Gambar 2.1 Proses Gerinda  
Sumber: Groover, Mikell P. (1996, 610)

Keterangan:

$v$  = kecepatan potong batu gerinda (m/s)

$d$  = kedalaman pemotongan (*depth of cut*) (mm)

$t$  = tinggi *chip* ( $\mu\text{m}$ )

$l_c$  = panjang *chip* rata-rata (mm)

$w$  = lebar jalan batu gerinda (mm)

Menurut Agus (2010) proses penggerindaan dilaksanakan dengan mesin gerinda menggunakan pahat berupa batu gerinda berbentuk piringan (*grinding wheel/disk*) yang dibuat dari campuran serbuk abrasif dan bahan pengikat dengan komposisi dan struktur tertentu. Batu gerinda yang dipasang pada spindel/ poros utama tersebut berputar dengan

kecepatan tertentu tergantung pada diameter dan putarannya, maka kecepatan *peripheral* pada tepi batu gerinda dapat dihitung dengan rumus berikut

$$V_s = \frac{\pi \cdot d_s \cdot n_s}{60.000} \text{ (m/s)} \dots\dots\dots (2-1)$$

Keterangan :

$V_s$  = kecepatan potong batu gerinda (m/s)

$d_s$  = diameter batu gerinda (mm)

$n_s$  = putaran batu gerinda (r/min)

Fungsi utama mesin gerinda antara lain sebagai berikut:

1. Memotong benda kerja yang ketebalannya yang tidak relatif tebal.
2. Menghaluskan dan meratakan permukaan benda kerja.
3. Sebagai proses jadi akhir (*finishing*) pada benda kerja.
4. Mengasah alat potong agar tajam.
5. Menghilangkan sisi tajam pada benda kerja.
6. Membentuk suatu profil pada benda kerja (baik itu elips, siku, dan lain-lain).

Kelebihan mesin gerinda:

1. Dapat mengerjakan benda kerja yang telah dikeraskan.
2. Dapat menghasilkan permukaan yang sangat halus.
3. Dapat mengerjakan benda kerja dengan tuntutan ukuran yang sangat presisi.

Kekurangan mesin gerinda:

1. Skala pemakanan (*depth of cut*) harus kecil.
2. Waktu yang diperlukan untuk mengerjakan cukup lama.
3. Biaya yang diperlukan untuk pengerjaan cukup mahal.

Berdasarkan pada bentuk permukaan yang dihasilkan, proses gerinda digolongkan menjadi 2 jenis, yaitu :

1. Gerinda silindris (*cylindrical grinding*) untuk menghasilkan permukaan silindris.
2. Gerinda rata (*surface grinding*) untuk menghasilkan permukaan rata/ datar.

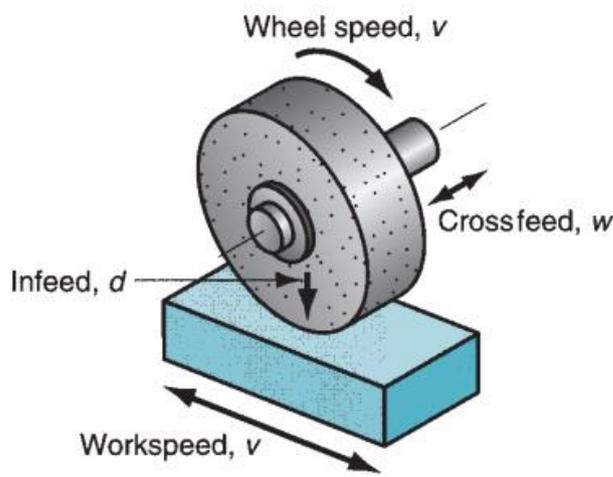
## 2.2.2 Jenis-Jenis Mesin Gerinda

### A. Mesin gerinda datar

Mesin *surface grinding* merupakan mesin gerinda yang mengacu pada pembuatan bentuk datar dan permukaan yang rata pada sebuah benda kerja yang berada di bawah batu gerinda yang berputar (Fernando 2012). Pada umumnya mesin *surface grinding* digunakan untuk menggerinda permukaan benda kerja di mana meja mesinnya bergerak horizontal bolak-balik. Meja ini dapat dioperasikan manual maupun otomatis. Pencekaman benda kerja dilakukan dengan cara ditempelkan pada permukaan kotak meja magnetik.

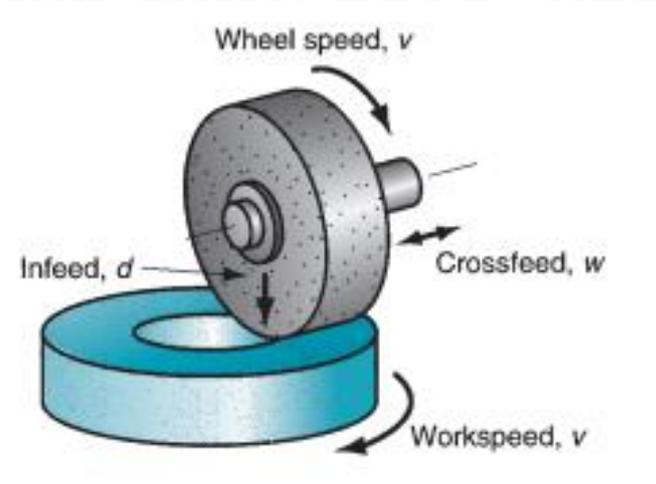
Berdasarkan sumbu utamanya, mesin gerinda datar dibagi menjadi 4 macam antara lain sebagai berikut:

1. Mesin gerinda datar horisontal dengan gerak meja bolak-balik. Mesin gerinda ini digunakan untuk menggerinda benda-benda dengan permukaan rata dan menyudut. Mengenai panjang langkah pada meja dan gerakan melintang batu gerinda dapat disetting pada tuas di meja mesin gerinda sesuai dengan sifat dan karakter benda kerja yang akan dikerjakan.



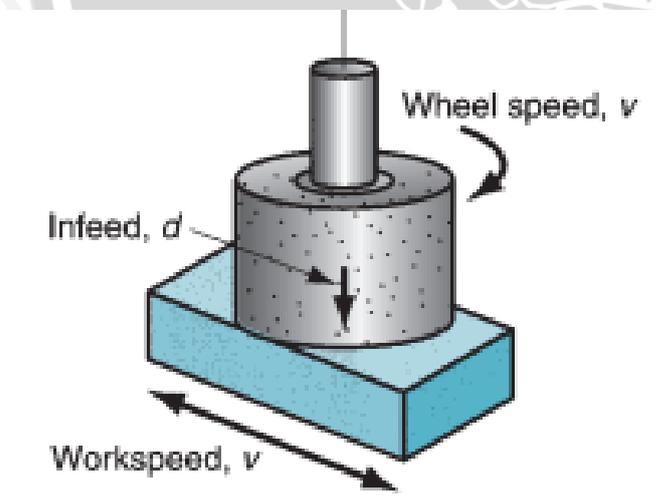
Gambar 2.2 Mesin Gerinda Datar dengan Meja Bolak Balik  
Sumber : Groover, Mikell P. (1996, 616)

2. Mesin gerinda datar horisontal dengan gerak meja berputar. Mesin jenis ini digunakan untuk menggerinda permukaan rata pada benda kerja silindris. Tepatnya di bagian sisi permukaan rata benda kerja tersebut dengan gerakan berputarnya meja mesin *surface grinding*.



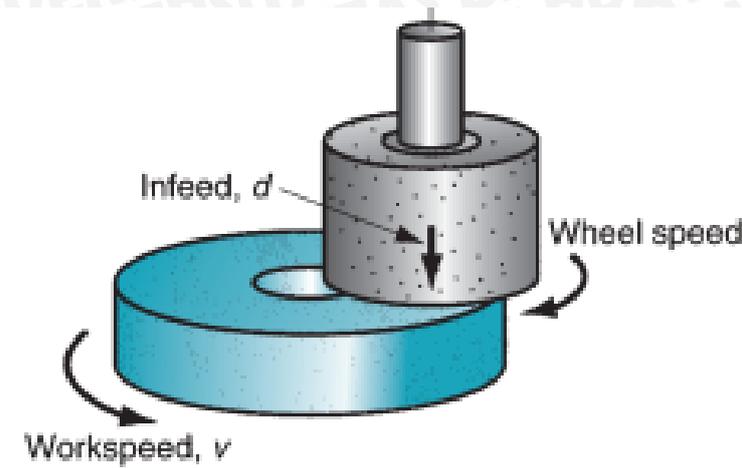
Gambar 2.3 Mesin Gerinda Datar Horizontal dengan Gerak Meja Berputar  
Sumber : Groover, Mikell P. (1996, 616)

3. Mesin gerinda datar vertikal dengan gerak meja bolak-balik. Mesin jenis ini digunakan untuk menggerinda benda-benda berpermukaan rata, lebar, dan menyudut. Penggerindaan berlangsung pada sisi samping roda gerinda sehingga ketika proses harus berhati-hati dalam pemakanan dengan cara lebih sedikit-sedikit. Cara ini dilakukan agar benda kerja tidak gosong ketika menerima beban dan luas penampang yang terlalu besar pada sisi potong batu gerinda.



Gambar 2.4 Mesin Gerinda Datar Vertikal dengan Gerak Meja Bolak-Balik  
Sumber : Groover, Mikell P. (1996, 617)

4. Mesin gerinda datar vertikal dengan gerak meja berputar. Mesin jenis ini digunakan untuk menggerinda permukaan rata poros dan lubang.



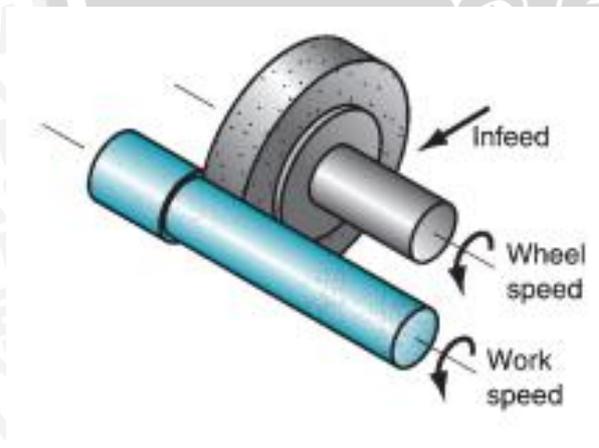
Gambar 2.5 Mesin Gerinda Datar Vertikal dengan Gerak Meja Berputar  
 Sumber : Groover, Mikell P. (1996, 617)

### B. Mesin Gerinda Silindris

Mesin gerinda silindris merupakan alat pemesinan yang berfungsi untuk membuat bentuk-bentuk silindris, silindris bertingkat, dan sebagainya. Berdasarkan konstruksi mesinnya, mesin gerinda silindris dibedakan mejadi menjadi empat macam, yaitu:

#### 1. Mesin Gerinda Silindris Luar

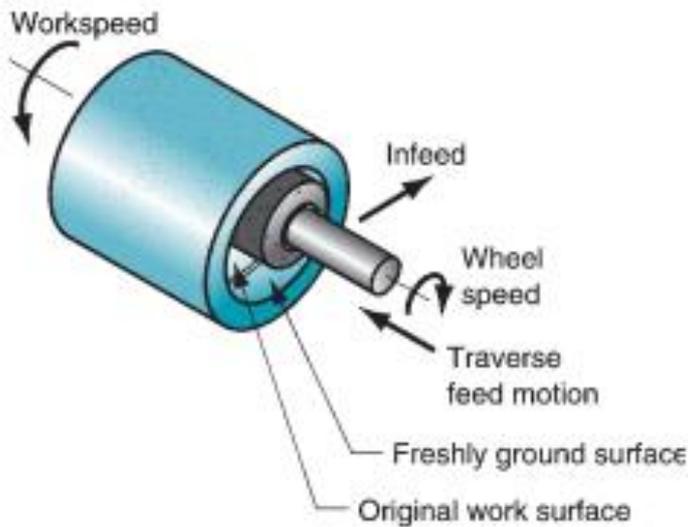
Mesin gerinda silindris luar berfungsi untuk menggerinda diameter luar benda kerja yang berbentuk silindris dan tirus.



Gambar 2.6 Mesin Gerinda Silindris Luar  
 Sumber : Groover, Mikell P. (1996, 617)

#### 2. Mesin Gerinda Silindris Dalam

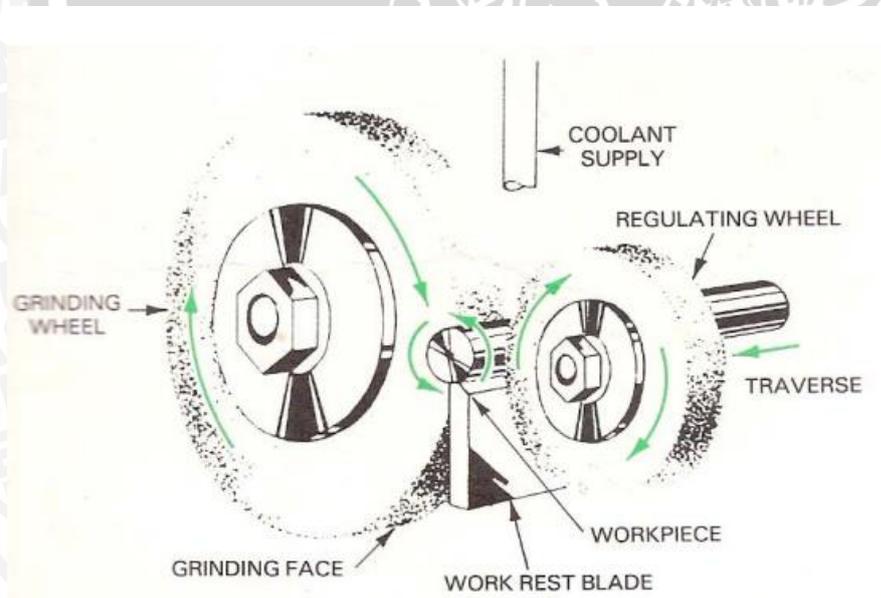
Mesin gerinda ini berfungsi untuk penggerindaan benda-benda dengan diameter dalam yang berbentuk silindris dan tirus.



Gambar 2.7 Mesin Gerinda Silindris Dalam  
Sumber : Groover, Mikell P. (1996, 617)

### 3. Mesin Gerinda Silinder Luar Tanpa Center (*Centreless*)

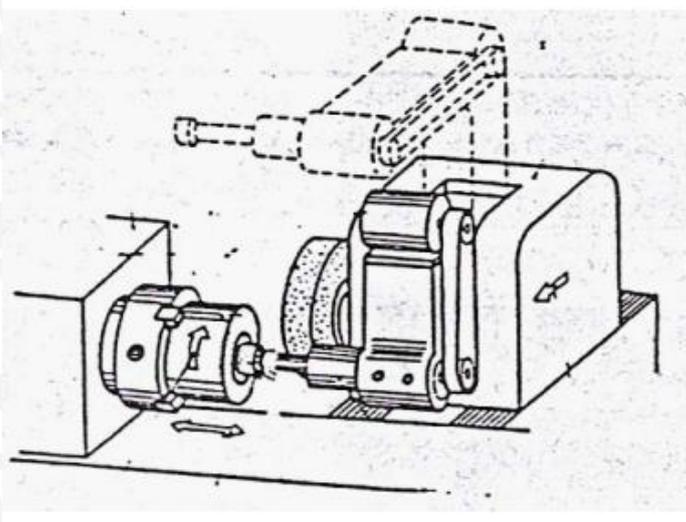
Mesin gerinda silindris jenis ini digunakan untuk menggerinda diameter luar dalam jumlah yang banyak/massal baik panjang maupun pendek.



Gambar 2.8 Mesin Gerinda Silinder Luar Tanpa Center (*Centreless*)  
Sumber : Paryanto (2015,19)

### 4. Mesin Gerinda Silindris Universal

Mesin gerinda ini mampu mengerjakan benda kerja dengan diameter luar dan dalam baik bentuk silindris dan tirus.



Gambar 2.9 Mesin Gerinda Silindris Universal  
Sumber : Paryanto (2015,19)

## 2.3 Batu Gerinda (*Grinding Wheel*)

### 2.3.1 Pengertian Batu Gerinda

Batu gerinda merupakan alat potong pada mesin gerinda. Batu gerinda sebetulnya juga menyayat seperti penyayatan pada pisau *milling*, hanya penyayatannya sangat halus, dan tatalnya tidak terlihat seperti *milling*. Tatal hasil penggerindaan ini sangat kecil seperti debu.

Dari berbagai bentuk batu gerinda sebenarnya bahan utamanya hanya terdiri dari dua jenis pokok, yaitu butiran bahan asah/pemotong (*abrasive*) dan perekat (*bond*). Fungsi batu gerinda sebagai berikut:

1. Untuk penggerindaan silindris, datar dan profil.
2. Menghilangkan permukaan yang tidak rata.
3. Untuk pekerjaan finishing permukaan.
4. Untuk pemotongan.
5. Penajaman alat-alat potong.

Batu gerinda tersusun dari *abrasive* dan perekat yang saling melengkapi dalam pembentukan sifat-sifat batu gerinda. Ada beberapa jenis perekat dan cara perekatan yang berbeda-beda. Diantaranya yang digunakan adalah :

1. *Vitrified Bond*

Perekat yang bila digunakan untuk membuat batu gerinda memberikan sifat yang tahan air, garam, oli bahan-bahan kimia dan tahan untuk disimpan dalam waktu lama ini adalah perekat yang paling banyak digunakan dalam pembuatan batu gerinda, Kira-kira

80% dari batu gerinda yang ada menggunakan perekat jenis ini. Namun roda gerinda ini cukup sensitif terhadap hentakan dan pukulan.

### 2. *Silicate Bond*

Batu gerinda dengan perekat jenis ini tahan terhadap air, sangat cocok untuk penggerindaan basah. Dibuat dari *sodium silicate* dan oksida seng sebagai bahan anti air. Pembuatan batu gerinda dengan mencampurkan *abrasive* dan perekat kemudian dituang dalam cetakan dari logam dan dipanggang dalam suhu 260°C selama 2-3 hari. Perekat ini menghasilkan panas yang lebih rendah, karena daya ikatnya yang tidak sekuat *vitriified* sehingga butiran *abrasive* nya dapat lebih mudah lepas. Digunakan khusus untuk mengasah alat-alat potong.

### 3. *Shellac Bond*

Merupakan *organic bond* karena terbuat dari bahan organik yang biasa dikenal dengan nama damar. Batu gerinda dengan *shellac bond* sangat ulet dan elastis sehingga cocok untuk membuat batu gerinda yang tipis dan pembuatan profil-profil tajam. Pembuatan batu gerinda dengan mencampur *abrasive* dengan *shellac* atau damar dalam uap panas kemudian dimasukkan dalam cetakan panas dari baja kemudian digiling atau dipres. Kemudian roda gerinda dipanggang beberapa jam pada suhu sekitar 150°C. Sangat baik untuk pembuatan roda gerinda yang tipis yang digunakan untuk pengerjaan halus. Kelemahannya hanya pada ketahanan panas yang kurang.

### 4. *Rubber Bond*

Perekat ini dapat digunakan untuk membuat batu gerinda yang sangat tipis sekalipun. Sifat-sifat yang dimiliki sama dengan tipe perekat *shellac bond* yaitu ulet dan elastis sehingga tepat untuk membuat batu gerinda yang tipis dan pembuatan profil-profil tajam. Pembuatan batu gerinda dengan cara mencampur karet murni dengan belerang (digunakan sebagai *centerless feed wheels*) dan *abrasive* kemudian dialirkan ke dalam rol pencampur yang panas. Setelah itu dibentuk menjadi ukuran yang pas.

Batu gerinda dengan *rubber bond* biasanya digunakan untuk menggerinda permukaan yang sangat halus dan baik, seperti halnya alur dan bantalan peluru. Digunakan juga untuk *portable grinder* yang digunakan untuk menghilangkan bekas pengelasan. Selain itu juga dapat digunakan untuk pemotong dengan tambahan bahan-bahan tertentu.

### 5. *Resenoid Bond*

Dalam proses *resenoid* (bakelit) ini butiran *abrasive* dicampur dengan serbuk bakelit dan larutan, secara *thermo setting* dicetak dan dipanggang. Perekat ini sangat kuat dan keras. Roda gerinda dari proses ini mampu membersihkan bahan secara cepat.

Umumnya dipakai di bengkel pengecoran untuk pembuangan percikan pengelasan. Kecepatan potong batu gerindanya mencapai 45-80 m/s. Dapat digunakan untuk membuat batu gerinda yang tipis dan tidak terpengaruh pada perubahan *temperature*. Namun batu gerinda ini lemah terhadap bahan kimia dan tidak tahan lama bila disimpan.

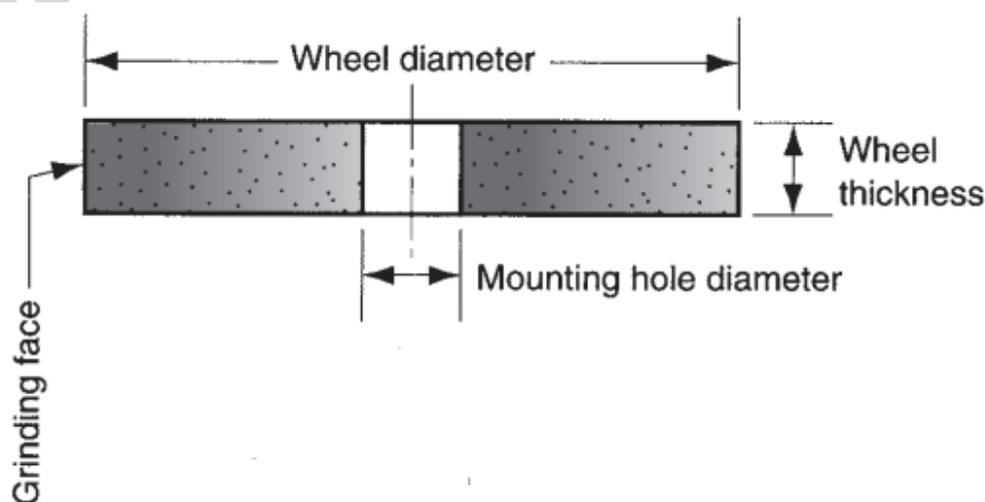
#### 6. *Magnesium Oksiklorida*

Jenis perekat *magnesium oxycolorida* telah dipakai sejak awal abad kedua puluh. Perekat jenis ini tidak begitu dikenal sekarang. *Magnesium oxycolorida* merupakan reaksi kompleks dari *magnesium oxide*, *magnesium chloride* dan air yang dipadu dengan standar komposisi tertentu.

### 2.3.2 Jenis-Jenis Batu Gerinda

Berikut merupakan jenis batu gerinda berdasarkan bentuk standarnya:

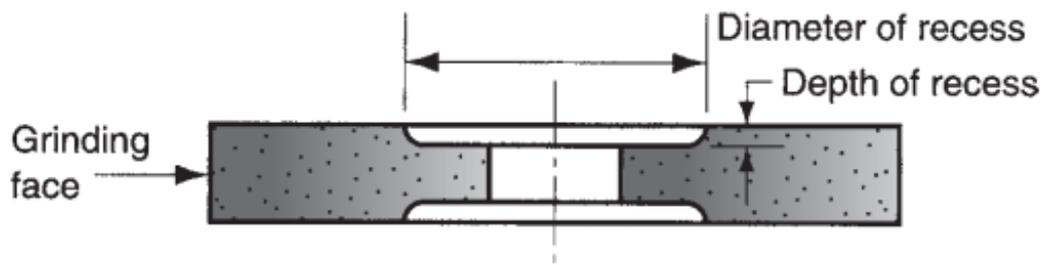
1. ***Straight***, untuk melakukan penggerindaan alat-alat potong seperti *handtap*, *countersink*, mata bor, dan sebagainya.



Gambar 2.10 *Straight*

Sumber : Groover, Mikell P. (1996, 609)

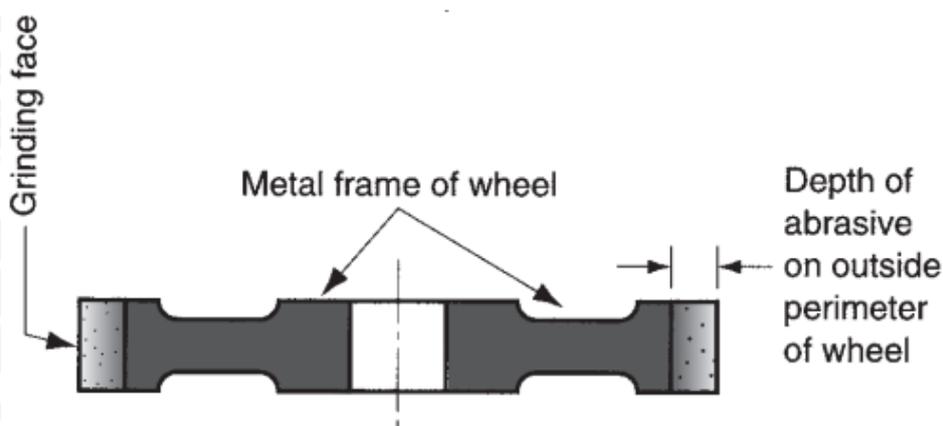
2. ***Recessed two side***, untuk melakukan penggerindaan alat-alat potong seperti *cutter*, pahat bubut, dan sebagainya.



Gambar 2.11 *Recessed Two Side*

Sumber : Groover, Mikell P. (1996, 609)

3. *Metal wheel frame with abrasive bonded to outside circumference*, untuk memotong alat potong ataupun material yang sangat keras, seperti HSS, material yang sudah mengalami proses heat treatment.



Gambar 2.12 *Metal Wheel Frame with Abrasive Bonded to Outside Circumference*

Sumber : Groover, Mikell P. (1996, 609)

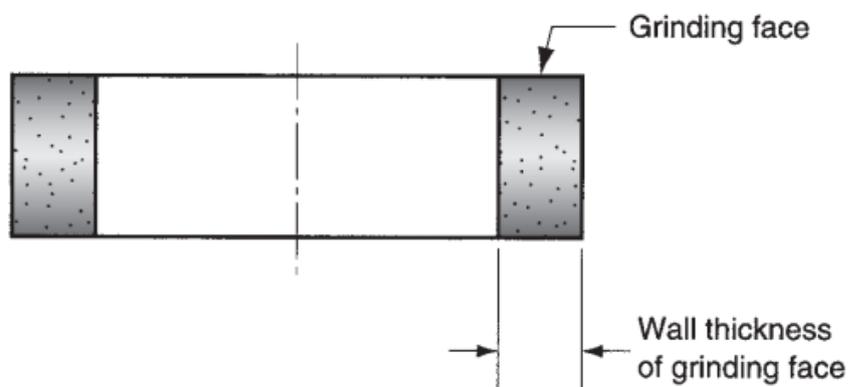
4. *Abrasive cutoff wheel*, untuk memotong benda kerja menjadi dua bagian.



Gambar 2.13 *Abrasive Cutoff Wheel*

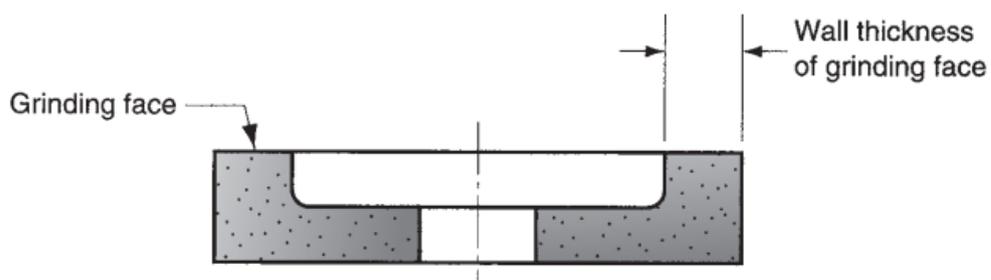
Sumber : Groover, Mikell P. (1996, 609)

5. *Cylindrical grinding wheels*, untuk melakukan penggerindaan diameter luar suatu benda kerja.



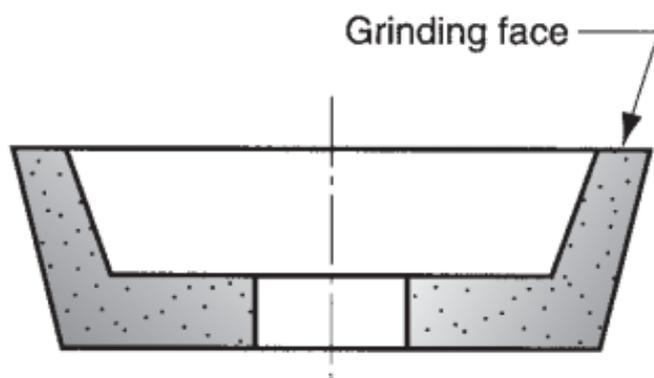
Gambar 2.14 *Cylindrical Grinding Wheels*  
Sumber : Groover, Mikell P. (1996, 609)

6. *Straight Cup Wheel*



Gambar 2.15 *Straight Cup Wheel*  
Sumber : Groover, Mikell P. (1996, 609)

7. *Flaring Cup Wheel*



Gambar 2.16 *Flaring Cup Wheel*  
Sumber : Groover, Mikell P. (1996, 609)

### 2.3.3 Spesifikasi Batu Gerinda

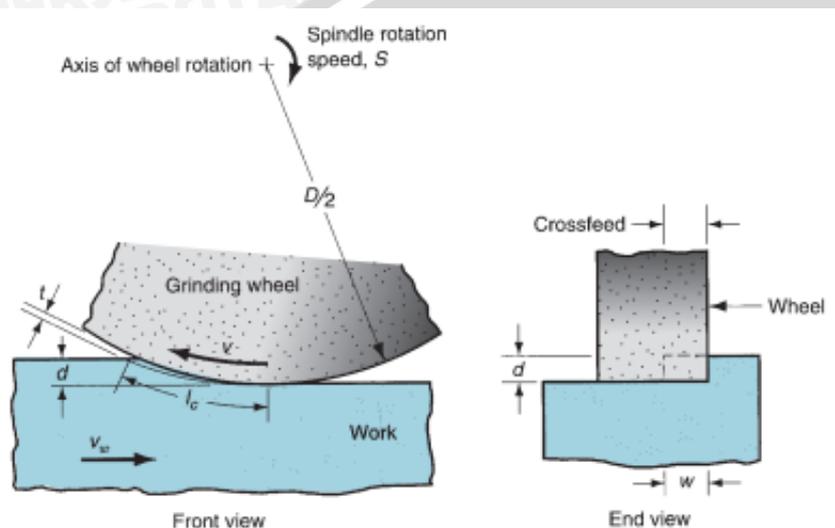
Pada detail produk dari batu gerinda terdapat informasi mengenai spesifikasi dari batu gerinda (*spec*) dalam bentuk serangkaian huruf dan angka seperti A24SBF, A30RBF dan lain sebagainya. Kode-kode tersebut tercantum pada setiap batu gerinda untuk menyatakan kandungan material batu gerinda, tingkat kekasarannya, tingkat kekerasan materialnya dengan mengetahui hal tersebut, kita dapat mengetahui batu gerinda tersebut dapat digunakan untuk menggerinda atau memotong material tertentu.

Pengertian kode-kode tersebut antara lain adalah sebagai berikut:

- a. Huruf paling depan menyatakan kandungan material utama, yang umum digunakan adalah :
  - A : *Aluminium Oxide* (untuk *Metal* dan *Stainless Steel*)
  - WA : *White Aluminium Oxide* (untuk *Stainless Steel*)
  - C : *Silicone Carbide* (untuk Batu dan Bahan Bangunan)
  - GC : *Green Silicone Carbide* (untuk Kaca dan Keramik)
- b. Angka menyatakan ukuran atau kekasaran dari batu gerinda, semakin kecil nilainya maka semakin kasar, sebaliknya semakin besar maka semakin halus.
  - Angka 8 – 24 : kasar / *coarse*
  - Angka 30 – 60 : sedang / *medium*
  - Angka 70 – 220 : halus / *fine*
  - Angka 220 – 800 : sangat halus / *very fine*
  - Angka 1000 atau lebih : Bisa disebut sebagai ultra halus / *ultra fine*
- c. 1 berikutnya menyatakan tingkat kekerasan atau kekuatan dari perekatan material, biasanya diwakili oleh urutan huruf dari D hingga Z . Dimana D menyatakan sangat lunak sedangkan Z sangat keras.
  - Huruf D,E,F,G : sangat lunak / *very soft*
  - Huruf H,I,J,K : lunak / *soft*
  - Huruf L,M,N,O : sedang / *medium*
  - Huruf P,Q,R,S : keras / *hard*
  - Huruf T hingga Z : sangat keras / *very hard*
- d. 1 atau 2 huruf berikutnya menyatakan jenis perekatan yang digunakan, yang umum digunakan adalah :
  - B : menyatakan *Resinoid*, atau perekatan menggunakan bahan resin

- BF : menyatakan *Resinoid Reinforced*, atau perekatan menggunakan bahan resin yang diperkuat
- V : menyatakan *Vitrified*, atau perekatan dengan memanaskan material hingga titik cair
- S : menyatakan *Sillicate*, atau perekatan menggunakan bahan silika

### 2.3.4 Tebal dan Panjang Chip



Gambar 2.17 Proses Gerinda  
Sumber: Groover, Mikell P. (1996, 610)

Keterangan :

- $D$  = diameter batu gerinda (mm)
- $d$  = *depth of cut* (mm)
- $v$  = kecepatan gerak benda kerja (m/s)
- $V_s$  = kecepatan potong batu gerinda (m/s)
- $t$  = tebal *chips* (mm)
- $l_c$  = panjang *chips* (mm)

Sebuah roda gerinda lurus dengan diameter  $D$  memotong lapisan logam pada kedalaman  $d$  (*depth of cut*). Sebuah butir individu di pinggiran roda bergerak dengan kecepatan potong  $V$ , sedangkan benda kerja bergerak dengan kecepatan  $v$ . Setiap butir *abrasive* memotong *chip* yang kecil, yang memiliki ketebalan *chip*  $t$ , dan panjang *chip*  $l$ .

Panjang *chips* pada *surface grinding* dapat diketahui dengan rumus berikut:

$$l = \sqrt{Dd} \dots \dots \dots (2-2)$$

Keterangan :

D = diameter batu gerinda (mm)

d = *depth of cut* (mm)

l = panjang *chips* (mm)

sedangkan tebal *chips* pada *surface grinding* dapat diketahui dengan rumus berikut:

$$t = \sqrt{\left(\frac{4v}{VCr}\right) \sqrt{\left(\frac{d}{D}\right)}} \dots \dots \dots (2-3)$$

Keterangan :

D = diameter batu gerinda (mm)

d = *depth of cut* (mm)

v = kecepatan gerak benda kerja (m/min)

V = kecepatan potong batu gerinda (m/min)

t = tebal *chips* (mm)

C = jumlah titik pemotongan per satuan luas keliling batu gerinda (/mm<sup>2</sup>). C= 2/mm<sup>2</sup>

r = rasio lebar *chips* terhadap rata-rata tebal *chips*. r = 15

Selama proses penggerindaan datar berlangsung, bahan dibuang akibat perputaran batu gerinda yang memotong permukaan benda kerja yang tergantung pada parameter kerja mesin. Geram yang dihasilkan berupa potongan-potongan kecil.

Besar laju pembuangan geram adalah :

$$MRR = dwv \dots \dots \dots (2-4)$$

Keterangan :

MRR = laju pembuangan bahan (mm/min)

d = *depth of cut* (mm)

w = lebar pemotongan (mm)

v = kecepatan gerak benda kerja (m/min)



Menurut Andriyanto (2009), hubungan laju penghasilan geram dengan kedalaman pemotongan (*depth of cut*) dan kecepatan pemakanan adalah semakin naik variabel kedua ini maka laju penghasilan geram semakin naik dan kekasaran permukaan juga semakin naik.

## 2.4 Baja

### 2.4.1 Pengertian Baja

Baja (*steel*) merupakan logam paduan antara besi (Fe) sebagai unsur dasar dan karbon (C) sebagai unsur paduan utamanya. Kandungan karbon dalam baja sekitar 0,2% sampai 1,7% dari beratnya.

Berdasarkan komposisi kimianya, baja dapat diklasifikasikan menjadi dua yaitu baja karbon dan baja paduan. Klasifikasi baja berdasarkan kadar karbonnya antara lain sebagai berikut:

1. Baja Karbon Rendah (*Low Carbon Steel*)

Baja karbon rendah merupakan baja yang mempunyai kandungan karbon kurang dari 0,3% C. Baja karbon rendah mudah dimachining dan dilas, serta memiliki keuletan dan ketangguhan yang tinggi tetapi memiliki kekerasan dan ketahanan aus yang rendah. Sehingga baja jenis ini sering digunakan sebagai bahan untuk struktur bangunan, pipa gedung, jembatan, kaleng dan lain sebagainya.

2. Baja Karbon Menengah (*Medium Carbon Steel*)

Baja karbon menengah merupakan baja yang mempunyai kandungan karbon 0,3% sampai 0,6% C. Baja jenis ini memiliki kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan baja karbon rendah. Baja karbon menengah memiliki *machineability* dan kemampuan dilas yang rendah tetapi dapat dikeraskan dengan baik. Baja ini sering digunakan pada rel kereta api dan pegas.

3. Baja Karbon Tinggi (*High Carbon Steel*)

Baja karbon tinggi merupakan baja yang mempunyai kandungan karbon 0,6% sampai 1,7% C. Baja karbon tinggi memiliki ketahanan panas dan kekuatan tarik yang tinggi. Baja jenis ini sering digunakan sebagai palu, gergaji, kikir dan pahat potong.

Klasifikasi baja berdasarkan kadar paduannya antara lain sebagai berikut:

1. Baja Paduan Rendah (*Low Alloy Steel*)

Baja paduan rendah merupakan baja paduan yang mempunyai elemen paduannya kurang dari 2,5% dari beratnya.

2. Baja Paduan Menengah (*Medium Alloy Steel*)

Baja paduan rendah merupakan baja paduan yang mempunyai elemen paduannya antara 2,5% sampai 10% dari beratnya.

3. Baja Paduan Tinggi (*High Alloy Steel*)

Baja paduan tinggi merupakan baja paduan yang mempunyai elemen paduannya lebih dari 10% dari beratnya.

#### 2.4.2 Baja Karbon ST 37

Baja ST 37 adalah baja karbon rendah yang mempunyai kandungan karbon kurang dari 0,3% (Novival 2012). Baja ST 37 merupakan baja yang memiliki kekuatan tarik maksimum  $\leq 37 \text{ kgf/mm}^2$  ( $370 \text{ N/mm}^2$ ). Komposisi baja karbon ST 37 dapat dilihat seperti tabel 2.1.

Tabel 2.1 Komposisi baja karbon ST 37

Unsur	Kandungan (%)	Unsur	Kandungan (%)
Fe	99,310	S	0,015
Mn	0,375	Co	0,007
C	0,118	Nb	0,006
Si	0,118	Cu	Max. 0,004
W	0,055	Mo	Max. 0,005
Ni	0,046	Al	Max. 0,002
Cr	0,021	V	Max. 0,001
P	0,017	-	-

Sumber : Novival (2012)

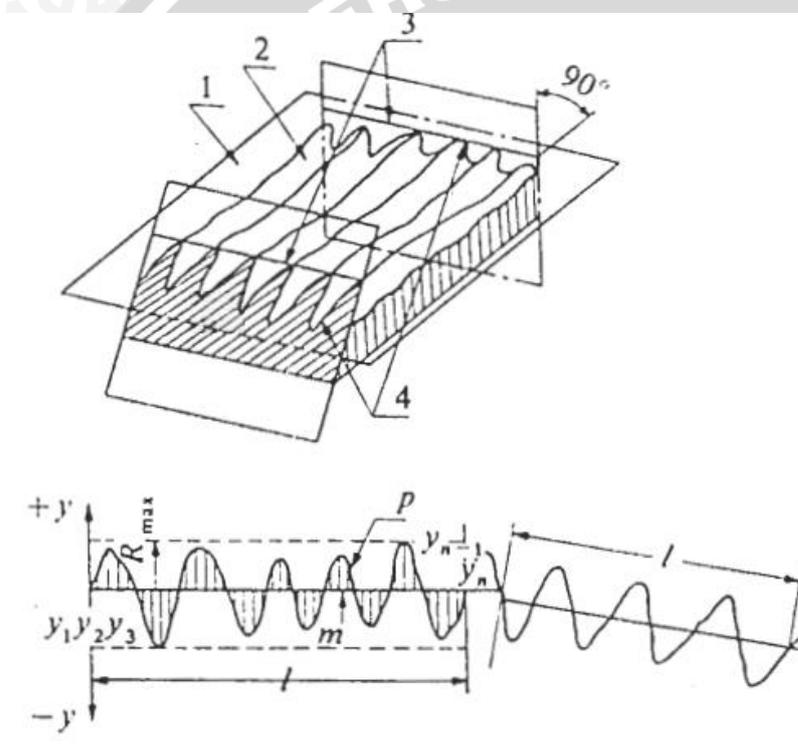
#### 2.5 Kekasaran Permukaan

Kekasaran permukaan merupakan salah satu penyimpangan yang disebabkan oleh kondisi hasil pemotongan dari proses pemesinan. Menurut Sudji Munadi (1988:223) salah satu karakteristik geometris yang ideal dari suatu komponen adalah permukaan yang halus. Oleh karena itu, untuk mendapatkan produk yang memiliki tingkat kepresisian yang tinggi serta kekasaran permukaan yang baik, perlu didukung oleh proses pemesinan yang sesuai. Karakteristik kekasaran permukaan dipengaruhi oleh faktor kondisi pemotongan pada proses pemesinan.

Dalam menentukan tingkat kekasaran permukaan pada hasil pemotongan proses pemesinan terdapat beberapa cara yang digunakan, antara lain sebagai berikut:

### 1. Penyimpangan Rata-rata Aritmatik ( $R_a$ )

$R_a$  (*roughness average of the R-curve*) adalah nilai rata – rata aritmatik dari pengukuran kekasaran permukaan untuk panjang tertentu. Penyimpangan rata-rata aritmatik merupakan harga rata-rata dari titik ordinat-ordinat profil efektif garis rata-ratanya. Profil efektif tersebut merupakan garis yang terbentuk dari potongan permukaan efektif oleh sebuah bidang yang telah ditentukan secara konvensional terhadap permukaan geometris seperti yang terlihat pada gambar 2.18 di mana ordinat-ordinat ( $y_1, y_2, y_3, \dots, y_n$ ) dijumlahkan tanpa memperhitungkan tandanya.



Gambar 2.18 Penyimpangan Rata-Rata Aritmatik dari Garis Rata-Rata Profil  
Sumber: Sato (1996,182)

Keterangan:

1 = Permukaan geometris

$p$  = Profil efektif

2 = Permukaan efektif

$l$  = Panjang contoh

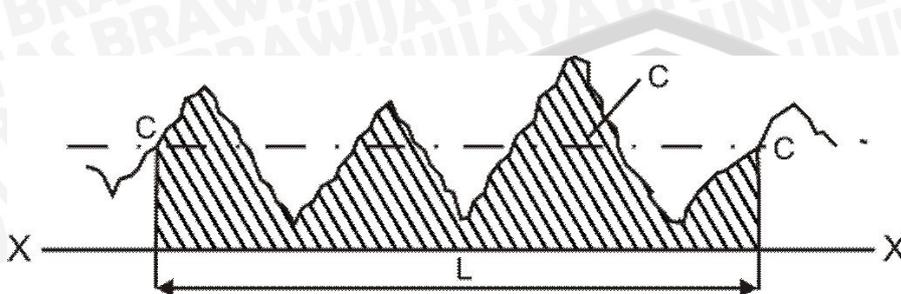
3 = Profil geometris

$m$  = Garis rata-rata

4 = Profil efektif

Menentukan kekasaran rata-rata (Ra) dapat juga dilakukan secara grafis. Adapun caranya adalah sebagai berikut :

1. Gambarkan sebuah garis lurus pada penampang permukaan yang diperoleh dari pengukuran (profil terukur) yaitu garis X – X yang posisinya tepat menyentuh lembah paling dalam, gambar 2.19.



Gambar 2.19 Menentukan kekasaran rata-rata Ra  
 Sumber: Sudji Munadi (1988,288)

2. Ambil sampel panjang pengukuran sepanjang L yang memungkinkan memuat sejumlah bentuk gelombang yang hampir sama.
3. Ambil luasan daerah A di bawah kurve dengan menggunakan planimeter atau dengan metode ordinat. Dengan demikian diperoleh jarak garis center C – C terhadap garis X – X secara tegak lurus yang besarnya adalah :

$$H_m = \frac{\text{daerah A}}{L} \dots\dots\dots (2.5)$$

4. Sekarang diperoleh suatu garis yang membagi profil terukur menjadi dua bagian yang hampir sama luasnya, yaitu luasan daerah di atas (P1 + P2 + ... dan seterusnya) dan luasan daerah di bawah (Q1 + Q2 + ... + dan seterusnya). Lihat gambar 2.20. Dengan demikian maka Ra dapat ditentukan besarnya yaitu :

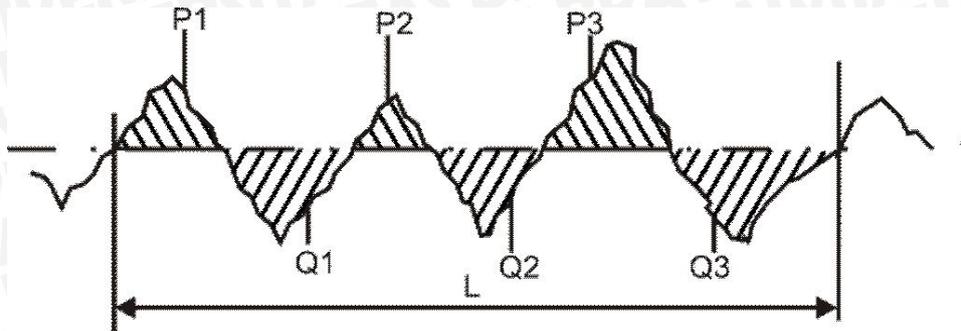
$$R_a = \frac{\text{Luas daerah P} + \text{Luas daerah Q}}{L} \times \frac{1000}{V_v} (\mu\text{m}) \dots\dots\dots (2.6)$$

Keterangan:

Vv = perbesaran vertikal. Luas P dan Q (mm)

L = panjang sampel pengukuran (mm)



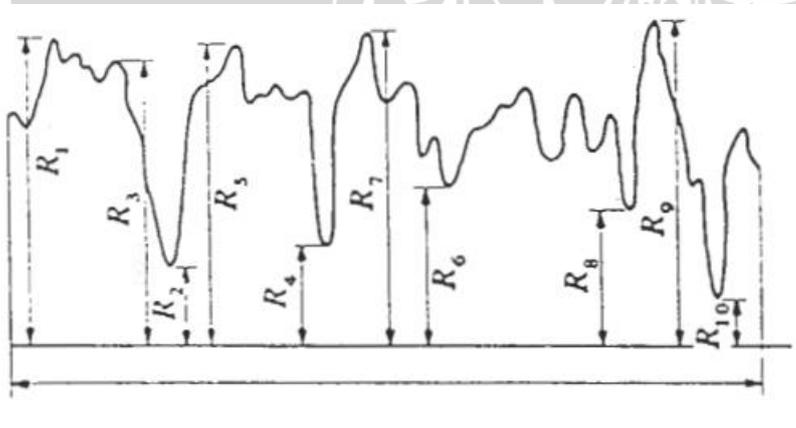


Gambar 2.20 Menentukan kekasaran rata-rata Ra  
 Sumber: Sudji Munadi (1988,289)

2. Ketidakrataan ketinggian sepuluh titik ( $R_z$ )

Ketidakrataan ketinggian sepuluh titik ( $R_z$ ) merupakan jarak rata-rata antara lima puncak tertinggi dan lima lembah terdalam pada jarak tertentu yang diukur dari garis sejajar dengan garis rata-rata dan tidak memotong profil tersebut. Dimana  $R_z$  dapat dihitung berdasarkan rumus berikut:

$$R_z = \frac{(h_1+h_3+h_5+h_7+h_9)-(h_2+h_4+h_6+h_8+h_{10})}{5} \dots\dots\dots (2-7)$$

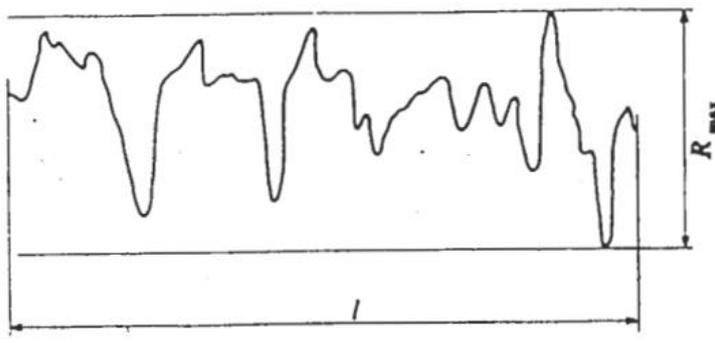


Gambar 2.21 Ketidakrataan Ketinggian Sepuluh Titik ( $R_z$ )  
 Sumber: Sato (1996,182)

3. Ketidakrataan ketinggian maksimum ( $R_{maksimum}$ )

Ketidakrataan ketinggian maksimum ( $R_{maksimum}$ ) merupakan jarak antara puncak tertinggi dengan lembah terendah.





Gambar 2.22 Ketidakrataan Ketinggian Maksimum ( $R_{\text{maksimum}}$ )  
Sumber: Sato (1996,182)

Untuk mendapatkan hasil profil kerataan suatu permukaan digunakan alat ukur *surface roughness tester*. Dalam pengoperasiannya, sensor ditempatkan pada permukaan dan kemudian meluncur sepanjang permukaan seragam dengan mengemudi mekanisme di dalam tester. Sensor mendapatkan kekasaran permukaan dengan *probe* tajam *built-in*. Instrumen *roughness meter* ini kompatibel dengan empat standar dunia yaitu ISO, DIN, ANSI, dan JIS sehingga tidak diragukan lagi dalam ketepatan dan keakuratan dalam pengukuran kekasaran. Alat ukur yang digunakan dalam proses penelitian ini adalah alat ukur *surface roughness tester* jenis Mitutoyo SJ-301.



Gambar 2.23 *Surface Roughness Tester* Mitutoyo SJ-301  
Sumber: Laboratorium Metrologi Industri

Cara kerja *Surface Roughness Tester* Mitutoyo SJ-301 adalah sebagai berikut:

1. *Detector Stylus* mendeteksi permukaan benda kerja yang akan diukur.
2. *Detector Stylus* merubah gerakan mekanik yang terdeteksi menjadi sinyal elektrik.
3. Sinyal elektrik kemudian dimasukkan ke dalam proses perhitungan.

4. Data hasil perhitungan akan ditampilkan pada layar monitor (*display*).
5. Data dicetak.

## 2.6 Hipotesa

Proses penggerindaan datar menggunakan *surface grinding* pada material baja ST 37 dengan *depth of cut* yang rendah akan menghasilkan permukaan benda kerja yang halus. Hal tersebut dikarenakan ukuran *chips* dan panjang *chips* yang dihasilkan semakin kecil sehingga hasil permukaan benda kerja semakin halus. Dan sebaliknya proses penggerindaan datar dengan *depth of cut* yang tinggi akan menghasilkan permukaan benda kerja yang kasar dikarenakan ukuran *chips* dan panjang *chips* yang dihasilkan semakin besar sehingga hasil permukaan benda kerja semakin kasar.

