

ANALISIS PENGARUH SUDUT DAN JARAK PENYEMPROTAN PADA PROSES SANDBLASTING TERHADAP KEKASARAN KETEBALAN DAN KEKERASAN PADA BAJA ST 37

Andi Saputro¹⁾, Maula Nafi²⁾

Program Studi Teknik Mesin, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Email : asaputro499@gmail.com, maula.nafi@untag-sby.ac.id

ABSTRAK

Korosi merupakan masalah yang sering kali terjadi pada permukaan material, khususnya pada material baja karbon rendah. Sandblasting adalah proses di mana permukaan suatu material dibersihkan dengan partikel abrasif dengan menembakkan partikel tersebut ke permukaan material sehingga menyebabkan benturan dengan tujuan untuk menghilangkan karat, cat, garam, minyak, dan lainnya. Penelitian menggunakan baja karbon rendah ST37 yang memiliki dimensi 50 mm x 50 mm x 4 mm dengan variasi sudut 45°, 60° dan 90° dan variasi jarak 40 cm, 50 cm, dan 60 cm. Dari hasil sandblasting dilakukan uji kekasaran, ketebalan, dan kekerasan pada plat baja karbon rendah ST37 didapat nilai perbandingan dari setiap variasi sudut dan jarak. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa variasi sudut penyemprotan dan jarak penyemprotan pada proses sandblasting menghasilkan perubahan nilai kekasaran pada permukaan, ketebalan dan kekerasan pada material yang diuji. Kekasaran tertinggi sebesar 91,67 µm terdapat pada variasi sudut 90° jarak 40 cm. Sedangkan kekasaran terendah sebesar 69,67 µm terdapat pada variasi sudut 45° jarak 60 cm. Untuk nilai ketebalan tertinggi terdapat pada variasi sudut 45° jarak 60 cm sebesar 3,913 mm. Sedangkan nilai ketebalan terendah terdapat pada variasi sudut 90° jarak 40 cm sebesar 3,756 mm. Dan untuk nilai kekerasan tertinggi terdapat pada variasi sudut 90° jarak 40 cm dengan nilai kekerasan 73,24 HRB. Sedangkan untuk nilai kekerasan terendah terdapat pada variasi sudut 45° jarak 60 cm dengan nilai kekerasan 69,75 HRB.

Kata-kata kunci: jarak, kekasaran, kekerasan, ketebalan, sandblasting, sudut

ABSTRACT

Corrosion frequently occurs on material surfaces, specifically in low-carbon steel materials. Sandblasting is cleaning the surface of a substance with abrasive particles by shooting the particles against the surface and generating an impact to remove rust, paint, salt, oil, and other contaminants. The research employed low carbon steel ST37, with dimensions of 50 mm x 50 mm x 4 mm and angle variations of 45°, 60° and 90°, and distance variations of 40 cm, 50 cm and 60 cm. The sandblasting results demonstrated that the roughness, thickness, and hardness test on low-carbon steel plate ST37 produced comparative values for each angle and distance variation.

The study's findings indicated that variations in the sandblasting process's spraying angle and distance resulted in alterations in the surface roughness, thickness and hardness of the tested material. The highest roughness was 91,67 µm at the 90° angle variation and 40 cm distance. Simultaneously, the lowest roughness was 69.67 µm at the 45° angle variation and 60 cm distance. In addition, there is a variance of the 45° angle at the 60 cm distance of 3.913 mm for the highest thickness value. Simultaneously, the lowest thickness value was 3,756 mm at the 90° angle variation and 40 cm distance. Moreover, the highest hardness value was 73.24 HRB at the 90° angle variation distance and 40 cm distance. The lowest hardness value was 69.75 HRB at the 45° angle variation distance and 60 cm distance.

Keywords: angle, distance, hardness, roughness, sandblasting, thickness

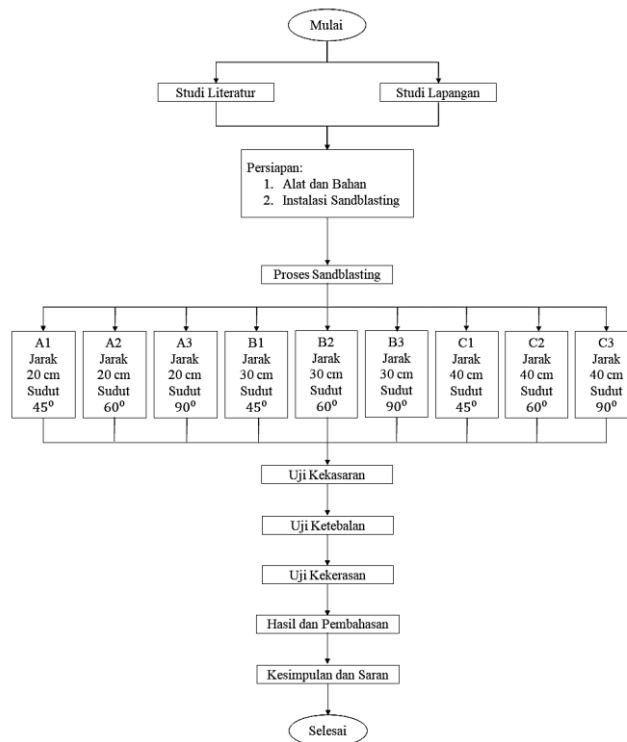
Pendahuluan

Logam yang lembab dan terpapar oleh air dengan jangka waktu yang terlalu lama maka akan menyebabkan korosi pada permukaan logam. Ada beberapa metode untuk menghilangkan logam berkarat yaitu menggunakan solar, citric acid powder, dan sandblasting. Beberapa metode tersebut mungkin akan membutuhkan waktu yang relatif lama dan tenaga yang banyak. Dengan kemajuan teknologi modern, telah tercipta alat-alat otomatis yang memiliki keunggulan di waktu dan tenaga untuk membersihkan karat yaitu proses sandblasting (Putri dkk, 2019).

Sandblasting adalah proses di mana permukaan suatu material dibersihkan dengan partikel abrasif dengan menembakkan partikel tersebut ke permukaan material sehingga menyebabkan benturan dengan tujuan untuk menghilangkan karat, cat, garam, minyak, dan lainnya. Tujuan dari sandblasting juga untuk membuat profil kekasaran pada permukaan material agar cat melekat dengan baik. Dampak tumbukan partikel abrasif pada permukaan material dengan kecepatan yang relatif tinggi menyebabkan deformasi plastis pada permukaan material, yang menyebabkan perubahan kekasaran permukaan material. Besarnya perubahan kekasaran permukaan material tergantung pada tekanan kompresor, ukuran partikel, durasi semprotan, jarak, dan sudut semprotan.

Penelitian ini akan membahas pengaruh sudut dan jarak penyemprotan kepada nilai kekasaran permukaan, ketebalan, serta kekerasan di material uji plat baja ST 37. Parameter yang digunakan pada penelitian ini adalah jarak 40 cm, 50 cm, dan 60 cm dengan sudut penyemprotan 45° , 60° , dan 90° . Sedangkan untuk material uji yang dipakai adalah baja ST 37 dengan dimensi ukuran 50 mm x 50 mm x 4 mm.

Metode

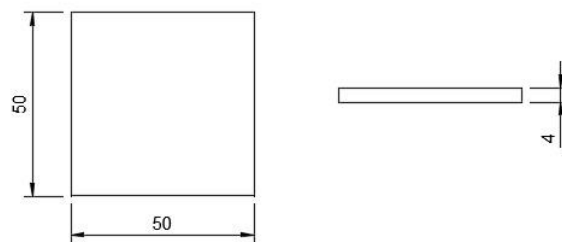


Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

Persiapan Alat dan Bahan

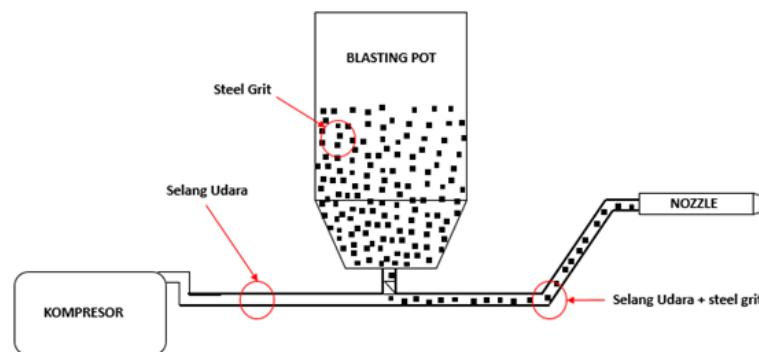
Persiapan peralatan dan bahan penelitian sebelum dilakukan proses penelitian ini merupakan salah hal penting yang harus diperhatikan. Peralatan yang perlu disiapkan antara lain kompresor blasting, blasting pot, selang, nozzle blasting, stopwatch, rollmeter, ragum, dan jangka sorong.

Bahan material uji yang dipakai dalam penelitian ini adalah plat baja jenis ST37. Baja jenis ini termasuk ke dalam baja dengan nilai karbon rendah, karena baja ini hanya memiliki nilai kadar karbon yang bernilai kurang dari 0.25 % (Callister, 2009). Bahan material uji dipotong dengan ukuran dimensi 50 mm x 50 mm x 4 mm. Pemotongan material uji ini dilakukan sebanyak 30 spesimen.



Gambar 2 Dimensi spesimen uji

Proses Sandblasting



Gambar 3 Ilustrasi prinsip kerja sandblasting

Proses sandblasting dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan kekasaran pada permukaan material. Sandblasting dilakukan dengan cara menyemprotkan pasir steel grit yang keras dan tajam ke permukaan bahan uji, kemudian menyebabkan permukaan bahan uji berubah kekasaran permukaannya. Parameter yang digunakan pada penelitian ini adalah jarak 40 cm, 50 cm, dan 60 cm dengan sudut penyemprotan 45° , 60° , dan 90° .

Pengujian Kekasaran

Pengujian kekasaran dilakukan dengan menggunakan alat Elcometer 122 Testex® Replica Tape. Berikut adalah langkah-langkah pengujian kekasaran yang dilakukan setelah proses sandblasting:

1. Setelah spesimen uji selesai di sandblasting, spesimen di blow dengan angin untuk menghilangkan debu dan kotoran bekas dari proses sandblasting.

2. Tempelkan Film thickness atau testex press o-film ke permukaan spesimen yang akan di uji kekasarannya.
3. Gosokan pada film thickness menggunakan benda tumpul semisal ujung pensil, gosokan akan mengkompresi film thickness tersebut. Pembacaan kedalaman profil terlihat pada alat elcometer 122 yang dikurangi tebal dari film thickness yaitu 50 micron.



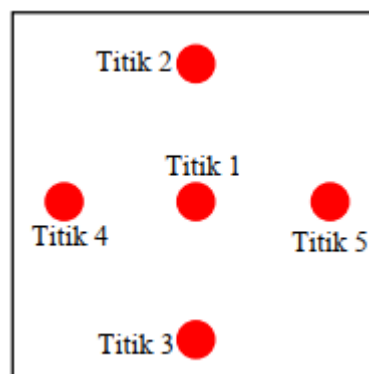
Gambar 4 Elcometer 122 Testex® Replica Tape

Pengujian Ketebalan

Pengujian ketebalan pada material menggunakan alat mikrometer mitutoyo dengan ketelitian 0,01 mm. Pengujian ketebalan dilakukan setelah benda uji di proses sandblasting dan uji kekasaran.

Pengujian Kekerasan

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

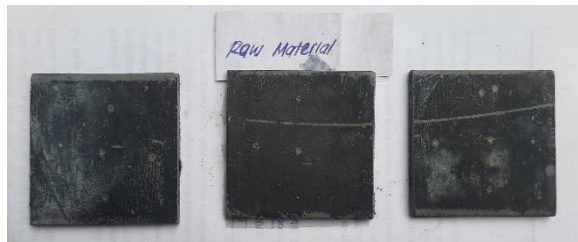


Gambar 5 Titik Pengujian Kekerasan

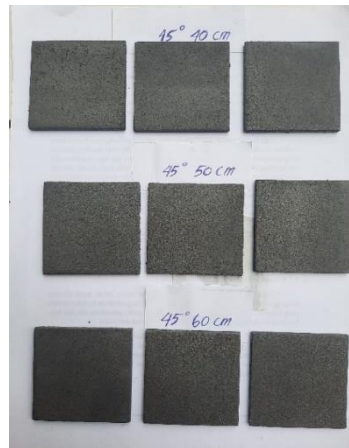
Hasil dan Pembahasan

Hasil Pengujian Kekasaran

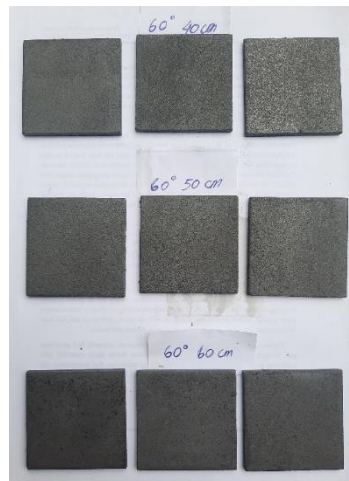
Pengujian kekasaran material uji dilakukan dengan menggunakan alat Elcometer 122 Testex® Replica Tape. Pengujian nilai kekasaran dilakukan untuk mengetahui pengaruh pada sandblasting terhadap profil kekasaran permukaan material yang menggunakan pasir abrasif steel grit.



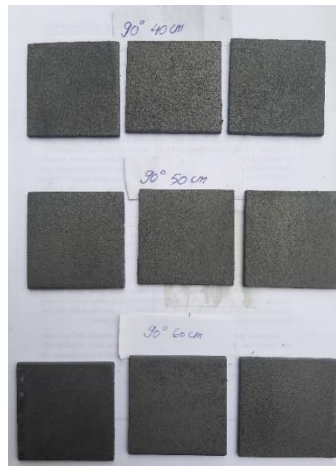
Gambar 6 Material uji sebelum diproses sandblasting



Gambar 7 Material uji setelah di proses sandblasting dengan variasi sudut 45 derajat dan jarak 40 cm, 50 cm, dan 60 cm



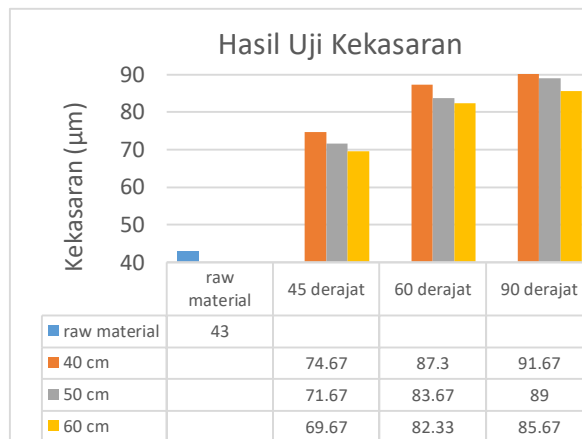
Gambar 8 Material uji setelah di proses sandblasting dengan variasi sudut 60 derajat dan jarak 40 cm, 50 cm, dan 60 cm



Gambar 9 Material uji setelah di proses sandblasting dengan variasi sudut 90 derajat dan jarak 40 cm, 50 cm, dan 60 cm

Tabel 1 Data hasil pengujian kekasaran

Variabel	Hasil pengukuran (μm)			Rata-rata (μm)
	1	2	3	
Raw Material	40	41	48	43
45 ⁰ 40 cm	70	78	76	74,67
45 ⁰ 50 cm	74	72	69	71,67
45 ⁰ 60 cm	72	70	67	69,67
60 ⁰ 40 cm	90	87	85	87,3
60 ⁰ 50 cm	84	86	81	83,67
60 ⁰ 60 cm	82	80	86	82,33
90 ⁰ 40 cm	93	94	88	91,67
90 ⁰ 50 cm	90	87	90	89
90 ⁰ 60 cm	88	85	84	85,67



Gambar 10 Grafik nilai kekasaran

Berdasarkan pada gambar 10 hasil penelitian setelah dilakukan proses sandblasting didapat nilai kekasaran yang semakin meningkat. Apabila sudut semakin besar atau mendekati tegak lurus dan jarak semakin dekat maka akan meningkatkan kekasaran permukaan yang tinggi dengan awal sebelum di sandblasting yaitu 43 μm . Hasil nilai kekasaran tertinggi berada pada jarak semprot 40 cm dan sudut semprot 90⁰ dengan hasil nilai kekasaran rata-rata sebesar 91,67 μm . Dan untuk hasil nilai kekasaran terendah berada pada jarak semprot 60 cm dan sudut semprot 45⁰ dengan nilai kekasaran rata-rata sebesar 69,67 μm .

Hal ini karena semakin besarnya sudut semprot atau sudut mendekati tegak lurus dan dengan semakin dekatnya jarak maka energi penyemprotan partikel abrasif juga menjadi semakin kuat, sehingga disaat partikel abrasif disemprotkan maka akan menyebabkan partikel bertumbukan dengan permukaan bahan uji dan menyebabkan deformasi yang lebih besar. Akibatnya, kekasaran material bertambah.

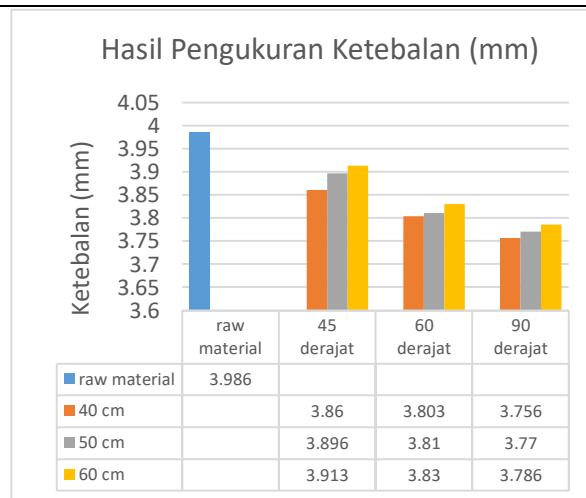
Hasil Uji Ketebalan

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

Tabel 2 Data hasil pengujian ketebalan

Variabel	Hasil pengukuran (mm)			Rata-rata (mm)
	1	2	3	
Raw Material	3,98	3,99	4,00	3,986
45 ⁰ 40 cm	3,86	3,87	3,85	3,86
45 ⁰ 50 cm	3,90	3,89	3,90	3,896
45 ⁰ 60 cm	3,90	3,92	3,92	3,913

60 ^o 40 cm	3,80	3,81	3,80	3,803
60 ^o 50 cm	3,82	3,81	3,80	3,81
60 ^o 60 cm	3,82	3,84	3,83	3,83
90 ^o 40 cm	3,76	3,75	3,76	3,756
90 ^o 50 cm	3,78	3,77	3,77	3,77
90 ^o 60 cm	3,79	3,78	3,79	3,786



Gambar 11 Grafik hasil nilai pengukuran ketebalan

Berdasarkan pada gambar 11 hasil penelitian setelah dilakukan proses sandblasting didapat nilai ketebalan yang semakin menurun. Apabila sudut semakin besar atau mendekati tegak lurus dan jarak semakin dekat maka akan menurunkan ketebalan spesimen uji, dengan nilai awal sebelum di sandblasting yaitu 3,986 mm. Untuk nilai ketebalan paling tinggi berada pada jarak 60 cm dan sudut 45^o dengan nilai ketebalan rata-rata 3,913 mm. Sedangkan untuk nilai ketebalan paling rendah berada pada jarak 40 cm dan sudut 90^o dengan nilai ketebalan rata-rata 3,756 mm.

Hal ini karena semakin besarnya sudut semprot atau sudut mendekati tegak lurus dan dengan semakin dekatnya jarak maka energi penyemprotan partikel abrasif juga menjadi semakin kuat, sehingga disaat partikel abrasif disemprotkan maka akan menyebabkan partikel bertumbukan dengan permukaan bahan uji dan menyebabkan deformasi yang lebih besar. Akibatnya, ketebalan material berkurang.

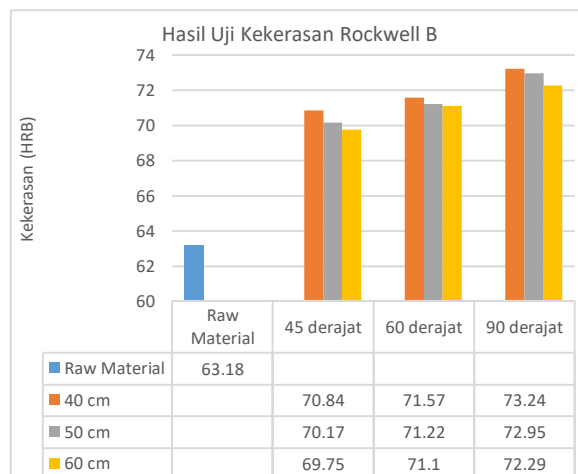
Hasil Uji Kekerasan

Pengujian kekerasan dilakukan untuk mengetahui perubahan kekerasan pada spesimen uji yang telah di sandblasting. Uji kekerasan menggunakan alat Rockwell Hardness Test dengan menggunakan skala B, beban 100 kg.f dengan indenter bola baja 1/16".

Tabel 3 Data hasil pengujian kekerasan rockwell

Variabel	Hasil Pengujian Kekerasan Rockwell B (HRB)					Rata-rata (HRB)
	Titik					
	1	2	3	4	5	
Raw Material	61.9	62.4	63.7	67.7	62.9	63.72
	64.3	63.4	66.0	63.3	61.1	63.62
	60.9	59.6	56.1	65.1	69.3	62.2
	Rata-rata					63.18
45 ⁰ 40 cm	69.8	72.1	68.9	73.2	70.5	70.9
	70.0	70.9	71.2	70.8	71.2	70.82
	70.2	71.3	72.4	70.0	70.1	70.8
	Rata-rata					70.84
45 ⁰ 50 cm	70.1	72.1	69.3	70.0	69.8	70.26
	69.3	70.0	72.2	69.0	70.2	70.14
	68.2	73.2	70.2	68.7	70.2	70.1
	Rata-rata					70.17
45 ⁰ 60 cm	69.5	69.9	70.5	70.2	69.8	69.98
	69.1	69.8	70.2	68.2	71.2	69.7
	68.0	69.0	70.2	70.1	70.5	69.56
	Rata-rata					69.75
60 ⁰ 40 cm	67.2	72.3	70.5	69.4	79.2	71.72
	70.0	73.2	69.8	74.3	70.2	71.5
	70.7	71.8	72.3	70.5	72.1	71.48
	Rata-rata					71.57
60 ⁰ 50 cm	72.2	70.4	70.2	70.6	72.9	71.26
	70.6	70.7	72.5	72.1	70.2	71.22
	73.8	71.2	69.2	70.2	71.54	71.188
	Rata-rata					71.22
60 ⁰ 60 cm	70.6	70.8	72.8	70.0	71.4	71.12
	71.7	70.6	70.1	70.5	72.6	71.1
	71.5	70.5	69.8	73.2	70.2	71.04

		Rata-rata					71.1
	72.3	71.2	79.8	70.1	73.1	73.3	
90° 40 cm	74.2	72.3	75.1	71.3	73.5	73.28	
	71.4	77.2	76.2	70.9	70.0	73.14	
	Rata-rata					73.24	
	74.8	72.1	74.1	74.3	70.2	73.1	
90° 50 cm	74.5	74.1	72.4	73.9	70.0	72.98	
	72.1	74.6	68.4	78.7	70.0	72.76	
	Rata-rata					72.95	
	73.0	73.2	71.5	70.2	73.9	72.36	
90° 60 cm	74.0	76.1	70.0	70.2	71.3	72.32	
	73.2	75.9	71.2	70.3	70.3	72.18	
	Rata-rata					72.29	



Gambar 12 Grafik hasil nilai pengukuran kekerasan

Berdasarkan pada gambar 12 hasil penelitian setelah dilakukan proses sandblasting didapat nilai kekerasan yang semakin meningkat. Apabila sudut semakin besar atau mendekati tegak lurus dan jarak semakin dekat maka akan meningkatkan kekerasan spesimen uji, dengan nilai awal sebelum di sandblasting yaitu 63,18 HRB. Untuk nilai kekerasan paling tinggi berada pada jarak 40 cm dengan sudut 90° dengan nilai ketebalan rata-rata 73,24 HRB. Sedangkan untuk nilai kekerasan paling rendah berada pada jarak 60 cm dengan sudut 45° dengan nilai kekerasan rata-rata 69,75 HRB.

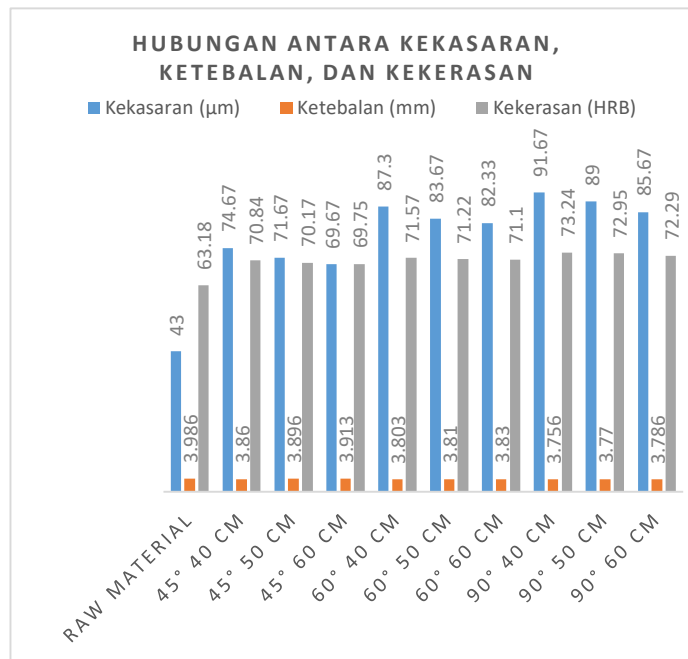
Hal ini karena semakin besarnya sudut semprot atau sudut mendekati tegak lurus dan dengan semakin dekatnya jarak maka energi penyemprotan partikel abrasif juga menjadi semakin kuat, sehingga disaat partikel abrasif disemprotkan maka akan menyebabkan partikel bertumbukan dengan permukaan bahan uji dan menyebabkan deformasi yang lebih besar. Akibatnya kekerasan material

bertambah. Seperti halnya pada penelitian yang dilakukan (Maliwemu dkk, 2018) menyebutkan bahwa semakin jauh jarak tembakan menyebabkan intensitas tembakan semakin rendah karena jarak yang dibutuhkan bola baja untuk mencapai permukaan benda uji semakin jauh dan semakin kecil sudut tembakan maka kekerasan semakin menurun. Hal ini sesuai dengan pengaruh luas bidang kontak antara permukaan benda uji dengan arah tembakan sehingga semakin kecil sudut tembakan menyebabkan luas bidang benda uji yang terkena semakin kecil pula.

Hubungan Antara Kekasaran, Ketebalan, dan Kekerasan

Tabel 4 Hubungan hasil pengujian

Variasi	Indikator		
	Kekasaran (μm)	Ketebalan (mm)	Kekerasan (HRB)
Raw Material	43	3.986	63.18
45 ⁰ 40 cm	74.67	3.86	70.84
45 ⁰ 50 cm	71.67	3.896	70.17
45 ⁰ 60 cm	69.67	3.913	69.75
60 ⁰ 40 cm	87.3	3.803	71.57
60 ⁰ 50 cm	83.67	3.81	71.22
60 ⁰ 60 cm	82.33	3.83	71.1
90 ⁰ 40 cm	91.67	3.756	73.24
90 ⁰ 50 cm	89	3.77	72.95
90 ⁰ 60 cm	85.67	3.786	72.29



Gambar 13 Grafik hubungan antara kekasaran, ketebalan, dan kekerasan

Dari gambar 13 dapat dilihat bahwa variasi yang memiliki hasil kekasaran terendah berada pada variasi 45° 60 cm dengan hasil nilai kekasaran 69,67 μm, dan untuk hasil kekasaran tertinggi berada pada variasi 90° 40 cm dengan hasil kekasaran 91,67 μm. Variasi dengan nilai ketebalan terendah berada pada variasi 90° 40 cm dengan hasil ketebalan 3,756 mm, sedangkan hasil ketebalan tertinggi terdapat pada variasi 45° 60 cm dengan nilai ketebalan 3,913 mm. Kemudian nilai kekerasan paling tinggi terdapat pada variasi 90° 40 cm dengan nilai ketebalan 73.24 HRB, sedangkan nilai kekerasan terendah terdapat pada variasi 45° 60 cm dengan nilai kekerasan 69,75 HRB.

Pada hasil tersebut terlihat bahwa jika variasi sudut dan jarak penyemprotan berpengaruh pada nilai kekasaran, ketebalan dan kekerasan spesimen uji. Terlihat bahwa apabila sudut semakin besar atau mendekati tegak lurus dan jarak semakin dekat maka nilai kekasaran dan kekerasan semakin meningkat dan nilai ketebalan akan semakin menurun. Akan tetapi sebaliknya, jika sudut semakin kecil dan jarak semakin jauh maka nilai kekasaran dan kekerasan semakin kecil dan nilai ketebalan akan semakin besar.

Dalam hubungan antara kekasaran, kekerasan, dan ketebalan berpengaruh pada proses coating/pengecatan. Apabila nilai kekasaran 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 perlu diperhatikan juga apabila apabila kekasaran semakin tinggi dengan variasi sudut yang besar dan jarak yang dekat akan berpengaruh juga terhadap ketebalan yang semakin menurun dan kekerasan yang semakin meningkat.

Kesimpulan

Berdasarkan analisa hasil pengujian, didapatkan kesimpulan dari penelitian Tugas Akhir sebagai berikut:

1. Pada material plat baja ST37, variasi sudut penyemprotan dan jarak penyemprotan pada proses sandblasting menghasilkan peningkatan nilai kekasaran yang awalnya sebelum di sandblasting nilai kekasarannya 43 μm , dimana untuk nilai kekasaran tertinggi berada pada jarak 40 cm dan sudut 90° dengan nilai kekasaran 91,67 μm , dan nilai kekasaran terendah yaitu 69,67 μm berada pada jarak 60 cm dan sudut 45° .
2. Pada material plat baja ST37, variasi sudut penyemprotan dan jarak penyemprotan pada proses sandblasting menghasilkan peningkatan nilai ketebalan yang awalnya sebelum di sandblasting nilai ketebalannya 3,986 mm, dimana nilai ketebalan tertinggi berada pada jarak 60 cm dan sudut 45° dengan nilai ketebalan 3,913 mm, dan nilai ketebalan terendah yaitu 3,756 mm berada pada jarak 40 cm dan sudut 90° .
3. Pada material plat baja ST37, variasi sudut penyemprotan dan jarak penyemprotan pada proses sandblasting menghasilkan peningkatan nilai kekerasan yang awalnya sebelum di sandblasting nilai kekerasannya 63,18 HRB, dimana untuk nilai kekerasan tertinggi berada pada jarak 40 cm dengan sudut 90° dengan nilai ketebalan 73,24 HRB, dan nilai kekerasan terendah berada pada jarak 60 cm dengan sudut 45° dengan nilai kekerasan 69,75 HRB.

Daftar Pustaka

- Adiansyah, M. (2021). *Pengaruh Tekanan Udara Sandblasting Terhadap Kekasaran Permukaan Pada Baja Karbon ST 60* (Doctoral dissertation, DIII Teknik mesin Politeknik Harapan Bersama).
- Baktiono, R. B. (2019). *Pengaruh Sudut Dan Jarak Penembakan Pada Proses Sandblasting Terhadap Kekasaran Permukaan Baja Ss400* (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).
- Bigwanto, Arif. 2018. *Analisis Proses Sandblasting dengan Variasi Jarak, Sudut dan Waktu Terhadap Kekasaran Permukaan dengan Metode Respon Surface*, Jember: Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.
- Callister, W. D. (2009). *Materials Science and Engineering An Introduction 8th Edition*. Hoboken: John Wiley & Son, Inc.
- Indra, H. B., Putri, F., & Riawan, D. (2018). *Analisa Pengaruh Sudut dan Waktu Penyemprotan Terhadap Uji Kekasaran Permukaan Material Baja ST 50 Pada Proses Sandblasting. Austenit, 10(2), 51-55.*
- Maliwemu, E. U. K., Malau, V., & Iswanto, P. T. (2018). Effect of shot peening in different shot distance and shot angle on surface morphology, surface roughness and surface hardness of 316L biomaterial. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 299, No. 1, p. 012051). IOP Publishing.

- Munadi, Sudji. (1988). *Dasar-Dasar Metrologi Industri*. Jakarta: Proyek Pengembangan Lembaga Pendidikan Tenaga Kependidikan.
- Pramudyoa, B. (2016). *Pengaruh Variasi Kecepatan Pemakanan Terhadap Surface Roughness Pada Proses Surface Grinding Pada Material Baja St 37* (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).
- Putri, F., HB, Indra., & Pratama, E. (2019). *Analisa Pengaruh Tekanan Kompresor dan Sudut Penyemprotan pada Proses Sandblasting Terhadap Uji Kekasaran pada Baja ST 50. AUSTENIT, 11(1), 21-24.*
- Saputra, B. (2020). *Pengaruh Pengulangan Penyemprotan dan Ukuran Pasir Silika Pada Proses Sandblasting Terhadap Kekasaran Permukaan Baja Ss400* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Riau).
- Sarwanto dkk. 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., & 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.
- Widiyarta, I., Parwata, I. M., Lokantara, I. P., Perangin-Angin, D., & A Suryawiranata, N. (2015). *Kekasaran permukaan baja karbon sedang akibat proses sand-blasting dengan variasi tekanan dan sudut penyemprotan*.