

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sebelumnya

Bouزيد dkk (1999) dalam penelitiannya “*Effect of Impact Angle on Glass Surfaces Eroded by Sandblasting*”, menjelaskan pengaruh variasi besarnya sudut penembakan terhadap material kaca pada proses *sandblasting*. Pada penelitian ini menggunakan variasi sudut penembakan 30° - 90° . Hasil dari penelitian ini menjelaskan bahwa penembakan dengan sudut 90° memiliki hasil kekasaran permukaan yang lebih tinggi dibandingkan dengan sudut lainnya. Hal ini dikarenakan pasir silika pada sudut 90° tersebar secara merata pada permukaan kaca, sehingga kekasaran permukaannya menjadi lebih besar.

Slatineanu dkk (2011) dalam penelitiannya “*Surface Roughness at Aluminium Parts Sandbasting*” meneliti tentang pengaruh sudut penembakan dan ukuran partikel *abrasive* proses *sandblasting* terhadap kekasaran permukaan, dengan menggunakan aluminium sebagai materialnya. Hasil yang disampaikan yaitu, faktor sudut penembakan tidak berpengaruh terhadap kekasaran permukaan aluminium. Sedangkan yang dapat mengubah kekasaran permukaan aluminium tersebut adalah ukuran partikel *abrasive* dalam hal ini adalah pasir silika.

Setyarini dkk (2011) dalam penelitiannya “Optimasi Proses *Sandblasting* Terhadap Laju Korosi Hasil Pengecatan Baja AISI 430”, meneliti tentang pengaruh tekanan dan sudut penembakan terhadap laju korosi pengecatan baja AISI 430. Hasil yang disampaikan adalah adalah laju korosi hasil pengecatan baja AISI 430 dipengaruhi oleh variasi tekanan dan sudut penembakan pada proses *sandblasting*. Laju korosi akan menurun apabila tekanan dan sudut penyemprotan semakin besar. Laju korosi terendah yaitu sebesar 0,0000186 mpy terjadi pada tekanan 5,5 bar dan sudut penembakan 90° . Sedangkan laju korosi tertinggi yaitu sebesar 0,000832 mpy terjadi pada tekanan 4 bar dan sudut penembakan 60°

Chamal (2011) meneliti tentang pengaruh variasi sudut dan waktu penembakan pada proses *sandblasting* terhadap laju korosi hasil pengecatan baja AISI 430. Hasil yang disampaikan adalah waktu dan sudut penyemprotan berpengaruh terhadap laju korosi. Semakin besar waktu penyemprotan maka laju korosi akan semakin menurun. Begitu juga

untuk pengaruh sudut, apabila sudut penyemprotan semakin besar maka laju korosi akan semakin menurun.

Beatrice dkk (2015) dalam penelitiannya "*Effect Sandblasting Distance and Angles on Resin Cement Bonding to Zirconia and Titanium*", menjelaskan tentang efek dari jarak penembakan dan sudut resin pada permukaan zirkonia dan ikatan titanium. Hasil dari penelitian ini menerangkan bahwa jarak dan sudut penembakan berpengaruh terhadap kekasaran permukaan material tersebut. Tetapi ketika ditambahkan kekuatan adhesif, ada perbedaan kekuatan yang signifikan dari zirkonia dan titanium di berbagai besarnya sudut tetapi tidak berpengaruh pada variasi jarak. Besarnya sudut yang menghasilkan kekuatan rekat paling optimal adalah pada sudut 75°.

2.2 Baja Karbon

Baja karbon merupakan jenis baja paduan dimana besi (Fe) adalah unsur dasar dan karbon (C) sebagai unsur paduannya. Unsur lain juga akan ditemukan dalam pembuatan baja karbon seperti sulfur, silikon, fosfor, mangan, dan unsur kimia lain tergantung dari kebutuhan baja yang diinginkan. Kandungan unsur karbon dalam besi yaitu sebesar 0,2% sampai 2,14%, dimana kandungan karbon tersebut adalah sebagai penguat dalam struktur baja. Baja karbon sering digunakan untuk komponen mesin, alat perkakas, struktur bangunan, dan lain sebagainya. Menurut ASM handbook vol.1:148 (1993), Ada 3 jenis baja karbon yang diklasifikasikan berdasarkan kandungan karbonnya dalam struktur baja, yaitu :

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

Baja karbon rendah adalah baja yang kandungan karbonnya kurang dari 0,3% C dalam struktur baja. Kelebihan dari baja karbon jenis ini adalah lebih tangguh dan ulet, tetapi kekurangannya yaitu kekerasannya rendah dan tidak tahan aus. Baja karbon jenis ini biasanya digunakan sebagai bahan baku komponen struktur bangunan, bodi mobil, jembatan, pipa gedung, dan lain-lain.

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

Baja karbon sedang merupakan baja karbon yang memiliki kandungan karbon sebesar 0,3% C – 0,59% C pada struktur baja. Baja karbon sedang memiliki kekerasan yang lebih besar daripada baja karbon rendah. Besarnya kandungan karbon dalam besi

dapat disesuaikan dengan memberikan perlakuan panas (heat treatment) sehingga memungkinkan untuk baja dapat dikeraskan. Pengaplikasiannya yaitu untuk sebagai komponen mesin seperti poros, roda gigi, baut. Juga untuk komponen rel kereta api, pegas, dan lain-lain.

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

Baja karbon tinggi merupakan baja karbon yang memiliki kandungan karbon pada besi sebesar 0,6% C – 1,4% C. Baja karbon tinggi bersifat tahan panas, kekerasannya tinggi serta kekuatan tarik yang besar akan tetapi memiliki keuletan yang lebih rendah sehingga baja karbon ini menjadi lebih getas. Baja karbon tinggi sering digunakan dalam pembuatan alat-alat perkakas seperti gergaji, palu, pembuatan kikir, pisau cukur, dan lain sebagainya.

2.3 Baja Karbon SPHC (*Steel Plate Hot Rolled Coil*)

Baja Karbon SPHC (*Steel Plate Hot Rolled Coil*) termasuk golongan baja karbon rendah dengan presentase kandungan karbon 0,03%. Baja Karbon SPHC banyak digunakan untuk bahan struktur bangunan, bodi mobil, pemipaan, dll. Berikut adalah komposisi kimia dari Baja Karbon SPHC.

Tabel 2.1 Komposisi Kimia Baja Karbon SPHC

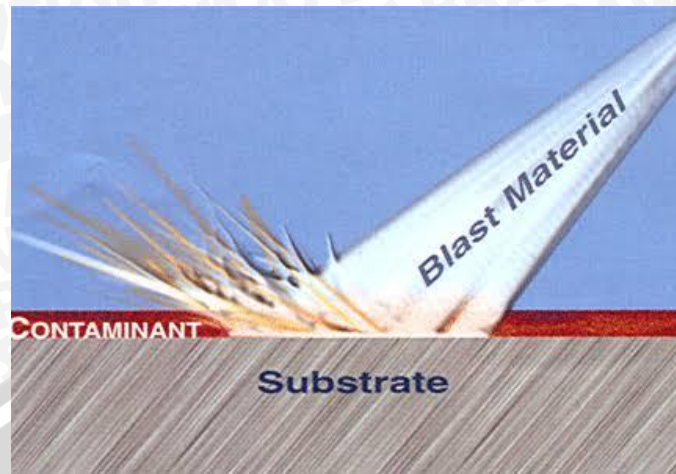
No.	Nama Unsur (simbol)	Persentase (%)
1	Besi (Fe)	99,6313
2	Mangan (Mn)	0,1881
3	Karbon (C)	0,0390
4	Silikon (Si)	0,0098
5	Fosfor (P)	0,0077
6	Belerang (S)	0,0010
7	Zinc (Zn)	0,0001
8	Nikel (Ni)	0,0046
9	Molibden (Mo)	0,0015
10	Niobium (Nb)	0,0010

11	Titan (Ti)	0,0002
12	Vanadium (V)	0,0004
13	Aluminium (Al)	0,2012
14	Tembaga (Cu)	0,0099
15	Timah (Sn)	0,0013
16	Cobalt (Co)	0,0013
17	Boron (B)	0,0013
18	Nitrogen (N)	0,0684
19	Krom (Cr)	0,0141
20	Pcm	0,057
21	CE	0,074

2.4 Sandblasting

2.4.1 Proses Sandblasting

Sandblasting merupakan suatu proses pengerjaan permukaan logam dengan cara mengalirkan suatu *abrasive* pada permukaan logam tersebut yang bertujuan untuk membersihkan atau mempersiapkan permukaan logam seperti misalnya karat, kandungan garam, debu, dan sebagainya. Selain itu bertujuan untuk membentuk kekasaran pada permukaan material untuk proses pengecatan dan *coating* agar proses tersebut menjadi lebih optimal.



Gambar 2.1 Mekanisme *Sandblasting*

Sumber : www.sodablastofvirginia.com (2011)

Mekanisme dari proses *sandblasting* ini adalah menembakkan partikel padat dengan ukuran grit 18-40 seperti pasir silika dan serbuk besi (*steel grit*) dengan tekanan tinggi terhadap suatu permukaan sehingga terjadi tumbukan dan gesekan. *Sandblasting* lebih banyak dipilih karena paling cepat dan efisien untuk membersihkan permukaan material yang terkontaminasi oleh berbagai kotoran terutama oleh karat. Hasil dari *sandblasting* ini menjadikan cat dapat melekat dengan kuat karena permukaan material yang menjadi lebih kasar setelah proses *sandblasting*.

2.4.2 Klasifikasi Proses *Sandblasting*

Secara umum proses *sandblasting* dapat diklasifikasi menjadi dua macam, yaitu :

1. *Dry Sandblasting*

Dry Sandblasting adalah proses *sandblasting* dengan menembakkan bahan *abrasive* yang kering terhadap permukaan material. Biasanya metode ini diaplikasikan terhadap benda-benda yang mempunyai bahan besi atau metal yang tidak mudah terbakar, seperti bodi dan rangka mobil, pemipaan, bodi kapal laut, dan lain-lain.

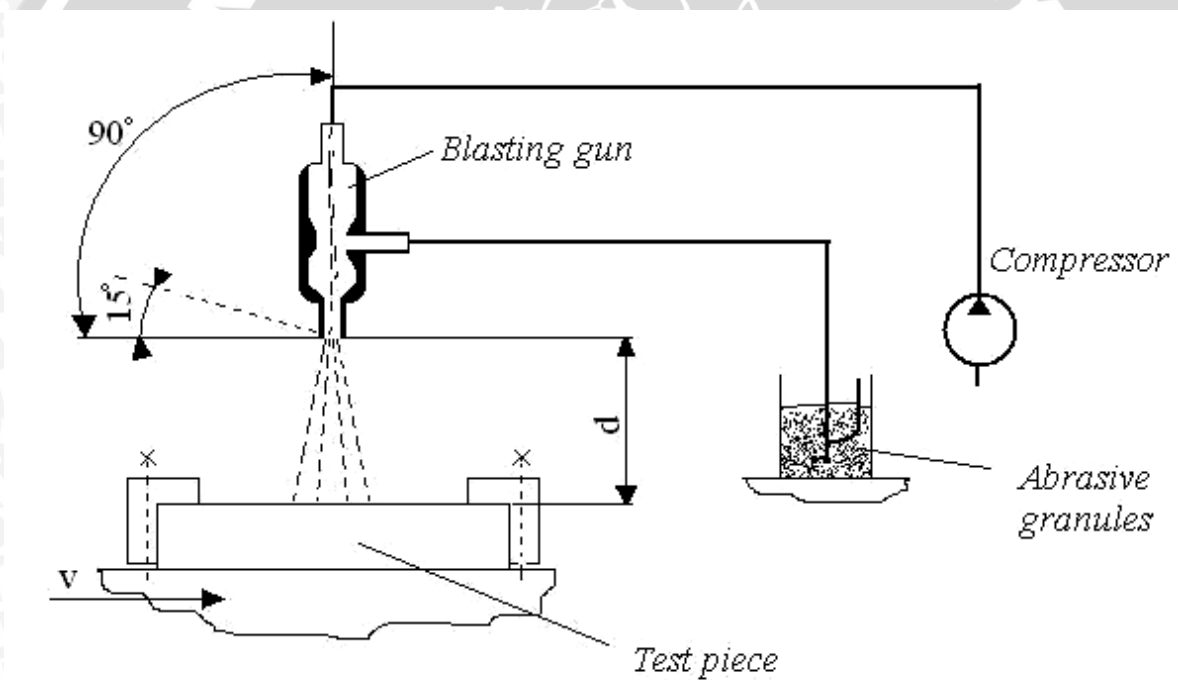
2. *Wet Sandblasting*

Proses dari *wet sandblasting* hampir menyerupai dengan *dry sandblasting*, bedanya terdapat pada zat abrasif yang digunakan. Pada *wet sandblasting*, ada penambahan campuran air khusus yang sudah ditambahkan bahan anti karat ke dalam pasir agar tidak

menimbulkan debu pasir yang dapat mengganggu proses produksi dan kesehatan. Pengaplikasian proses *Wet Sandblasting* yaitu pada area khusus yang sensitif terhadap percikan api dan debu, dan juga di ruang produksi yang tidak memungkinkan adanya pemberhentian proses produksi sesaat.

2.4.3 Mesin Sandblasting

Prinsip kerja dari proses *sandblasting* ini adalah menyalurkan udara bertekanan dari kompresor, kemudian udara tersebut dilewatkan melalui pipa. Ada dua pipa yang pertama adalah pipa menuju tabung pasir, dan yang kedua adalah pipa yang langsung menuju nozzle. Akhirnya dari ujung *nozzle* dihasilkan udara bertekanan dan pasir yang akan membersihkan kotoran pada permukaan material.



Gambar 2.2 Sandblasting Process
Sumber : Slatineanu (2011)

2.4.4 Media Sandblasting

Media yang digunakan untuk *sandblasting* terdiri dari pasir silika (SiO_2), bijih besi, dan air. Tetapi material yang sering digunakan adalah pasir silika dikarenakan pasir silika mudah didapatkan dan harganya terjangkau.

Pasir silika adalah salah satu material bumi yang struktur mineralnya pada umumnya berbentuk kristal heksagonal. Biasanya berwarna putih karena mengandung SiO_2 (Silikon dioksida). Semakin tinggi kandungan SiO_2 maka pasir akan semakin berwarna putih karena semakin banyaknya volume satuan Kristal dan juga adanya bias cahaya dari kristal tersebut.

Pasir silika banyak digunakan untuk bahan abrasif pada proses *sandblasting* karena pasir silika memiliki tingkat kekerasan, densitas, dan titik lebur yang cukup tinggi. Pasir silika mempunyai kekerasan Mohs sebesar 7 dan mempunyai densitas $2,65 \text{ g/cm}^3$ serta titik lebur yang mencapai 17150°C . Sehingga dengan sifat sedemikian rupa maka pasir silika cukup optimal apabila digunakan sebagai bahan abrasif proses *sandblasting*.



Gambar 2.3 Pasir Silika (SiO_2)
Sumber : www.indonetwork.co.id (2015)

Dengan memanfaatkan sifat pasir silika yang *abrasive*, maka banyak dilakukan kegiatan *sandblasting* yaitu dengan menyemprotkan pasir silika dengan menggunakan mesin bertekanan kepada permukaan logam untuk menghilangkan kotoran seperti kerak, karat, cat, dan untuk menimbulkan profil suatu permukaan sehingga akan merekat kuat pada saat dilakukan pengecatan. Selain itu dengan menggunakan pasir silika akan lebih efisien dan memangkas biaya.

2.4.5 Parameter Yang Mempengaruhi Proses *Sandblasting*

Parameter yang dapat mempengaruhi hasil *sandblasting* antara lain:

1. Ukuran Butir

Ukuran butir berhubungan dengan profil dari permukaan material yang terbentuk. Semakin kecil ukuran butir maka profil permukaan yang dihasilkan akan cenderung lebih halus dibandingkan dengan ukuran butir yang lebih besar.

2. Sudut penyemprotan

Sudut penyemprotan adalah besarnya sudut yang digunakan dalam penyemprotan antara *nozzle* dengan benda kerja. Biasanya sudut yang sering digunakan adalah sudut antara $60^\circ - 120^\circ$.

3. Tekanan penyemprotan

Tekanan penyemprotan berpengaruh terhadap daya abrasif suatu media *sandblasting*. Apabila tekanan semakin besar, maka daya abrasifnya juga akan semakin besar.

4. Jarak penyemprotan

Jarak penyemprotan adalah jarak antara *nozzle* dengan benda kerja yang disemprot. Jarak penyemprotan bisa di atur sesuai dengan hasil yang diinginkan.

5. Waktu penyemprotan

Waktu penyemprotan berpengaruh terhadap kekasaran permukaan benda kerja. Semakin lama waktu penyemprotan maka permukaan yang dihasilkan akan semakin kasar.

2.4.6 Tumbukan

Tumbukan adalah fenomena dimana salah satu atau dua buah benda yang bergerak dimana gaya aksi dan reaksi yang relatif besar dan bekerja dalam waktu yang singkat. Besar gaya dan lama tumbukan tergantung pada berat, kecepatan, dan sifat elastisitas bahan.

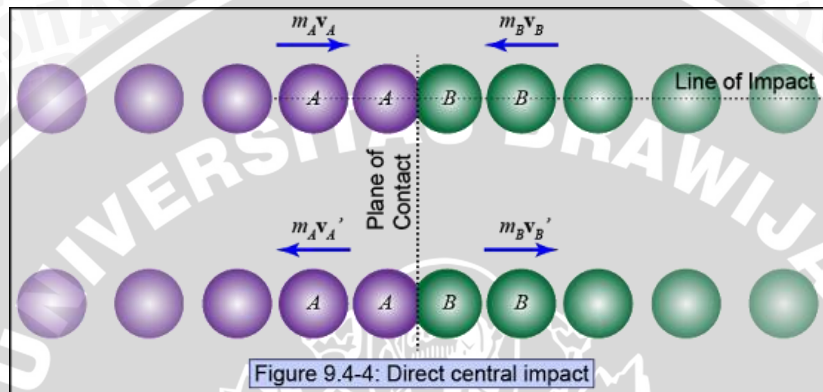
Tumbukan dibagi menjadi dua macam, yaitu :

1. Tumbukan sentral (*Central impact*)

Tumbukan sentral adalah tumbukan yang terjadi antara dua buah benda dimana pada saat terjadi tumbukan kecepatan kedua benda menuju ke pusat benda masing-masing. Tumbukan sentral terjadi apabila pusat massa dari dua benda

terletak pada *line of impact*. *Line of impact* adalah garis normal pada titik kontak dua buah benda. Tumbukan sentral dibagi menjadi dua macam yaitu :

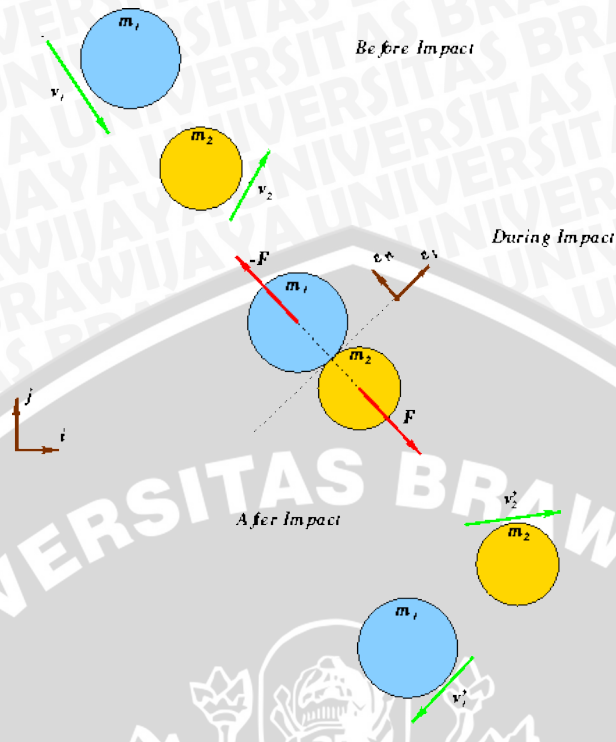
- *Direct central impact*, yaitu suatu tumbukan dimana pusat massa dari dua benda yang bertumbukan terletak pada *line of impact* dan arah kecepatan masing-masing benda berada di sepanjang *line of impact*



Gambar 2.4 *Direct Central Impact*

Sumber : Kristie Plantenberg & Richard Hill (2013)

- *Oblique central impact*, yaitu suatu tumbukan dimana pusat massa dari dua benda yang bertumbukan terletak pada *line of impact* tetapi arah kecepatan masing-masing benda membuat sudut terhadap *line of impact*.

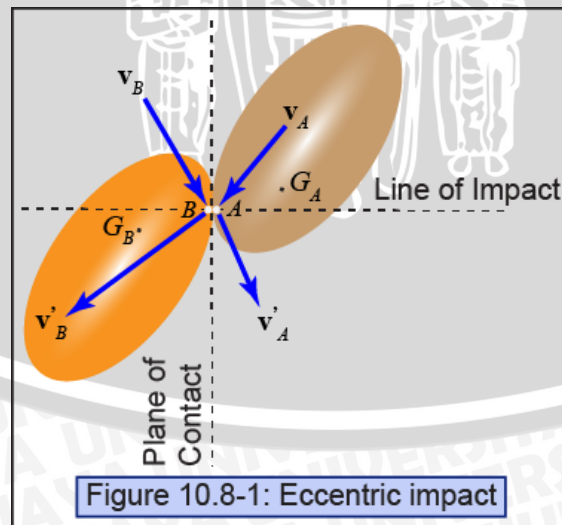


Gambar 2.5 Oblique Central Impact

Sumber : www.brown.edu (2012)

2. Tumbukan eksentrik (*eccentric impact*)

Tumbukan eksentrik terjadi apabila pusat massa dari dua benda yang bertumbukan tidak terletak pada *line of impact*.



Gambar 2.6 Eccentric Central Impact

Sumber : Kristie Plantenberg & Richard Hill (2013)

Peristiwa tumbukan dapat ditulis dalam persamaan sebagai berikut :

$$V_2 - V_1 = e(U_1 - U_2) \dots\dots\dots (1 - 1)$$

Dimana : $U - U$ = kecepatan partikel sebelum tumbukan

$V - V$ = kecepatan patikel setelah tumbukan

e = koefisien restitusi

Untuk tumbukan plastis, $e = 0$

Untuk tumbukan elastis, $e = 1$

Untuk semua kondisi tumbukan, $0 < e < 1$

Pada tumbukan plastis sempurna, $e = 0$, besarnya energi yang hilang mencapai harga maksimum. Pada tumbukan elastis sempurna, $e = 1$, energi yang hilang pada peristiwa ini adalah nol dan energi kinetik sistem adalah kekal. Besarnya energi yang hilang, E adalah :

$$E = \frac{1}{2}(m_1 U_1^2 + m_2 U_2^2) - \frac{1}{2}(m_1 V_1^2 + m_2 V_2^2) \dots\dots\dots (1 - 2)$$

Dimana :

m_1 dan m_2 = massa partikel 1 dan 2

U_1 dan U_2 = kecepatan partikel 1 dan 2 sebelum tumbukan

V_1 dan V_2 = kecepatan partikel 1 dan 2 setelah tumbukan

Apabila kedua benda berada dalam keadaan diam $U_2 = 0$ dan $V_2 = 0$ maka :

$$E = \frac{1}{2}(m_1 U_1^2 + m_2 U_2^2)$$

Sedangkan gaya tumbuk yang terjadi (impuls) adalah :

$$\text{Impuls} = \int_{t_1}^{t_2} F dt \dots\dots\dots (1 - 3)$$

Dengan : F = Gaya aksi

dt = selang waktu tumbukan

Bila tumbukan yang terjadi tidak begitu besar dan kedua benda bersifat elastis, maka setelah restorasi kedua benda akan kembali ke bentuk semula. Pada tumbukan yang lebih besar dan melibatkan benda-benda yang plastis, maka akan terjadi fenomena permanen yaitu benda tidak akan kembali ke bentuk semula.

Fenomena tumbukan hampir selalu disertai dengan perubahan energi, yang dapat dihitung dengan mengurangi energi kinetik sesaat setelah tumbukan dari energi kinetik sistem sesaat sebelum tumbukan. Perubahan energi yang terjadi merupakan perubahan energi mekanik menjadi energi panas selama terjadinya deformasi plastis terlokalisasi dari bahan.

2.5 Kekasaran

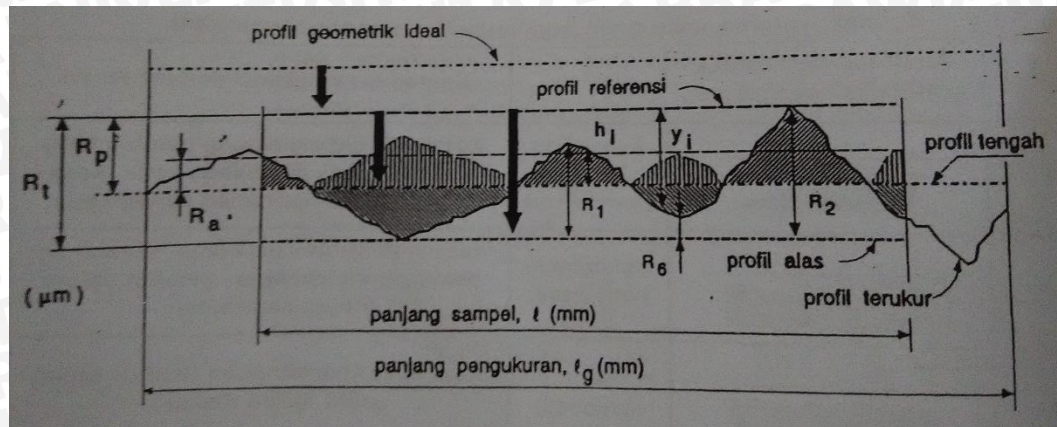
Kekasaran merupakan ketidakrataan tekstur permukaan benda, yang meliputi ketidakrataan oleh permesinan selama proses produksi. Tekstur permukaan adalah pola dari penyimpangan permukaan dari suatu permukaan nominal. Penyimpangan mungkin atau berulang yang disebabkan oleh kekasaran, *waviness*, *lay*, dan *flaws*. Ada 2 jenis kekasaran permukaan (*surface roughness*) yaitu :

1. Kekasaran Permukaan Ideal

Kekasaran Permukaan Ideal adalah kekasaran yang didapat dalam suatu proses permesinan dalam kondisi ideal.

2. Kekasaran Permukaan Alami

Kekasaran Permukaan Alami adalah kekasaran yang dapat karena adanya berbagai macam faktor yang bisa berpengaruh dalam perlakuan permesinan. Berikut macam-macam profil pada kekasaran permukaan, bisa dilihat pada Gambar 2.20 berikut ini :



Gambar 2.7 Profil bentuk kekasaran permukaan
Sumber : Rochim (1993)

- Profil geometrik ideal yaitu profil suatu permukaan yang bisa berbentuk garis lurus, garis lengkung ataupun busur. Bisa dikatakan profil permukaan yang sempurna.
- Profil referensi yaitu profil titik acuan untuk menganalisa ketidakrataan suatu permukaan.
- Profil terukur yaitu profil suatu permukaan yang terukur.
- Profil tengah yaitu profil yang apabila digeser ke bawah, jumlah luas di atas profil tengah sampai profil terukur adalah sama dengan jumlah luas daerah-daerah di bawah profil tengah sampai ke profil terukur.
- Profil alas/akar adalah profil referensi yang digeserkan ke bawah hingga menyinggung profil terukur.

Berdasarkan macam – macam profil di Gambar 2.7 di atas, dapat didefinisikan beberapa parameter permukaan, yang berhubungan dengan dimensi pada arah memanjang dan arah tegak. Untuk dimensi arah tegak dikenal beberapa parameter, yaitu:

- Kekasaran total , R_t (μm) adalah jarak antara profil referensi dengan profil alas/akar.
- Kekasaran rata-rata aritmetik, R_a (μm) adalah harga rata-rata aritmetik dibagi dengan harga absolut jarak antara profil terukur dengan profil tengah.

$$R_a = \frac{1}{n}(y_1 + y_2 + y_3 + y_4 + y_n) \quad (\text{Rochim, 1993}) \quad (1 - 4)$$

$y_1 + y_2 + y_3 + y_4 + y_n$ = luasan profil terukur dengan profil tengah

n = jumlah titik penyimpangan dari profil terukur.

- c. Kekasaran rata-rata kuadratik, R_q (μm) adalah akar bagi jarak kuadrat rata-rata antara profil tengah dengan profil terukur
- d. Kekasaran perataan, R_p (μm) adalah jarak rata-rata antara profil referensi dengan profil terukur.
- e. Kekasaran total rata-rata, R_z (μm) merupakan jarak rata-rata profil alas terhadap profil terukur pada lima puncak tertinggi dikurangi jarak rata-rata profil alas terhadap profil terukur pada lima lembah terendah.

Dalam proses produksi, parameter kekasaran yang sering dipakai adalah kekasaran rata-rata (R_a) karena harga R_a lebih sensitif terhadap penyimpangan atau perubahan yang terjadi selama proses pemesinan. Seperti halnya toleransi ukuran (lubang dan poros), R_a juga mempunyai harga toleransi kekasaran. Tabel 2.1 menunjukkan angka kekasaran dan kelas kekasaran permukaan.

Table 2.2 Angka kekasaran (ISO roughness number) dan Toleransi harga kekasaran rata-rata R_a

Kelas kekasaran	Harga C.L.A (μm)	Harga R_a (μm)	Nilai Toleransi	Panjang sampel (mm)
N1	1	0.0025	0.02-0.04	0.08
N2	2	0.05	0.04-0.08	
N3	4	0.1	0.08-0.15	
N4	8	0.2	0.15-0.3	
N5	16	0.4	0.3-0.6	0.25
N6	32	0.8	0.6-1.2	
N7	63	1.6	1.2-2.4	
N8	125	3.2	2.4-4.8	
N9	250	6.3	4.8-9.6	0.8
N10	500	12.5	9.6-18.75	
N11	1000	25.0	18.75-37.5	2.5
N12	2000	50.0	37.5-75.0	8

Sumber : Rochim (1993)

2.6 Hipotesis

Berdasarkan tinjauan pustaka maka dapat diambil hipotesis bahwa perubahan sudut dan perbedaan durasi penembakan pada proses *sandblasting* akan mempengaruhi nilai kekasaran permukaan Baja Karbon SPHC. Semakin besar sudut dan durasi penembakan maka kekasaran permukaan akan semakin besar begitu juga sebaliknya.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

