

## **ANALISIS PENGARUH TEKANAN KOMPRESOR DAN WAKTU PADA PROSES SANDBLASTING TERHADAP KEKASARAN KETEBALAN DAN KEKERASAN PADA BAJA ST 37**

Achmad Ali Fikri <sup>1)</sup>, Maula Nafi <sup>2)</sup>

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya 60118, Tel. 031-5931800, Indonesia

Email: [fikriali143@gmail.com](mailto:fikriali143@gmail.com) <sup>1)</sup>, [maula.nafi@untag-sby.ac.id](mailto:maula.nafi@untag-sby.ac.id) <sup>2)</sup>

### **ABSTRAK**

Sandblasting adalah metode pembersihan permukaan yang menggunakan tekanan tinggi untuk menembakkan partikel abrasif pada permukaan material untuk menyebabkan benturan, menghilangkan kontaminan seperti garam, minyak, korosi, dan karat serta menciptakan profil kekasaran. Baja karbon rendah yang digunakan dalam penelitian adalah ST 37 yang memiliki dimensi ukuran 50 mm x 50 mm x 4 mm, variasi waktu 8 detik, 10 detik, dan 15 detik, serta variasi tekanan 5 bar, 6 bar, dan 7 bar, masing-masing. Pengujian kekasaran ketebalan dan kekerasan pada plat baja karbon rendah ST 37 menghasilkan nilai yang sebanding untuk setiap variasi tekanan dan waktu dari hasil sandblasting. Penelitian ini menemukan bahwa variasi tekanan 5 bar selama 8 detik dengan nilai 70  $\mu\text{m}$  menghasilkan kekasaran terendah. Sedangkan variasi tekanan 7 bar selama 15 detik dengan nilai 93  $\mu\text{m}$  memiliki kekasaran tertinggi. Dengan selang waktu 8 detik, 10 detik, dan 15 detik, proses sandblasting menghasilkan kebersihan yaitu Sa 2½. Pada proses sandblasting yang dilakukan didapat nilai ketebalan yang semakin menurun di variasi 7 bar 15 detik dengan nilai 3,76 mm. Sedangkan pada variasi tekanan 5 bar 8 detik didapatkan nilai ketebalan 3,89 mm yang awalnya pada saat sebelum proses sandblasting didapatkan nilai ketebalan dari raw material yaitu 3,986 mm. Pada proses sandblasting didapatkan nilai kekerasan yang meningkat yang awalnya material tersebut dengan kekerasan 62,3 HRB menjadi 77,053 HRB dengan variasi 7 bar 15 detik. Sedangkan pada kekerasan yang rendah terjadi pada variasi 5 bar 8 detik yaitu 69,26 HRB.

Kata kunci : kekasaran, kekerasan, ketebalan, sandblasting, tekanan, waktu.

### **ABSTRACT**

*Sandblasting is a surface cleaning method that uses high pressure to shoot abrasive particles at the surface of a material to cause impact, removing contaminants such as salt, oil, corrosion and rust and creating a roughness profile. Low carbon steel used in this study is ST 37 which has dimensions of 50 mm x 50 mm x 4 mm, time variations of 8 seconds, 10 seconds, and 15 seconds, and pressure variations of 5 bar, 6 bar, and 7 bar, respectively. Thickness and hardness roughness tests on ST 37 low carbon steel plates yield comparable values for each pressure and time variation of the sandblasting results. This study found that a pressure variation of 5 bar for 8 seconds with a value of 70  $\mu\text{m}$  produced the lowest roughness. Pressure variation of 7 bar for 15 seconds with a value of 93  $\mu\text{m}$  has the highest roughness. Interval of 8 seconds, 10 seconds, and 15 seconds, sandblasting process produces a cleanliness of Sa 2½. Sandblasting process, thickness value decreased 7 bar 15 seconds with a value of 3.76 mm. The pressure variation of 5 bar 8 seconds, a thickness value of 3.89 mm was obtained, which was initially before sandblasting process, thickness value of the raw material 3.986 mm. Sandblasting process, the hardness value increased from 62.3 HRB to 77.053 HRB with a variation of 7 bar 15 seconds. The low hardness occurs at a variation of 5 bar 8 seconds, 69.26 HRB.*

## ANALISIS PENGARUH TEKANAN KOMPRESOR DAN WAKTU...

*Keywords : roughness, hardness, thickness, sandblasting, pressure, time.*

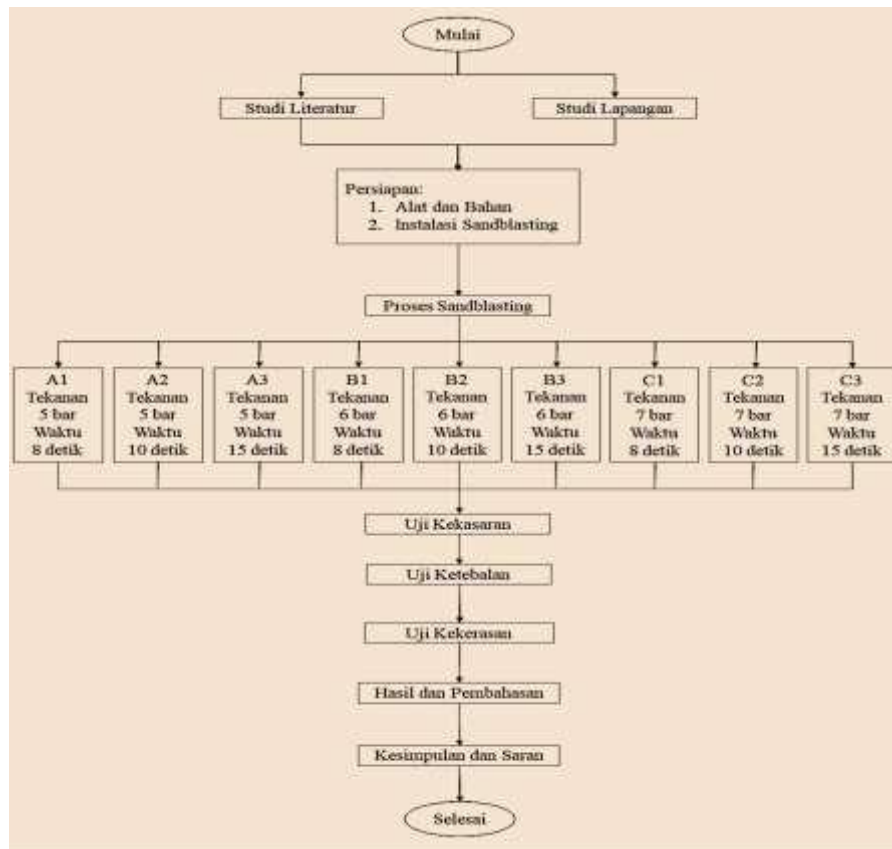
### **Pendahuluan**

Korosi adalah hasil dari interaksi kimia yang tidak diinginkan dari permukaan dengan lingkungannya. Sebagian besar zat mengalami efek korosi, yang disebabkan oleh perubahan energi dan terjadi secara alami. Salah satu cara tercepat dan paling efektif untuk menghilangkan korosi dan karat adalah dengan sandblasting.

Sandblasting adalah salah satu metode pembersihan permukaan yang melibatkan penembakan partikel abrasif ke permukaan material untuk menyebabkan gesekan atau benturan. Tujuannya untuk menghilangkan karat, cat, garam, minyak, dan bahan pencemar lainnya, serta mengelupas cat tua yang rusak atau pudar. Untuk membangun profil kekasaran permukaan untuk daya rekat yang lebih baik dan ketahanan korosi pada lapisan. Akibat tumbukan oleh partikel-partikel tersebut pada permukaan material dengan kecepatan relatif tinggi, material dipermukaan mengalami deformasi plastis dan mengalami perubahan kekasaran material. Hal-hal yang menentukan hasil pada proses sandblasting antarlain adalah faktor manusia, tekanan udara saat penembakan, serbuk pasir yang digunakan, waktu penembakan, dan jarak penembakan.

Pengaruh tekanan kompresor dan waktu penyemprotan terhadap kekasaran, ketebalan dan kekerasan permukaan plat baja karbon rendah ST 37 akan menjadi pokok bahasan dalam penelitian ini. Waktu penyemprotan 8 detik, 10 detik, dan 15 detik pada material baja karbon rendah ST 37 dengan dimensi 50 mm x 50 mm x 4 mm merupakan parameter yang digunakan dalam penelitian ini.

**Metode**





Gambar 1. Diagram Alir Penelitian







*Alat dan Bahan*

a. Alat





Tabel 1. Nama-nama alat

No	Nama	Alat
1	Kompresor	
2	Nozzle	

**ANALISIS PENGARUH TEKANAN KOMPRESOR DAN WAKTU...**

3	Blast pot	
4	Selang	
5	APD	
6	Mistar sorong	
7	Stopwatch	
8	Meteran	

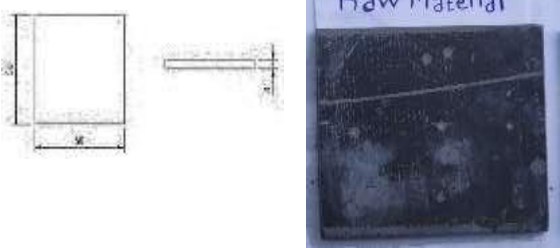
3

9	Mikrometer	
10	Ragum	
11	Elcometer 122 testex® Replica Tape	
12	Rockwell Hardness Tester	


4

b. Bahan

Tabel 2. Nama-nama Bahan

No	Nama	Bahan
1	Material dan dimensi benda kerja	

## ANALISIS PENGARUH TEKANAN KOMPRESOR DAN WAKTU...

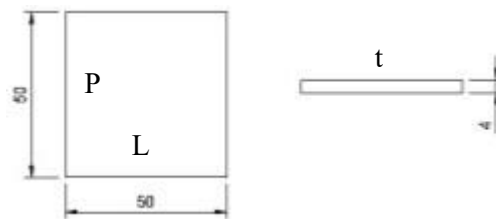
2	Steel grit SAE J444 G-25	
---	--------------------------	--

### Proses Sandblasting

Ketika diterapkan pada permukaan logam, sandblasting dapat mengubah karakter permukaan material menjadi lebih kasar selain menghilangkan kotoran yang terkontaminasi dari permukaan. Sandblasting dilakukan dengan cara menembakkan abrasif pada suatu material seperti pasir besi pada permukaan dengan tegangan yang cukup tinggi. Perubahan kekasaran permukaan material akan terjadi akibat tumbukan.

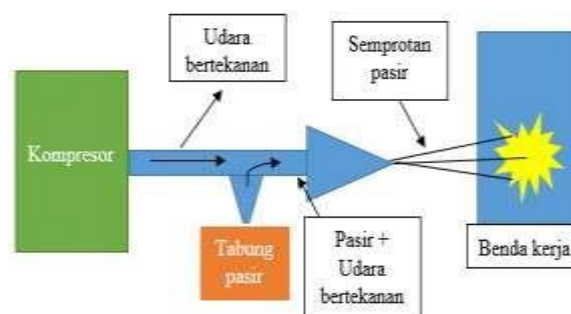
### Pembuatan Spesimen

Material plat baja ST 37 dipotong dengan ketebalan 4 mm, lebar 50 mm, dan panjang 50 mm. Pemotongan spesimen ini sebanyak 30 spesimen.



Gambar 2. Dimensi spesimen uji Keterangan

- :  
P = Panjang 50 mm  
L = Lebar 50 mm  
t = Tebal 4 mm



Gambar 3. Proses sandblasting



Gambar 4. Diagram alir proses sandblasting

#### Pengujian Kekasaran

Dengan menggunakan alat Elcometer 122 Testex® Replica Tape, pengujian kekasaran dilakukan. Replica tape ini memiliki “emulsion film of microscopical bubbles” yang menempel pada lapisan “mylar” setebal 50 micron. Replica tape tersebut (bagian emulsinya) menempel pada permukaan yang di blasting, kemudian benda tumpul digunakan untuk menggosok lapisan mylar yang membuat profil pada lapisan emulsi, seperti ujung pensil (lapisan emulsi terkompresi yang diinduksi gesekan) sesuai dengan kekasaran permukaan.

Langkah-langkah uji kekasaran :

1. Spesimen dilakukan proses sandblasting dengan variasi tekanan 5 bar, 6 bar, 7 bar dan waktu 8 detik, 10 detik, 15 detik.
2. Setelah proses sandblasting selesai, specimen di blow dengan angin untuk menghilangkan debu bekas dari sandblasting.
3. Film thickness atau testex press o-film di tempelkan ke permukaan specimen yang di uji.
4. Ketebalan film akan dikompresi dengan menggosoknya dengan benda tumpul, seperti ujung pensil, di atasnya. Pada lapisan emulsi, puncak pada lembah akan

6

menjadi permukaan setelah blasting, dan puncaknya akan menjadi lembah. Sementara itu, lapisan mylar tetap memiliki ketebalan yang sama.

5. Pembacaan kedalaman profil terlihat pada alat elcometer 122 yang dikurangi tebal dari film thickness yaitu 50 micron, cara membaca hasil dari elcometer 122 adalah  $120 \mu\text{m} - 50 \mu\text{m}$  (tebal film thickness) =  $70 \mu\text{m}$ .

## ANALISIS PENGARUH TEKANAN KOMPRESOR DAN WAKTU...



Gambar 5. Elcometer 122 Testex® Replica Tape

### Pengujian Ketebalan

Pengujian ketebalan pada material setelah di sandblasting menggunakan alat mikrometer dengan ketelitian 0,01 mm.

Langkah-langkah uji ketebalan :

1. Spesimen telah dilakukan proses sandblasting dan uji kekasaran, spesimen dilakukan uji ketebalan dengan tahap awal yaitu membersihkan material dengan cara di kuas atau di blow.
2. Siapkan alat ukur mikrometer.
3. Pengukuran ketebalan dilakukan menggunakan mikrometer dengan spot yang berbeda-beda.



Gambar 6. Mikrometer

### Pengujian Kekerasan

Uji kekerasan dilakukan pada spesimen setelah proses sandblasting. Pengujian kekerasan dilakukan dengan menggunakan Rockwell Hardness Tester. Pengujian dilaksanakan di laboratorium uji bahan Universitas Negeri Surabaya.

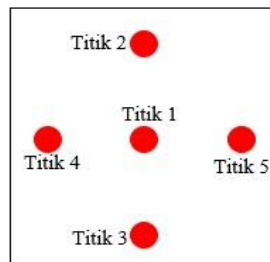
Langkah-langkah uji kekerasan :

1. Siapkan spesimen yang mau di uji.
2. Pembersihan terhadap spesimen dengan cara di usap dengan kain yang bersih.
3. Pastikan spesimen rata.
4. Penerapan pembebanan 100 kg.f sesuai dengan indenter yaitu bola baja 1/16” dan benda uji.
5. Pastikan layar digital di angka 0 HRB.

6. Putar roda tangan sampai pada indikator set.
7. Start.
8. Tunggu proses uji kekerasan berjalan.
9. Keluar hasil pada layar digital alat hardness test.

7





Gambar 7. Titik uji kekerasan rockwell





Gambar 8. Rockwell Hardness Tester

**Hasil Dan Pembahasan**




**Hasil Uji Kekasaran**

Pengujian dilakukan menggunakan Elcometer 122 Testex® Replica Tape. Pengujian kekasaran dilakukan untuk mengetahui pengaruh pada sandblasting terhadap profil kekasaran yang menggunakan abrasif steel grit.

Tabel 3. Hasil uji kekasaran

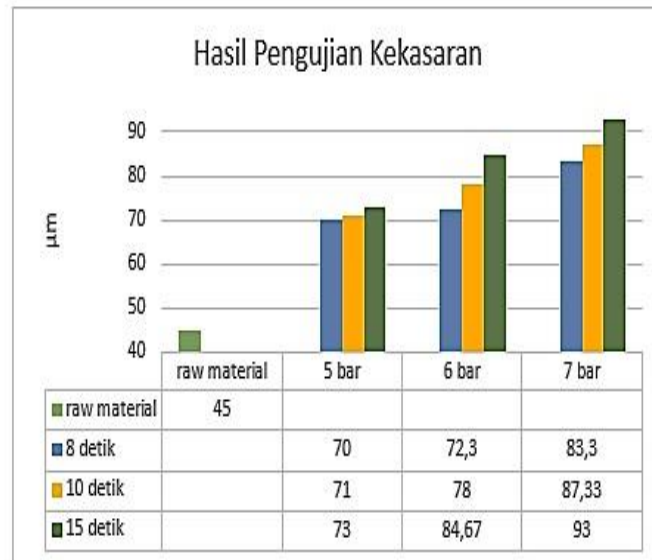
No	Nama	Bahan
1	Raw material	
2	5 bar	

**ANALISIS PENGARUH TEKANAN KOMPRESOR DAN WAKTU...**

3	6 bar	
4	7 bar	
5	Kebersihan Sa 2½	

Tabel 4 Data hasil pengujian kekasaran

Variasi	Hasil Pengujian Kekasaran ( $\mu\text{m}$ )			Rata-rata ( $\mu\text{m}$ )
	1	2	3	
Raw Material	41	45	49	45
5 bar 8 detik	68	69	73	70
5 bar 10 detik	74	70	69	71
5 bar 15 detik	71	76	72	73
6 bar 8 detik	70	71	76	72,3
6 bar 10 detik	76	78	80	78
6 bar 15 detik	82	83	89	84,67
7 bar 8 detik	84	86	80	83,3
7 bar 10 detik	90	84	88	87,33
7 bar 15 detik	94	96	89	93



Gambar 9. Grafik hasil pengujian kekasaran

Berdasarkan gambar 9 hasil penelitian setelah dilakukan proses sandblasting didapat nilai kekasaran yang semakin meningkat. Apabila tekanan semakin besar dan waktu semakin lama akan meningkatkan kekasaran permukaan yang tinggi dengan awal sebelum di sandblasting yaitu 45  $\mu\text{m}$ . Untuk nilai kekasaran paling rendah berada pada variasi 5 bar 8 detik dengan nilai kekasaran rata-rata 70  $\mu\text{m}$ , sedangkan untuk nilai kekasaran tinggi berada pada variasi 7 bar dengan waktu 15 detik dengan nilai kekasaran sebesar 93  $\mu\text{m}$ . Pada proses sandblasting didapat nilai kebersihan dari sandblasting adalah Sa 2½.

Ini karena partikel-partikel ini menghantam permukaan material dengan kecepatan yang relatif tinggi, material pada permukaan mengalami perubahan kekasaran material dan mengalami deformasi plastis. Semakin lama durasi proses sandblasting dan semakin tinggi tekanan menghasilkan nilai kekasaran yang tinggi. Akumulasi material pada permukaan bibir kawah menghasilkan pembentukan depresi baru, yang menaikkan tinggi puncak dan meningkatkan kekasaran permukaan.

#### Hasil Uji Ketebalan

Pengujian ketebalan dilakukan untuk mengetahui perubahan ketebalan pada spesimen uji yang telah di sandblasting. Uji ketebalan menggunakan alat mikrometer dengan ketelitian 0,01 mm.

## ANALISIS PENGARUH TEKANAN KOMPRESOR DAN WAKTU...

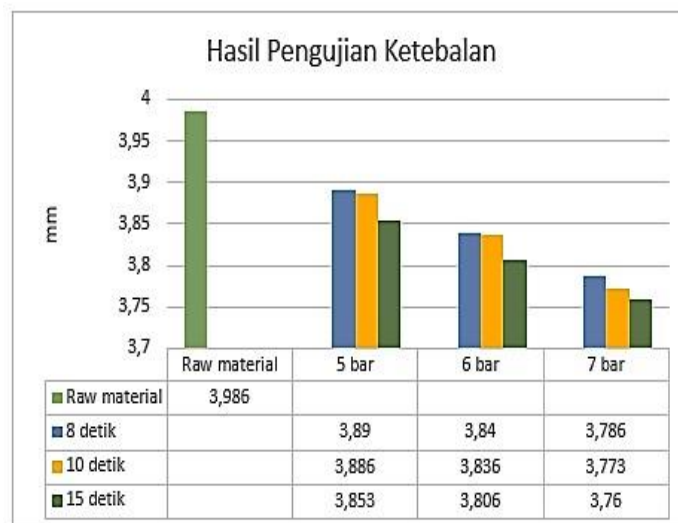


Gambar 10. Pengujian ketebalan

10

Tabel 5 Data hasil pengujian ketebalan

Variasi	Hasil Pengujian Ketebalan (mm)			Rata-rata (mm)
	1	2	3	
Raw material	4,00	3,98	3,98	3,986
5 bar 8 detik	3,90	3,89	3,88	3,89
5 bar 10 detik	3,89	3,89	3,88	3,886
5 bar 15 detik	3,85	3,85	3,86	3,853
6 bar 8 detik	3,84	3,84	3,84	3,84
6 bar 10 detik	3,83	3,84	3,84	3,836
6 bar 15 detik	3,80	3,81	3,81	3,806
7 bar 8 detik	3,80	3,78	3,78	3,786
7 bar 10 detik	3,78	3,77	3,79	3,773
7 bar 15 detik	3,77	3,76	3,75	3,76



Gambar 11. Grafik hasil pengujian ketebalan

Berdasarkan gambar 11 hasil penelitian setelah dilakukan proses sandblasting didapat nilai ketebalan pada spesimen uji semakin menurun. Apabila tekanan semakin besar dan waktu semakin lama maka ketebalan spesimen uji semakin menurun dengan awal sebelum di sandblasting yaitu 3,986 mm Untuk ketebalan terendah berada pada tekanan 7 bar 15 detik dengan nilai ketebalan rata-rata 3,76 mm, sedangkan untuk nilai ketebalan tertinggi berada pada tekanan 5 bar 8 detik dengan nilai ketebalan rata-rata 3,89 mm.

Hal ini dikarenakan nilai ketebalan spesimen akan dipengaruhi oleh peningkatan tekanan dan durasi proses sandblasting. Ini dapat menyebabkan deformasi permukaan material yang lebih dalam dengan tekanan dan waktu yang lebih besar, menghasilkan pematatan dan ukuran butir permukaan yang lebih kecil.

11

#### Hasil Uji Kekerasan

Pengujian kekarasan dilakukan untuk menentukan perubahan kekerasan pada proses sandblasting. Uji kekerasan menggunakan alat Rockwell Hardness Test dengan menggunakan skala B, beban 100 kg.f dengan indenter bola baja 1/16” .

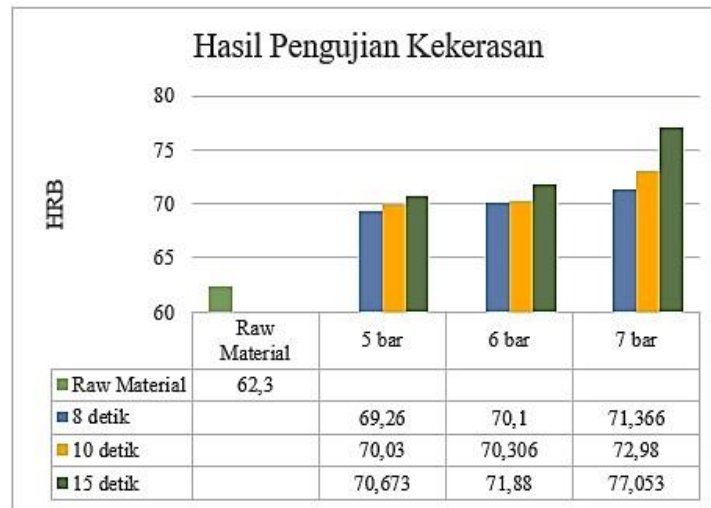


Gambar 12. Pengujian kekerasan  
Tabel 6 Data hasil pengujian kekerasan

Variasi	Hasil Pengujian Kekerasan (HRB)			Rata-rata (HRB)
	1	2	3	
Raw Material	62,38	60,04	64,48	62,3
5 bar 8 detik	68,92	69,12	69,74	69,26
5 bar 10 detik	69,98	70,06	70,06	70,03
5 bar 15 detik	70,56	70,7	70,76	70,673
6 bar 8 detik	69,86	70,14	70,3	70,1
6 bar 10 detik	69,96	70,58	70,38	70,306

## ANALISIS PENGARUH TEKANAN KOMPRESOR DAN WAKTU...

6 bar 15 detik	71,84	71,84	71,96	71,88
7 bar 8 detik	71,32	71,38	71,4	71,366
7 bar 10 detik	72,78	72,86	73,3	72,98
7 bar 15 detik	76,62	76,52	78,02	77,053



Gambar 13. Grafik pengujian kekerasan

12

Berdasarkan gambar 13 hasil penelitian setelah dilakukan proses sandblasting didapat nilai kekerasan pada spesimen yang uji semakin tinggi. Apabila tekanan semakin besar dan waktu semakin lama maka kekerasan spesimen uji semakin tinggi dengan awal sebelum di sandblasting yaitu 62,3 HRB. Untuk nilai kekerasan yang tinggi berada pada tekanan 7 bar 15 detik dengan nilai kekerasan rata-rata 77,053 HRB, sedangkan untuk nilai kekerasan rendah berada pada tekanan 5 bar 8 detik dengan nilai kekerasan rata-rata 69,26 HRB.

Hal ini disebabkan karena seiring bertambahnya tekanan dan waktu pada proses sandblasting akan mempengaruhi nilai kekerasan pada spesimen tersebut. Menurut Penelitian Wahyudin, dkk (2016). Perlakuan shot peening terhadap baja tahan karat AISI 304 meningkatkan nilai kekerasan jika dibandingkan sampel tanpa perlakuan shot peening. Ini karena bola baja bergerak lebih cepat, menghasilkan lebih banyak tumbukan dan deformasi plastis. Partikel permukaan terluar terdorong lebih dalam oleh tumbukan ini sehingga mengakibatkan peningkatan nilai kekerasan.

### Hubungan Antara Kekasaran, Ketebalan, dan Kekerasan

Tabel 7 Hubungan hasil pengujian

Variasi	Pengujian		
	Kekasaran ( $\mu\text{m}$ )	Ketebalan (mm)	Kekerasan (HRB)
Raw Material	45	3,986	62,3
5 bar 8 detik	70	3,89	69,26
5 bar 10 detik	71	3,886	70,03

5 bar 15 detik	73	3,853	70,673
6 bar 8 detik	72,3	3,84	70,1
6 bar 10 detik	78	3,836	70,306
6 bar 15 detik	84,67	3,806	71,88
7 bar 8 detik	83,3	3,786	71,366
7 bar 10 detik	87,33	3,773	72,98
7 bar 15 detik	93	3,76	77,053



Gambar 14. Grafik hubungan antara kekasaran, ketebalan, dan kekerasan

13

Berdasarkan gambar 14 Terbukti bahwa variasi kekasaran 5 bar 8 detik memiliki nilai kekasaran terendah 70 µm, sedangkan variasi kekasaran 7 bar 15 detik memiliki nilai kekasaran tertinggi 93 µm. Pada variasi yang memiliki nilai ketebalan paling rendah yaitu dengan variasi 7 bar 15 detik dengan nilai ketebalan 3,76 mm, sedangkan nilai ketebalan paling tinggi yaitu dengan variasi 5 bar 8 detik dengan nilai ketebalan 3,89 mm. Pada variasi yang memiliki nilai kekerasan paling rendah yaitu dengan variasi 5 detik 8 bar dengan nilai kekerasan 69,26 HRB, sedangkan nilai kekerasan paling tinggi yaitu dengan variasi 7 bar 15 detik dengan nilai kekerasan 77,053 HRB.

Meningkatnya variasi tekanan dan waktu adalah akar penyebab dari hal ini. Seperti yang dapat dilihat dari tabel 7, dengan variasi tekanan dan waktu yang rendah, nilai kekasaran dan kekerasan akan lebih rendah dan nilai ketebalan akan lebih rendah dari nilai ketebalan bahan raw material. Sebaliknya, dengan variasi tekanan dan waktu yang tinggi, nilai kekasaran dan kekerasan akan lebih tinggi dan nilai ketebalan akan lebih rendah dari nilai ketebalan dengan variasi tekanan dan waktu yang rendah.

## ANALISIS PENGARUH TEKANAN KOMPRESOR DAN WAKTU...

Pada hubungan kekasaran, ketebalan, dan kekerasan berpengaruh pada proses coating/pengecatan. Apabila pada kekasaran yang tinggi akan mengakibatkan kerekatan cat dan kualitas cat akan semakin bagus hal ini disebabkan karena ketebalan cat yang sangat tinggi untuk menutupi puncak-puncak kekasaran spesimen tersebut dan juga di perhatikan apabila kekasaran semakin tinggi dengan variasi tekanan dan waktu semakin lama akan berpengaruh juga terhadap ketebalan yang semakin menurun dan kekerasan pada permukaan yang semakin meningkat.

### **Kesimpulan**

Dapat ditarik kesimpulan dari penelitian Tugas Akhir dan kesimpulan berikut setelah menganalisis hasil pengujian:

1. Variasi tekanan kompresor dan waktu tembak sandblasting menghasilkan peningkatan nilai kekasaran yang awalnya sebelum terjadi proses sandblasting nilai kekasarannya 45  $\mu\text{m}$  , dimana nilai kekasaran yang paling rendah terdapat pada variasi 5 bar 8 detik dengan nilai kekasaran 70  $\mu\text{m}$ , sedangkan nilai kekasaran paling tinggi terdapat pada variasi 7 bar 15 detik dengan nilai kekasaran 93  $\mu\text{m}$ .
2. Variasi tekanan kompresor dan waktu sandblasting menghasilkan penurunan nilai ketebalan yang awalnya sebelum terjadi proses sandblasting nilai ketebalannya 3,986 mm , dimana nilai ketebalan yang paling rendah terdapat pada variasi 7 bar 15 detik dengan nilai ketebalan 3,76 mm, sedangkan nilai ketebalan paling tinggi terdapat pada variasi 5 bar 8 detik dengan nilai ketebalan 3,89 mm.
3. Variasi tekanan kompresor dan waktu tembak sandblasting menghasilkan peningkatan nilai kekerasan yang awalnya sebelum terjadi proses sandblasting nilai kekerasan 62,3 HRB , dimana nilai kekerasan yang paling rendah terdapat pada variasi 5 bar 8 detik dengan nilai kekerasan 69,26 HRB, sedangkan nilai kekerasan paling tinggi terdapat pada variasi 7 bar 15 detik dengan nilai kekerasan 77,053 HRB.

14

### **Daftar Pustaka**

- Azhar, M.C. 2014. *Analisa Kekasaran Permukaan Benda Kerja dengan Variasi Jenis Material dan Pahat Potong*. Bengkulu : Universitas Bengkulu.
- Davis, J.R 2004. *Handbook of Thermal Spray Technology*. ASM International and the Thermal Spray Society.
- Ishaka,F., Santoso, T.D. dan Pohan, G.A., 2021. *Pengaruh Ukuran Pasir Pada Perlakuan Sand blasting Yang Memanfaatkan Pasir Besi Terhadap Wettability Baja Tahan Karat 316L*. Malang : Institut Teknologi Nasional Malang.
- ISO 8501-1. 2007. *The Rust Grad Book*. Swedia :. Preparation of steel substrates before application of paints and related products.
- Munadi. 1988. *Dasar-dasar Metrologi Industri*. Jakarta : Proyek Pengembangan Lembaga Pendidikan Tenaga Kependidikan.



- 
- Pradana, R.B. dan Kromodiharjo, S. 2016. *Studi Eksperimen Pengaruh Tekanan dan Waktu Sandblasting Terhadap Kekasaran Permukaan, Biaya, dan Kebersihan pada Pelat Baja Karbon Rendah di PT. Swadaya Graha*. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Sarwanto., Wahid, I., Zainun. dan Andrian, G.R. 2022. *Pengaruh Kuat Arus dan Diameter Elektroda Jenis RB-26 Pada Pengelasan SMAW Baja ST 42 Terhadap Sifat Mekanis*. Surabaya : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
- Siddiq, M., Nurdin, N. dan Amalia, I. (2019). *Pengaruh jenis kampuh terhadap ketangguhan sambungan pengelasan material St37 dengan AISI 1050 menggunakan proses SMAW*. *Journal of Welding Technology*, 1(1), 11-16.
- Wahyudin, Widyo, A. dan Sunardi. 2016. *Pengaruh Variasi Jarak Penembakan Shot Peening Terhadap Struktur Mikro dan Kekerasan Menggunakan Steel Ball 0,7 mm Pada Material Biomedik Plat Penyambung Tulang Stainless Steel Aisi 304*. Yogyakarta : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Wattimena, W.M.E. dan Louhenapessy, J. 2014. *Pengaruh Holding Time dan Quenching Terhadap Kekerasan Baja Karbon St 37 Pada Proses Pack Carburizing Menggunakan Arang Batok Biji Pala (Myristica Fagrans)*. Maluku : Universitas Pattimura.
- Widana, F. 2018. *Pengaruh variasi Jarak, Waktu, dan Tekanan Terhadap kekerasan Permukaan Pada Proses Sandblasting dengan Metode Regresi Linear*. Jember : Universitas Jember.