



PENGARUH VARIASI WAKTU PENEMBAKAN PADA PROSES *SHOT PEENING* TERHADAP SIFAT MEKANIS BAJA ST 60

Warso¹, Nana Supriyana², Sutarno³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Mesin STT Wiworotomo Purwokerto

Korespondensi:

¹Program Studi Teknik Mesin, STT Wiworotomo Purwokerto
E-mail: warso.januari@gmail.com.

ABSTRAK

Pemakaian material ST 60 pada komponen permesinan, roda gigi, poros, konstruksi bangunan dan lain sebagainya. Beberapa perlakuan untuk merubah sifat mekanik yang diperlukan salah satunya menggunakan metode *shot peening*. Tujuan penelitian menganalisa sifat kekerasan permukaan pada baja ST 60 setelah diproses *shot peening* dengan variasi waktu 5,10,20,30 dan 40 menit, material *shot peening* menggunakan *ball steel* diameter 0,8 mm, tekanan udara 7 kg/cm², dan jarak tembak antara *nozzle* dengan permukaan benda uji 10 cm. kemudian diuji kekerasan permukaan. Hasil penelitian menunjukkan variasi waktu *shot peening* durasi 10 menit mendapatkan nilai kekerasan sebesar 286,2 VHN. Proses *shot peening* dengan durasi 10 menit menghasilkan kekasaran sebesar 3,74 μ m. Hasil uji struktur mikro juga mengalami perubahan ditandai dengan fasa perlit senilai 61,5 %, fasa *ferit* senilai 38,4 %, Pengujian SEM pada spesimen dengan durasi 10 menit menunjukkan adanya *dimple fracture* yang kecil, memperlihatkan adanya perubahan sifat mekanis Baja ST 60.

Kata kunci: Kekerasan, ST 60, *Shot peening*, SEM

ABSTRAC

ST 60 steel is widely used in machining components, gears, shafts, building construction and so on. Some treatments to change the mechanical properties needed, one of which uses the shot peening method. This study aims to analyze the surface hardness properties of ST 60 steel after being processed by shot peening with time variations of 5, 10, 20, 30 and 40 minutes, shot peening material using ball steel diameter 0.8 mm, air pressure 7 kg / cm², and shooting range between nozzles and the surface of the specimen is 10 cm. Then tested surface hardness. The results showed a variation in the time of shot peening duration of 10 minutes getting a hardness value of 286.2 VHN. The 10-minute shot peening process produces a roughness of 3.74 μ m. The results of the microstructure test also changed marked by the perlite phase worth 61.5%, the ferrite phase worth 38.4%, SEM testing on specimens with a duration of 10 minutes showed the presence of fracture dimple

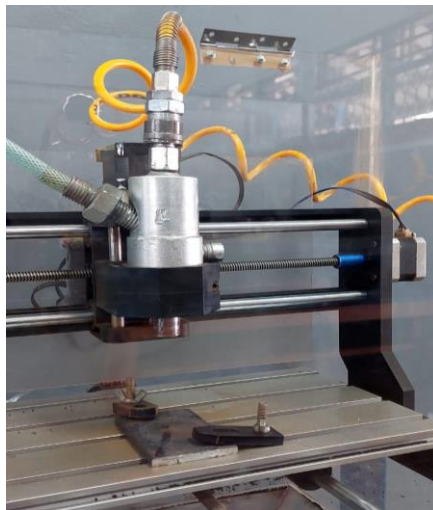
Keywords: Hardness, ST 60, *Shot peening*, SEM

1. PENDAHULUAN

Baja ST 60 merupakan jenis material baja yang digunakan oleh banyak *engineer* pada dunia otomotif dan manufaktur. Kebutuhan bahan logam juga meningkat terutama pada proses produksi manufaktur. Salah satu kebutuhan logam yang dibutuhkan di proses manufaktur adalah baja Karbon yang mempunyai peran dalam pembuatan komponen mesin yang dalam hal ini memerlukan sifat keuletan dan kekerasan yang tinggi [1]. Beberapa metode untuk merubah sifat mekanik suatu logam diantaranya metode *shoot peening*. Metode *Shoot peening* dengan durasi penembakan 10,20,30,40 menit dengan baja ST 37 dengan tekanan 7 bar mengakibatkan terbentuknya struktur mikro yang lebih halus pada permukaan yang dilakukan penembakan dan penelitian menunjukkan terbentuknya lapisan struktur mikro yang lebih halus pada permukaan yang di *shot peening* [2]. Pengujian kekerasan setelah dilakukan *shot peening* ada peningkatan sebanding dengan durasi waktu [3]. Pengaruh perlakuan menghasilkan perubahan kekerasan baik melintang serta kekerasan permukaan dan struktur mikro [4]. Perubahan hasil data uji kekerasan dan struktu mikro pada JIS S45C menunjukan pada butiran yang terjadi pada permukaan spesimen yang dilakukan dengan perlakuan *annealing* dan *shot peening* Pada karbon JIS S45C yang mengalami kenaikan sifat mekanik [5]. Perubahan sifat mekanik pada material semakin menguatkan bahwa semakin besar tekanan shot peening maka material akan mengalami peningkatan kekerasan, memiliki permukaan yang lebih halus dibandingkan dengan spesimen sesudah dilakukan *shot peening* dan besar tekanan *shot peening* maka semakin dalam bekas penembakan bola baja dan semakin tinggi nilai kekasaran dari struktur permukaan baja S45C [6].

2. METODOLOGI PENELITIAN

Perubahan sifat mekanik suatu logam yang diperlukan sesuai dengan kebutuhan pemakain dengan metode *shot peening* masih jarang dilakukan oleh masyarakat seperti terlihat pada Gambar 1. Penelitian dilakukan untuk mendapatkan sifat tertentu dari suatu logam dengan metodologi eksperimen, parameter perlakuan *shot peening* semi otomatis pada material Baja ST 60 yang memiliki unsur utama karbon (C) sebesar 0,50%, sulfur (S) sebesar 0,035%, mangan (Mn) sebesar 0,8% [7] dengan dimensi spesimen benda uji 60 mm x 60 mm tebal 3 mm menggunakan jarak penembakan 100 mm, tekanan udara 7 kg/cm², menggunakan *ball stel* diameter 0,8 mm, sudut penembakan 90°, waktu penembakan 5,10,20,30,40 menit, dan diameter *nozzle* 5 mm.



Gambar 1. Peralatan *shot peening*

Bagian-bagian peralatan shot peening:

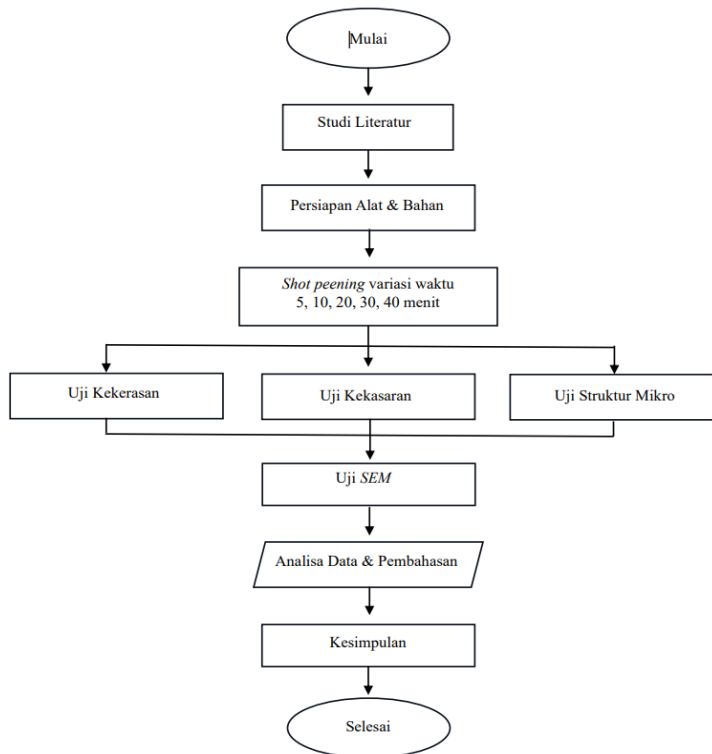
1. *Nozzle* sebagai komponen untuk megarahkan butiran bola baja ke spesimen
2. Saluran Udara bertekanan dari kompresor udara
3. Saluran bola baja untuk *shot peening*
4. Landasan untuk tempat spesimen terpasang

Hasil proses *shot peening* dilakukan uji kekerasan, uji kekasaran, uji struktur mikro dan pengujian *Scanning Electron Microscope* (SEM) pada spesimen dengan nilai kekerasan paling tinggi, seperti tercantum pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter perlakuan *shot peening* Baja ST 60

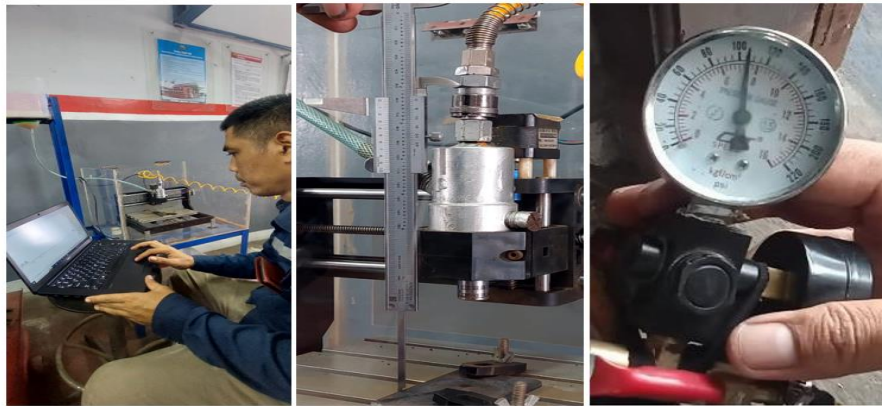
Perlakuan	Jumlah specimen			
	Uji Kekerasan	Uji Kekasaran	Struktur Mikro	Uji SEM
1. Waktu penembakan 5, 10, 20, 30, 40 menit	5	5	3	1
2. Diameter bola 0,8 mm				
3. Jarak tembak 100 mm				
4. Tekanan 7 kg/cm ²				

Kegiatan penelitian diawali dengan studi literatur terkait dengan tema *shot peening* tertuang dalam suatu *flowchart* seperti terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Flowchart Penelitian

Seting peralatan pengujian proses *Shot peening* seperti terlihat pada Gambar 3.



a. Setting alat di PC b. Setting tinggi shot peening c. Tekanan udara 7 kg/cm²

Gambar 3. Seting alat shot peening

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

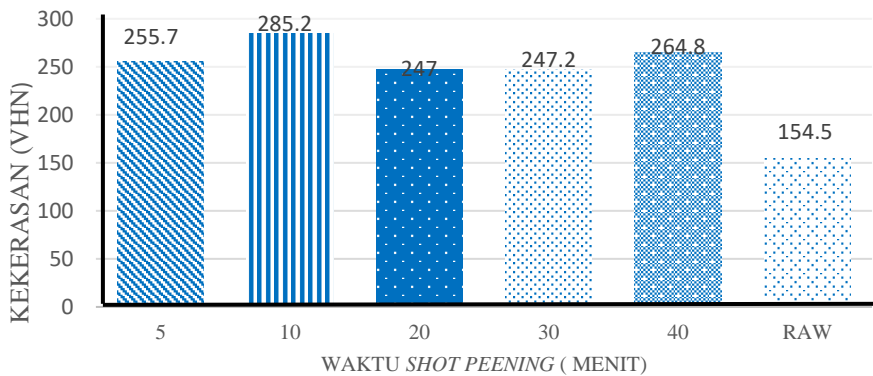
Berdasarkan hasil pengujian seperti uji kekerasan, kekasaran, uji struktur mikro pada permukaan spesimen sebelum dan sesudah dilakukan proses *shot peening* kemudian hasil yang tertinggi pada uji kekerasan dilakukan pengujian SEM untuk mengetahui lebih rinci terkait perubahan sifat mekanik pada Baja ST 60.

3.1. Pengujian kekerasan

Pengujian kekerasan pada spesimen penelitian ini menggunakan metode *Vickers* yang diperlakukan pada spesimen sesudah *shot peening*. Pengujian ini dilakukan pada permukaan spesimen dengan beban 40 kgf selama 40 detik untuk mengetahui nilai kekerasan tertinggi pada spesimen baja ST 60 [8]. Data hasil penelitian dihitung dan disajikan seperti tercantum pada Tabel 2 dan grafik diagram seperti terlihat pada Gambar4.

Tabel 2. Data Hasil Uji Kekerasan Permukaan

No	Variasi waktu (menit)	P (Kg/f)	Diagonal		Diagonal rata rata (mm)	D2 Mm2	VHN rata rata
			D1	D2			
1	Raw matrial	40	0,7	0,69	0,695	0,48	154,5
2	5 menit		0,54	0,54	0,540	0,29	255,7
3	10 menit		0,53	0,54	0,515	0,26	285,2
4	20 menit		0,55	0,56	0,555	0,30	247,0
5	30 menit		0,55	0,56	0,555	0,31	247,2
6	40 menit		0,53	0,54	0,535	0,28	264,8

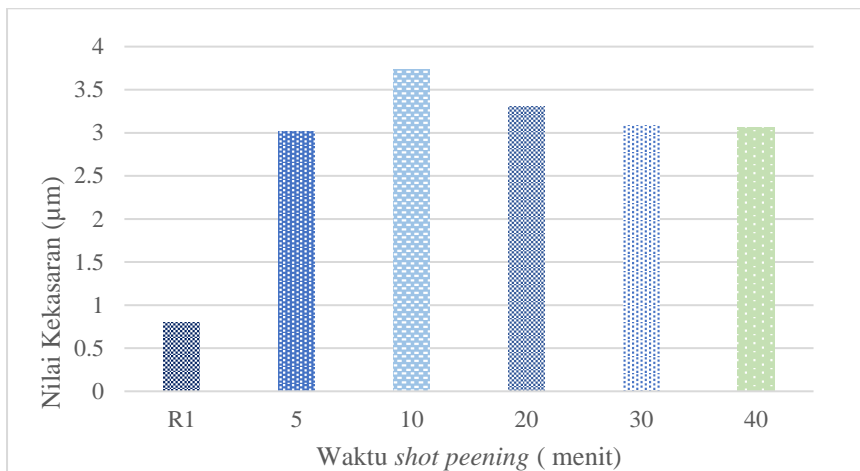


Gambar 4. Grafik Variasi waktu *shot peening* terhadap kekerasan spesimen

Pada penelitian ini kekerasan yang terbaik pada waktu 10 menit sebesar 285,2 VHN dan pada waktu 20, 30, 40 mengalami penurunan kekerasannya dikarenakan pada proses *shot peening* semakin lama durasinya kekerasan permukaan semakin menurun disebabkan karena terjadinya *distorsi* pada permukaan yang berulang ulang.

3.2. Analisa Data Hasil Pengujian Kekasaran

Berdasarkan hasil kekasaran pada *raw material* ST 60 yang menggunakan pengujian kekasaran dengan alat *surface roughness* didapat data seperti terlihat pada Gambar 5.

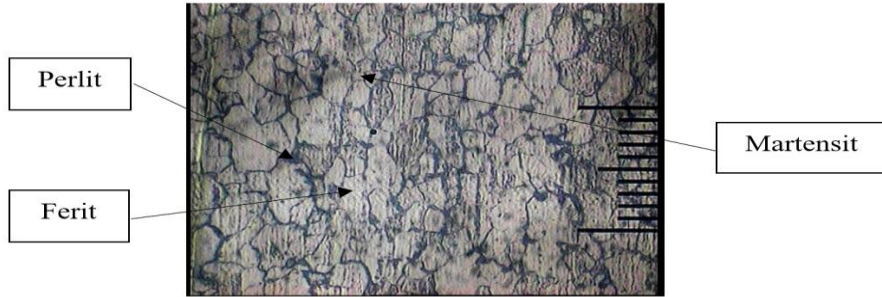


Gambar 5. Grafik pengujian kekasaran Spesimen *shot peening*

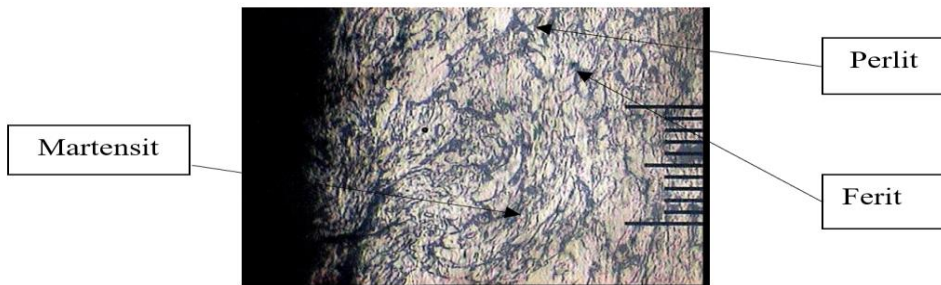
Pengujian kekasaran pada material ST 60 akan meningkat pada material yang sudah dilakukan proses *shot peening* dengan durasi waktu 10 menit akan mengalami kekasaran dan akan menurun pada durasi seterusnya karena permukaan mendapatkan tekanan terus menerus menyebabkan permukaannya menjadi solid semakin material ST 60 akan meningkat setelah diberi perlakuan *shot peening*. Nilai kekasaran permukaan pada *raw material* lebih rendah dibandingkan dengan nilai kekasaran permukaan pada material yang telah diproses *shot peening*. Hal tersebut membuktikan bahwa permukaan material berubah menjadi lebih kasar [9]. Penyebab permukaan bahan berubah menjadi lebih kasar dikarenakan proses *shot peening* memberikan bekas injakan yang dihasilkan dari bola baja yang ditembakkan dengan tekanan 7 kg/cm², semakin lama waktu proses *shot peening* permukaan spesimen akan semakin halus.

3.3. Analisa Data Hasil Foto Struktur Mikro

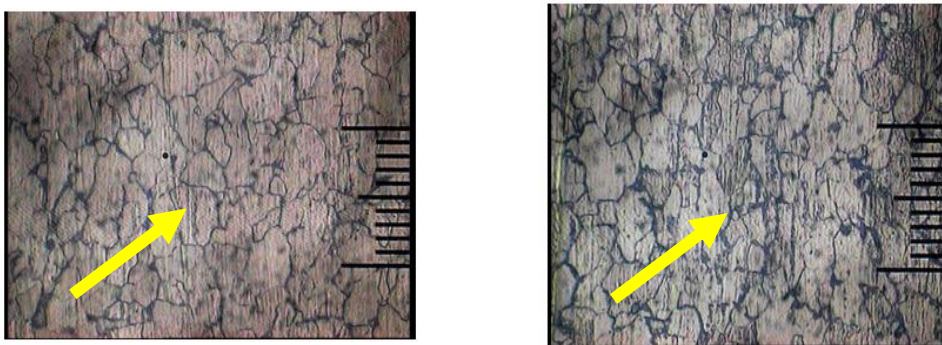
Material yang telah diuji menggunakan pengujian kekerasan *Vickers* pada permukaan spesimen dengan data tertinggi, kemudian diuji dengan pengujian struktur mikro untuk mengamati perbedaan ukuran batas butir pada permukaan tengah spesimen dan tepi spesimen yang terkena *Shot Peening*. Pada area tersebut, bentuk struktur mikro yang terkena langsung dengan struktur mikro tepi permukaan akan terlihat perbedaannya pengujian struktur mikro ini dilakukan pembesaran 200x di area tepi lokasi dan tengah lokasi hasil *Shot Peening*, sebelum dilakukan pengujian struktur mikro, dilakukan preparasi terlebih dahulu, seperti terlihat pada Gambar 6, 7, 8.



Gambar 6. Hasil uji Struktur Mikro Spesimen dengan waktu 10 menit



Gambar 7. Hasil uji Struktur Mikro spesimen dengan waktu 10 menit tepi lokasi



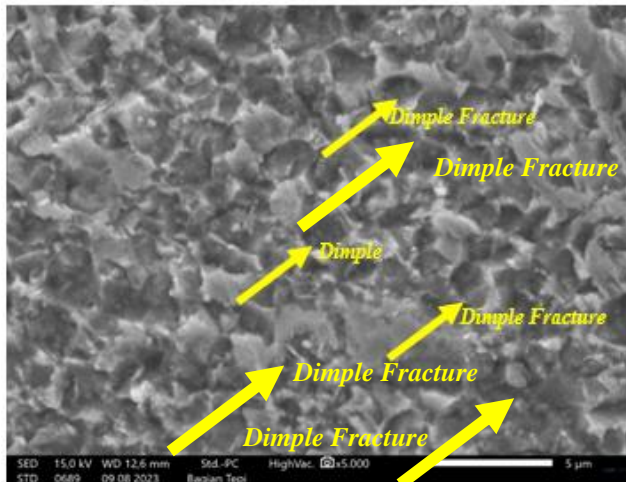
Gambar 8. Hasil uji Struktur Mikro sebelum dan sesudah di *shot peening*

Berdasarkan Gambar 8 diperlihatkan hasil pengamatan pada uji struktur mikro, terlihat bahwa spesimen *raw material* memiliki alur butir yang merata, sedangkan spesimen yang telah diperlakukan *shot peening* semi otomatis akan mengalami perubahan yaitu pada dimensi permukaan spesimen yang terkena perlakuan [10], karena terjadi benturan bola baja yang bertekanan pada saat proses *shot peening* semi

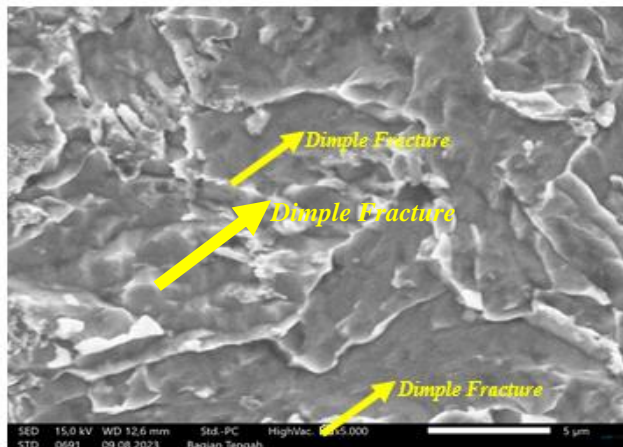
otomatis sehingga menimbulkan pengecilan dimensi butiran dan kerapatan penggeseran atom atom pada logam seperti pada tanda panah.

3.4. Pengujian SEM

Pada pengujian SEM dilakukan terhadap spesimen terbaik dari hasil uji kekerasan *Vickers* dimana hasil tersebut didapatkan pada perlakuan 10 menit. Adapun hasil pengujian *SEM* seperti ditunjukkan pada Gambar 9 dan 10.



Gambar 9. Hasil uji SEM dengan *shot peening* variasi waktu 10 menit bagian tepi spesimen



Gambar 10. Hasil uji SEM dengan *shot peening* variasi waktu 10 menit bagian Tengah

Hasil uji SEM memperlihatkan bahwa pada spesimen pada tingkat perlakuan 10 menit terjadi *dimple fracture* yang kecil (ditunjukkan anak panah kuning) yang mengakibatkan *microvoid* tidak sempat tumbuh membesar ketika bergabung dengan *microvoid* yang lain, sedangkan pada spesimen pada bagian tengah menunjukkan *dimple fracture* yang relatif lebih renggang atau cekungan terbentuk lebih lebar dibanding dengan bagian tepi, pada sesi ini menunjukkan bahwa pada spesimen di bagian tengah lebih lunak dibandingkan dengan bagian tepi spesimen [11].

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian hasil proses *Shot Peening* semi otomatis material baja ST 60 dengan variasi waktu perlakuan pada kekerasan permukaan, struktur mikro, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Proses *shot peening* semi otomatis dengan tekanan 7kg/cm^3 variasi waktu 5,10,20,30,40 menghasilkan nilai kekerasan terbaik pada variasi waktu tembak 10 menit sebesar 286,2 VHN.
2. Pada saat durasi waktu proses *shot peening* diperpanjang menjadi 40 menit, rata-rata nilai kekasaran permukaan mengalami penurunan menjadi $3,06\ \mu\text{m}$ nilai kekasaran permukaan ini disebabkan oleh penghalusan butiran di permukaan spesimen, dengan variasi waktu proses *shot peening* permukaan spesimen akan semakin halus.
3. Proses *shot peening semi otomatis* mengubah struktur mikro pada spesimen yang ditandai dengan fasa perlit senilai 61,5 %, fasa ferit senilai 38,4 %, dan terbentuknya fasa baru yaitu fasa martensit. Proses *shot peening* semi otomatis mempengaruhi sifat mekanis pada baja ST 60 yang ditandai dengan meningkatnya nilai kekerasan pada material yang dibuktikan dengan bertambahnya kekerasan baja ST 60 setelah dilakukan proses dan merubah struktur mikro pada material.
4. Pada pengujian SEM didapat adanya *dimple fracture* yang kecil (ditunjukkan anak panah kuning) pada proses *shot peening* dengan variasi waktu 10 menit. *Dimple fracture* mengakibatkan *microvoid* tidak sempat tumbuh membesar ketika bergabung dengan *microvoid* yang lain Sedangkan pada spesimen pada bagian tengah menunjukkan *dimple fracture* yang relatif lebih renggang atau cekungan terbentuk lebih lebar disbanding dengan bagian tepi, pada sesi ini menunjukkan bahwa pada sample dibagian tengah lebih lunak dibandingkan dengan bagian tepi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian kepada Masyarakat (DRTPM), Kementerian Pendidikan Nasional yang telah membiayai penelitian ini dan kepada seluruh civitas akademik Sekolah Tinggi Teknik Wiworotomo yang telah memfasilitasi pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Tochu, 2018, *Shot Peening Solution*. Diakses tanggal 25 Mei 2022. http://www.tochu.co.th/Blasting_Machines/Shot_Peening/?lang=id
- [2] Trio Nur Wibowo, Hartono, Warso, *Pengaruh Variasi Waktu Shot Peening pada Material ST 37 Terhadap Kekerasan Permukaan dan Struktur Mikro*
- [3] Bambang, H.P., Rizqi, Y.Q., Margono., Kaeuk, C.N., 2021., *Pengaruh Perlakuan Annealing dan Shot Peening Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Pada Baja Karbon JIS S45C.*, JJT., Vol. 7 No.2., hal. 139-142.
- [4] Trio, N.W., Bambang, S., Hartono., 2021., *Optimasi Parameter Gravitasi Shot Peening Terhadap Kekerasan, Kekasaran, dan Struktur Mikro ST 45 dengan Metode Taguchi.*, Infoteknikmesin., Vol.12 No 01., hal. 29 – 34.
- [5] Bondan Tiara Sofyan, *Pengantar Material Teknik* (Bogor: UNHAN RI PRESS.,2021), hal.25-26.
- [6] Ago Edli Pratama , Sakuri Sakuri , Nugrah Repto Prabowo . *Pengaruh Variasi Tekanan Gravity Shot Peening Pada Proses Pengerasan Permukaan terhadap Sifat Mekanis dan Morfologi Struktur Baja S45C*, *JURNAL FLYWHEEL, September 2022, Vol 13 (2), 46-52*
- [7] Nurdianysah. M.S.A., 2022., *Analisa Pengaruh Hardening Terhadap Kekerasan dan Ketangguhan Baja S45C Dengan Media Pendingin Air Garam dan Oli Untuk Aplikasi Poros Motor Roda Tiga*, JTM.Vol 10 No. 1, hal. 123.
- [8] Wibowo, T.N., Iswanto, P.T., Priyambodo, B.H., Amin, N., 2016., *Pengaruh Variasi Waktu Shot Peening Terhadap Struktur Mikro dan Kekerasan Permukaan Pada Material Implan AISI 304, ROTOR*, hal. 71-73.
- [9] Supardi, E. (1999). *Pengujian Logam*. Bandung: Angkasa
- [10] Manivasagam G, Dhinasekaran D, Rajaminickam A, 2010, *Biomedical implants: corrosion and its prevention – a review*, *Recent Patents on Corrosion Science* 2: 40-54.
- [11] Howard Khan, Dana Medlin *ASM Metals Handbook Volume 8, 2000, Mechanical Testing and Evaluation*, Feng.