



PENGARUH VARIASI WAKTU PENEMBAKAN *SHOT PEENING* TERHADAP STRUKTUR MAKRO, STRUKTUR MIKRO, KEKASARAN, KEKERASAN, *WETTABILITY*, DAN LAJU KOROSI PADA *STAINLESS STEEL* AISI 316L

Aris Widyo Nugroho^{1,a}, Sunardi^{1,b}, Rian Mendrastama^{1,c}

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Teknik Mesin, Yogyakarta 55183, Indonesia

Rian.mendrastama84@gmail.com

INTISARI

Pada bidang medis material *stainless steel* AISI 316L banyak diaplikasikan untuk implan yang membantu penyembuhan patah tulang, hal tersebut dikarenakan material AISI 316L mempunyai karakteristik tahan korosi, berkekuatan tinggi, penampilan yang menarik dan perawatan yang mudah. Akan tetapi material 316L mempunyai sifat tribologi yang lebih redah dibanding dengan titanium atau kobalt, maka perlu adanya perlakuan permukaan. *Shot peening* merupakan salah satu perlakuan permukaan dengan menembakkan bola-bola baja pada kecepatan yang tinggi secara konstan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa pengaruh variasi waktu penembakan *shot peening* terhadap struktur makro, struktur mikro, kekasaran, kekerasan mikro, *wettability* dan laju korosi pada *stainless steel* 316L.

Proses *shot peening* dengan menggunakan material SS 316L dengan tebal 4 mm yang dibentuk menjadi persegi 2 mm x 2 mm dan lingkaran dengan diameter 14 mm. Variasi waktu penembakan yang digunakan adalah 5, 10, dan 15 menit dengan jarak *nozzel* dari sampel 100 mm tegak lurus, dan menggunakan *steel ball* dengan diameter 0,6 mm. Setelah spesimen diberi perlakuan *shot peening* kemudian diuji struktur makro, struktur mikro, kekasaran, kekerasan permukaan, *wettability* dan nilai ketahanan korosi.

Hasil penelitian menunjukkan proses *shot peening* mengubah struktur makro terdapat kawah bekas dari bola-bola baja, butiran struktur mikro menjadi pipih. Terjadinya penurunan ketebalan spesimen dari 3.83 mm menjadi 3.65 mm. Meningkatnya kekasaran permukaan dari 0.05 μm menjadi 2.8 μm . Kekerasan sampel meningkat dari 240.08 kg/mm² menjadi 328.45 kg/mm². Karakter permukaan sampel bersifat *hydrophilic* (menyerap air). Akan tetapi terjadi penurunan ketahanan korosi dari (*raw material* sebesar 39.67 mpy menjadi 35.60 mpy pada variasi waktu penembakan 15 menit).

Kata Kunci : *Shot peening*, kekasaran, kekerasan, laju korosi, *stainless steel* AISI 316L.

ABSTRACT

In the medical field, stainless steel AISI 316L materials is widely applied to implants and fair heal broken bones, due to its as high corrosion-resistant, high strength, attractive appearance. However 316L material has lower tribological properties than that of titanium or cobalt alloy. As for its necessary to improve the property by a surface treatment. Shot peening is one of surface treatments by firing the steel balls at a constant high speed. This study aims to analyze the effect of shooting time variations on macro structure, micro structure, roughness, microhardness, wettability and corrosion rate on stainless steel 316L.

The process of shot peening using SS 316L material with 4 mm being cut into 2 mm x 2 mm square and circle with diameter 14 mm. The time variations used were 5, 10, and 15 minutes with nozzle distance of 100 mm perpendicular samples, and using a steel ball with a diameter of 0.6 mm. After the surface treatment specimens were tested for macro structure, micro structure, roughness, microhardness, wettability and corrosion resistance value.

*The results showed that the shooting process of shot peening shifts the macro structure of the former crater from the steel balls, the micro structure becomes more flat. The decrease in specimen thickness from 3.83 mm to 3.65 mm. Increased surface roughness from 0.05 μm to 2.8 μm . The sample microhardness increased from 240.08 kg / mm² to 328.45 kg / mm². The surface character of the sample is hydrophilic (absorbing water). There was a decrease of corrosion resistance (*raw material* of 28.50 mpy in up to 35.60 mpy).*

Keywords: *Shot peening, roughness, hardness, corrosion rate, stainless steel AISI 316L.*

1. PENDAHULUAN

Kasus patah tulang di Indonesia meningkat sejak tahun 2007 (Kemenkes, 2010). Pada bidang medis, implan merupakan sebuah perangkat yang banyak digunakan untuk membantu proses penyembuhan patah tulang. Salah satu material yang umum dan banyak digunakan untuk implan tulang adalah *stainless steel* AISI 316L, dikarenakan material *stainless steel* harganya relatif murah dan banyak dijumpai dipasaran dibanding material lainnya seperti titanium (Umardhani dan Suprihanto, 2013). Disamping harganya murah, *stainless steel* AISI 316L juga mempunyai karakteristik tahan korosi (*corrosion resistance*), mempunyai kekuatan tinggi (*high strength*), penampilan menarik (*attractive*), dan perawatan yang mudah (*low maintenance*) (Sunardi, 2013). Akan tetapi kelemahan dari material *stainless steel* 316L mempunyai sifat tribologi yang lebih rendah dibandingkan dengan material lain seperti titanium (*Ti*) dan kobalt (*Co*). Untuk mengatasi hal itu perlu adanya perlakuan permukaan untuk meningkatkan sifat mekanis dari material tersebut. Metode perlakuan permukaannya menggunakan metode perlakuan dingin (*cold working*), karena metode perlakuan panas (*heat treatment*) tidak dapat mengubah struktur mikro dan sifat mekanis dari material (Setiawan, 2013).

Berbagai macam dari metode perlakuan permukaan *cold working* diantaranya adalah *sand blasting* (Elias, dkk, 2008), *surface mechanical attrition treatment* atau SMAT (Arivianto, dkk, 2011), dan *anodizing* (Elias, dkk, 2008). *Shot peening* juga merupakan salah satu metode perlakuan *cold working*. Prinsip dasar *shot peening* adalah metode perlakuan permukaan dengan menyemprotkan material *abrasive* bola-bola baja (*steel ball*) pada kecepatan yang tinggi secara konstan.

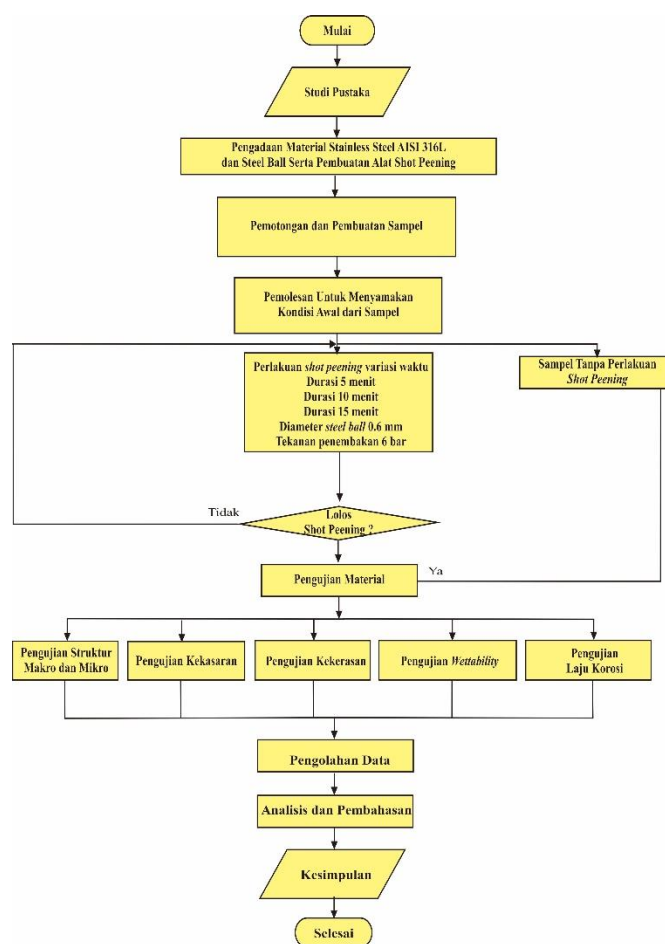
Perlakuan *shot peening* dengan berbagai parameter terhadap material *stainless steel* telah banyak dilakukan oleh peneliti terdahulu, diantaranya dengan parameter waktu (Prihandoko, 2015), (Sunardi, 2013), dan (Wibowo, 2016), parameter jarak penembakan (Wahyudin, 2016), variasi sudut (Sulaiman, 2016), parameter diameter *steel ball* (Badaruddin dan Sugiyanto, 2005) dan variasi tekanan penembakan (Saputra, dkk, 2016). Dari hasil penelitian tersebut, secara umum sifat mekanisnya berbanding lurus dengan parameter pengujian kekasaran, kekerasan, dan laju korosi yang semakin meningkat.

Pada penelitian sebelumnya yang melakukan pengujian

dengan variasi waktu, sifat mekanis atau variabel *dependent*-nya biasa dilakukan dengan pengujian struktur mikro, kekasaran, dan kekerasan. Sehingga masih dibutuhkan penelitian lebih lanjut tentang pengaruh variasi waktu penembakan *shot peening* terhadap struktur makro, ketebalan pelat, *wettability* dan laju korosi pada *stainless steel* AISI 316L.

2. METODE PENELITIAN

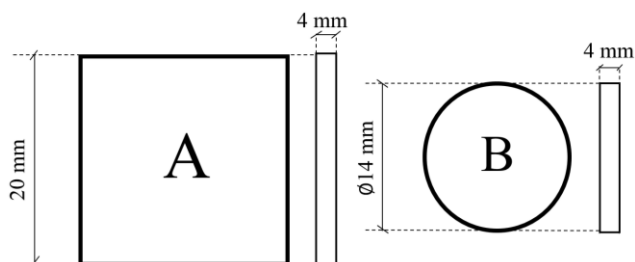
Tahapan proses penelitian ini berdasarkan diagram alir penelitian yang terdapat didalam Gambar 2.1 dibawah ini.



Gambar 2.1 Diagram alir penelitian

Proses pembuatan spesimen uji dimulai dari pemotongan pelat *stainless steel* menjadi bentuk balok dengan dimensi 20 x 20 x 4 mm sebanyak 100 buah dan bentuk balok dengan dimensi Ø 14 x 4 mm sebanyak 15 buah, setelah proses pemotongan sampel diampelas dengan tingkat mesh 200, 30, 400, 600, 1000, dan 1200, tujuannya adalah untuk memastikan setiap sampel menjadi rata dan

memiliki kondisi awal yang sama. Sampel yang sudah melalui tahapan pengamplasan, maka dilakukan proses *shot peening*. Pada proses *shot peening* posisi sampel diletakkan pada *holder* dengan jarak *nozzle* dengan sampel adalah 100 mm. Besarnya tekanan kerja pada kompresor dipertahankan sebesar 6 bar dengan durasi lama penyemprotan adalah 5, 10, dan 15 menit dan menggunakan ukuran *steel ball* 0.6 mm.



Gambar 2.2 Dimensi sampel *Stainless Steel AISI 316L* yang digunakan pada pengujian (A) makro, mikro, kekasaran, kekerasan (B) *Wettability* dan laju korosi

Tabel 2.1Spesifikasi *Steel Ball*

	C	Mg	Si	S	P	Kekerasan
%	0,10	1,15	0,15	0,015	0,015	40 - 46 HRC

Tabel 2.2 Spesifikasi *SS AISI 316L (AK Steel Corp)*

wt	Fe	C	Mo	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	N
%	Bal	0.0	3.0	0.7	2.0	0.0	0.0	18.	14.0	0.1
Max	Bal	3	0	5	0	45	3	00	0	0

Setelah melalui proses *shot peening* semua material baik *raw material* maupun yang sudah diberi perlakuan permukaan dengan variasi waktu penembakan 5, 10, 15 menit dilakukan pengamatan struktur mikro, dan kekerasan yang dilakukan di Laboratorium Material dan Bahan Jurusan D3 Teknik Mesin Universitas Gadjah Mada sehingga akan diperoleh foto struktur permukaan pada kondisi sebelum dan sesudah *shot peening*, diperoleh nilai kekerasan permukaan sebelum dan sesudah perlakuan *shot peening* yaitu berupa nilai rata-rata kekerasannya

Kemudian, dilakukan pengujian struktur makro, kekasaran, dan tebal plat yang dilakukan di lab. Teknik mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta sehingga nilai kekasaran permukaan rata-rata (*Ra*) dalam satuan μm , pada pengujian ketebalan diketahui pengurangan ketebalan plat sampel SS-316L.

Kemudian, dilakukan pengujian laju korosi pada sampel tanpa perlakuan *shot peening (raw material)* dan sampel dengan perlakuan *shot peening* yang dilakukan di Pusat Sains dan Teknologi Akselerator (PSTA) BATAN Yogyakarta dengan alat potensiostat / Galvanostat PGS 201 T. Dan media yang digunakan adalah larutan SBF jenis Ringer Laktat produksi PT. Widatra Bhakti. Dari pengujian ini didapatkan nilai arus korosi (*I_{corr}*) pada masing-masing sampel dalam satuan $\mu\text{A} / \text{cm}^2$. Untuk nilai laju korosi dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan (1) (Nurosyid, 2012) :

$$r = 0,129 \frac{i (EW)}{D} (mpy) \dots\dots\dots$$

(1)

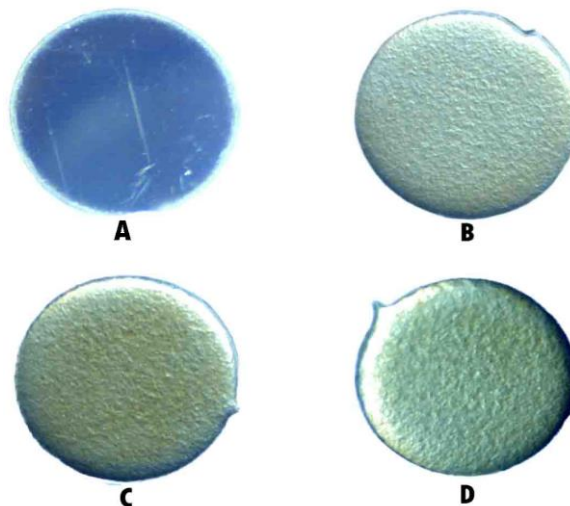
Dimana :

- r = Laju Korosi (mpy)
- i = Arus Korosi ($\mu\text{A} / \text{cm}^2$)
- EW = Berat Equivalen SS-316L
- D = Massa Jenis Campuran (gr/cm^3)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Proses *Shot Peening*

Pengaruh *shot peening* terhadap permukaan pelat *stainless steel* AISI 316L dengan variasi waktu penembakan 5, 10, dan 15 menit ditunjukkan pada gambar 3.1.



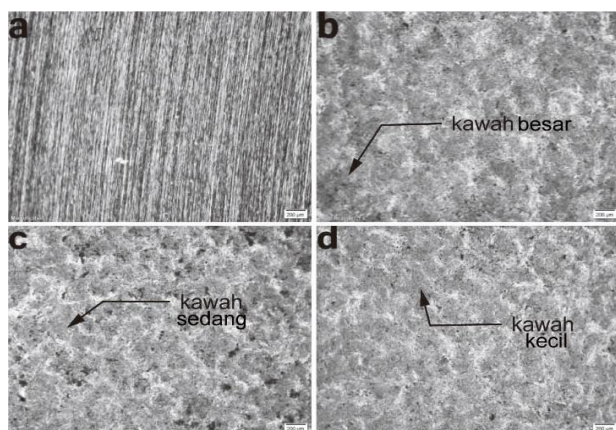
Gambar 3.1 (a) *raw material*, variasi waktu penembakan (b) 5, (c) 10, dan (d) 15 menit

Gambar 3.1 (a) adalah permukaan sampel sebelum dilakukan *shot peening*, permukaannya terlihat halus, mengkilap dan rata, serta terdapat sedikit goresan hasil pengamplasan. Gambar 3.1 (b) merupakan hasil

penembakan 5 menit, terlihat lebih kasar dengan tingkat pori-pori kekasaran yang kecil. Gambar 3.1 (c) adalah hasil waktu penembakan 10 menit dengan permukaannya yang terlihat kasar secara merata dan memiliki tingkat pori-pori kekasaran yang sedang. Gambar 3.1 (d) adalah waktu penembakan 15 menit yang terlihat paling kasar jika dibandingkan dengan keseluruhan gambar, akan tetapi memiliki tingkat pori-pori kekasaran yang paling besar. Dari gambar 3.1 (b, c, dan d) dapat dilihat secara visual bahwa proses *shot peening* dengan variasi waktu penembakan mempunyai pengaruh deformasi pada permukaan sampel.

Hasil Pengamatan Struktur Makro

Hasil pengamatan struktur makro ditunjukkan pada gambar 3.2 dibawah ini.



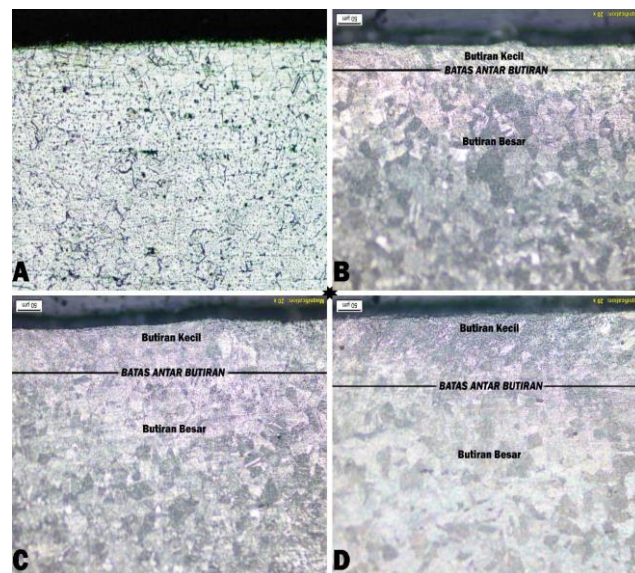
Gambar 3.2 Foto makro (a) *raw material*, variasi waktu penembakan (b) 5, (c) 10, dan (c) 15 menit

Gambar 3.2 (a) adalah permukaan *raw material*, terlihat jelas bekas pengamplasan dan permukaan yang masih rata. Gambar 3.2 (b) dengan variasi waktu penembakan 5 menit mempunyai kawah-kawah dengan ukuran besar tetapi tidak merata, pada gambar 3.2 (c) dengan variasi waktu penembakan 10 menit menghasilkan kawah yang berukuran sedang dan cukup banyak, pada waktu penembakan 10 menit terlihat noda hitam yang disebabkan oleh kotoran dari *steel ball* dan juga terkikisnya *steel ball* dikarenakan penggunaan yang terus menerus dengan waktu yang cukup lama sedangkan pada gambar 3.2 (c) dengan variasi waktu penembakan 15 menit terbentuk kawah-kawah kecil yang merata keseluruhan permukaan. Terbentuknya kawah dikarenakan durasi penyemprotan yang semakin lama akan mengakibatkan tumbukan

berulang-ulang yang menjadikan hasil yang merata.

Hasil Pengamatan Struktur Mikro

Hasil dari pengamatan struktur mikro yang diambil dengan foto mikroskopik dapat dilihat pada gambar 3.3



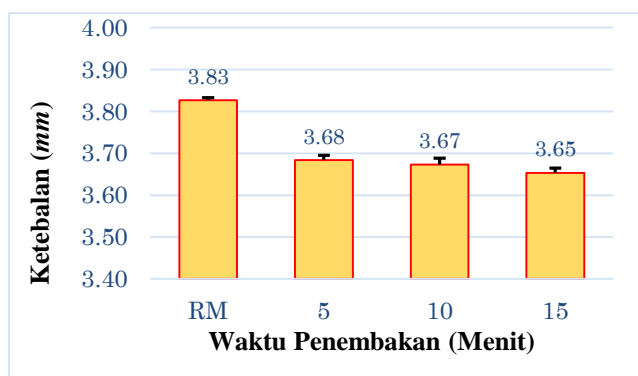
Gambar 3.3 Hasil pengamatan struktur mikro (a) *raw material*, variasi waktu penembakan *shot peening* (b) 5, (c) 10, dan (d) 15 menit

Berdasarkan hasil pengambilan gambar dengan menggunakan mikroskop bahwa pada spesimen *raw material* gambar 3.3 (a) memiliki struktur butiran yang cukup rata, dikarenakan struktur dari spesimen tidak terkena perlakuan *shot peening*. Pada gambar 3.3 (b), 3.3 (c), dan 3.3 (d) terjadi pengecilan dan pemipihan butiran dengan kedalaman yang seiring dengan variasi waktu penembakan *shot peening*. Pengecilan butiran yang terjadi pada permukaan spesimen disebabkan oleh tumbukan bola-bola baja yang konstan dan berkecepatan tinggi, sehingga terjadinya deformasi plastis yang terdapat pada bagian permukaan spesimen. Butiran-butiran dari struktur material akan semakin membesar atau normal seiring menjauh dari bagian permukaan, dikarenakan efek dari deformasi tidak mempengaruhi struktur dasar spesimen.

Hasil Uji Ketebalan

Proses *shot peening* pada umumnya dapat merubah ketebalan plat sampel. Pada beberapa penelitian terdahulu seperti Saputra (2016), Sulaiman (2016), Syahrudiyanto (2016), Wahyudin (2016) berpendapat bahwa perlakuan *shot peening* dapat menurunkan.

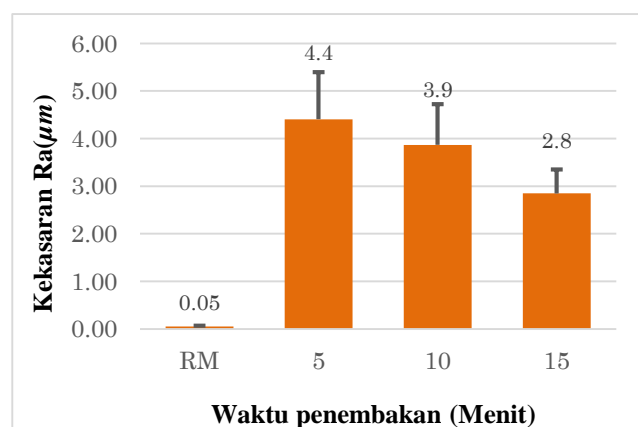
Gambar 3.4 menunjukkan nilai rata-rata ketebalan *raw material* adalah 3.83 mm. Setelah diberi perlakuan *shot peening* dengan variasi waktu penembakan 5, 10, dan 15 menit terjadi penurunan ketebalan. Penurunan nilai ketebalan disebabkan karena adanya tumbukkan bola-bola baja secara terus menerus pada proses *shot peening* yang mengakibatkan permukaan terluar dari sampel terdorong ke partikel yang lebih dalam. Selisih nilai ketebalan paling besar ditunjukkan pada variasi waktu penembakan 15 menit dengan nilai 3.65 mm. Dari gambar 3.4 dapat disimpulkan nilai selisih ketebalan semakin tinggi seiring dengan durasi penembakan yang diberikan semakin besar.



Gambar 3.4 Grafik ketebalan plat

Hasil Uji Kekasaran

Pengaruh dari perlakuan *shot peening* terhadap nilai kekasaran permukaan pelat *stainless steel* AISI 316L dilambangkan menggunakan nilai rata-rata (*ra*) pada masing-masing spesimen yang terdapat pada gambar 3.5.



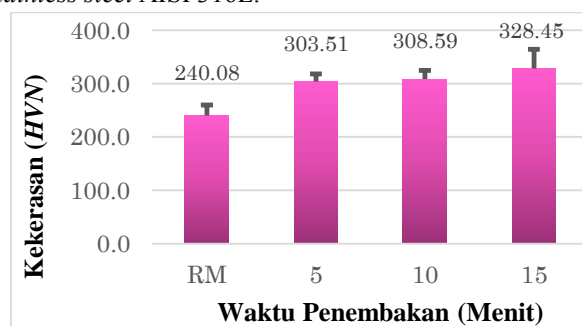
Gambar 3.5 Grafik nilai kekasaran rata-rata (*ra*) sebelum dan sesudah perlakuan dengan variasi waktu penembakan

Pada gambar 3.5 menunjukkan bahwa *raw material*

mempunyai nilai rata-rata kekasaran yang paling kecil, sebesar $0.1 \mu\text{m}$, dan terjadi peningkatan rata-rata kekasaran secara signifikan setelah diberi perlakuan *shot peening*, dengan nilai kekasaran rata-rata sebesar $4.4 \mu\text{m}$ pada variasi waktu penembakan 5 menit, dan terjadi penurunan pada variasi waktu penembakan 10 menit sebesar $3.9 \mu\text{m}$, nilai rata-rata kekasaran yang paling kecil setelah diberi perlakuan permukaan terdapat pada variasi waktu penembakan 15 menit sebesar 2.8, yang disebabkan tumbukan yang berulang-ulang sehingga cekungan yang terdapat pada permukaan spesimen menjadi lebih rata dibanding dengan variasi waktu penembakan 5 menit.

Hasil Uji Kekerasan Mikro

Secara umum perlakuan *shot peening* mempengaruhi kekerasan pada permukaan sampel, dimana terdapat tegangan sisa pada kedalaman tertentu. Hasil dari perlakuan *shot peening* terhadap pengujian kekerasan permukaan juga menunjukkan adanya peningkatan seiring dengan variasi waktu yang diberikan. Pada gambar 3.6 menunjukkan grafik nilai rata-rata uji kekerasan pelat *stainless steel* AISI 316L.

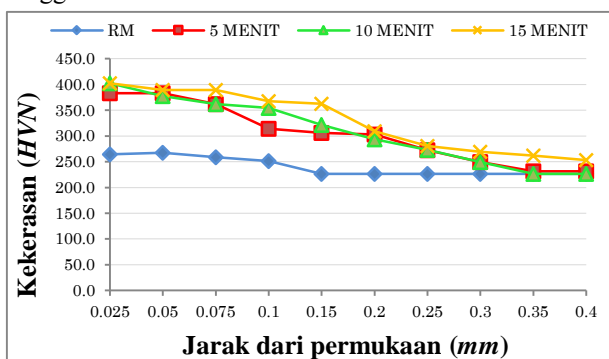


Gambar 3.6 Grafik nilai rata-rata uji kekerasan mikro

Pada gambar 3.6 menunjukkan grafik rata-rata pengujian kekerasan dimana kekerasan *raw material* atau sebelum diberi perlakuan *shot peening* adalah 240.08 kg/mm^2 , dan kekerasan terlihat semakin meningkat seiring dengan material yang sudah diberi perlakuan *shot peening* menggunakan variasi waktu 5, 10, dan 15 menit. Nilai kekerasan paling tinggi adalah material yang sudah diberi perlakuan permukaan dengan variasi waktu penembakan 15 menit yaitu sebesar 328.45 kg/mm^2 . Terjadinya peningkatan nilai kekerasan disebabkan oleh semakin lama durasi penembakan yang dilakukan maka akan membuat tumbukan bola-bola baja akan semakin banyak sehingga tumbukannya semakin kuat dan mempengaruhi pematangan

butiran-butiran pada permukaan spesimen.

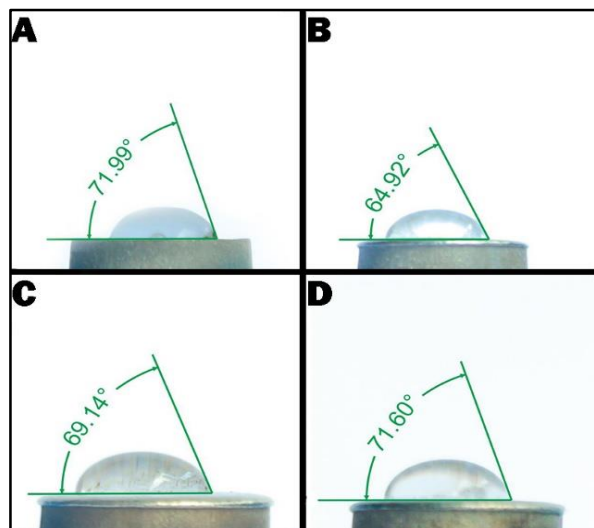
Gambar 3.7 menunjukkan hasil distribusi kekerasan permukaan *raw material* dan material yang sudah diberi perlakuan permukaan dengan variasi waktu penembakan menggunakan material *stainless steel* AISI 316L.



Gambar 3.7 Perbandingan distribusi kekerasan (HVN) terhadap variasi sudut penembakan *shot peening*.

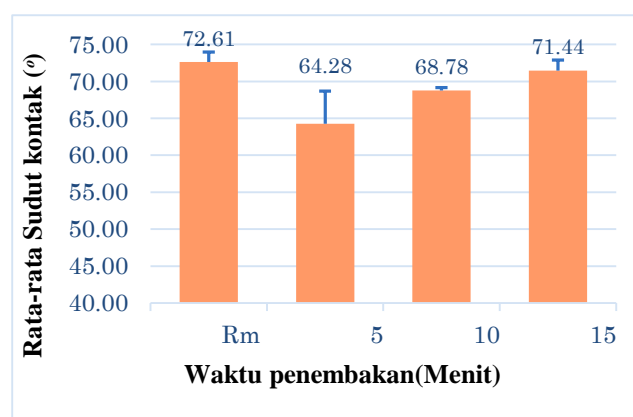
Dari gambar 3.7 dapat dilihat bahwa *raw material* memiliki nilai kekerasan (HVN) yang paling rendah dibanding dengan material yang sudah diberi perlakuan permukaan. Terjadi penurunan kekerasan yang bertahap pada material yang sudah diberi perlakuan permukaan yang seiring dengan bertambahnya jarak dari permukaan. *Shot peening* sendiri mempunyai pengaruh pada distribusi kekerasan dimana terjadinya pematatan butiran-butiran struktur dari material, akan tetapi seiring dengan semakin dalam jarak dari permukaan spesimen butiran-butiran dari material akan menjadi sama dan seragam, hal ini disebabkan pengaruh dari tumbukan bola-bola baja tersebut tidak lebih dari kedalaman 0.4 mm

Hasil pengujian *wettability*



Gambar 3.8 Hasil pengujian *wettability* (a) *raw material*, penembakan (b) 5, (c) 10, dan (d) 15 menit

Dari gambar 3.8 dapat dilihat bahwa *raw material* (a) mempunyai sudut kontak yang lebih tinggi yaitu sebesar 71.70° dibanding spesimen yang sudah diberi perlakuan permukaan, dimana variasi waktu penembakan 5 menit mempunyai sudut kontak sebesar 64.92° , untuk variasi waktu 10 mempunyai sudut kontak sebesar 69.14° , dan variasi waktu penembakan 15 menit mempunyai sudut yang hampir sama dengan *raw material* tetapi masih dibawah nilai *raw material* yaitu sebesar 71.60° .



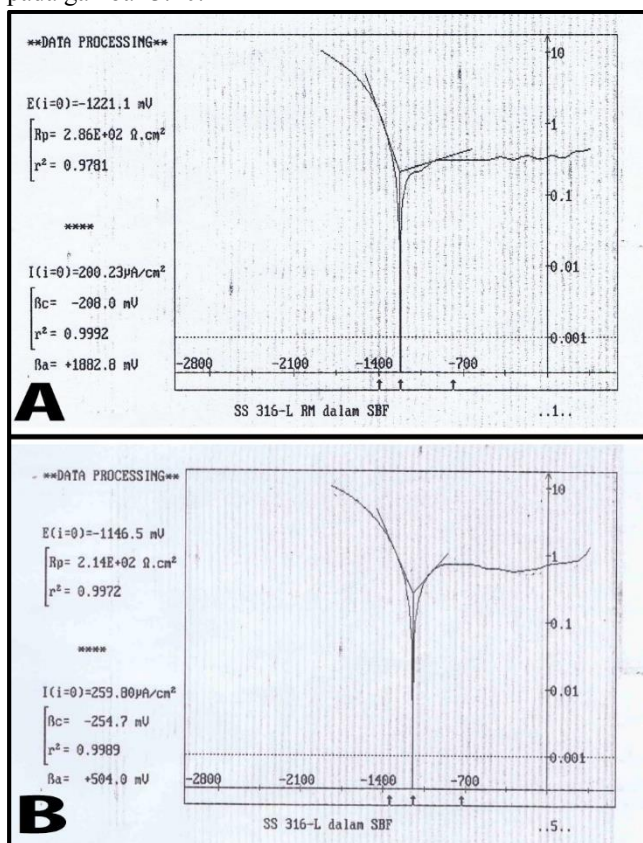
Gambar 3.9 Grafik hasil pengujian *wettability* material SS-316L

Dari gambar 3.9 dapat dilihat bahwa *raw material* mempunyai rata-rata sudut kontak yang paling tinggi dengan nilai rata-rata sudut kontak 72.61° . Sedangkan spesimen yang sudah diberi perlakuan permukaan dengan variasi waktu 5 menit mempunyai nilai sudut kontak rata-rata 64.28° , terjadi kenaikan pada variasi waktu penembakan 10 menit dengan nilai sudut kontak rata-rata 68.78° , dan variasi waktu penembakan 15 menit dengan nilai rata-rata sudut kontak 71.44° .

Karakter suatu material dapat dikatakan tidak suka air (*hydrophobic*) apabila sudut kontaknya $>90^\circ$, sedangkan jika sudut kontak $<90^\circ$ pada permukaan menunjukkan bahwa material tersebut memiliki karakter suka air (*hydrophilic*). Berdasarkan hasil uji sudut kontak permukaan (uji *wettability*) yang telah ditunjukkan pada gambar 3.8 dan gambar 3.9 dimana sudut kontak paling tinggi adalah 71.44° pada variasi penembakan 15 menit maka dapat disimpulkan setelah diberi perlakuan *shot peening*, material SS-316L mempunyai sifat *hydrophilic*.

Hasil Uji Laju Korosi

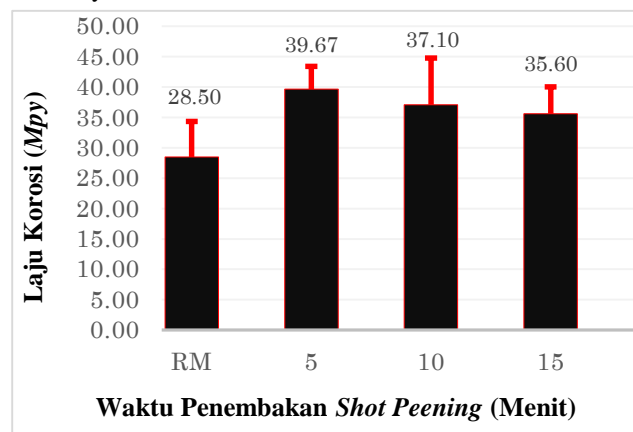
Stainless steel AISI 316L termasuk dalam kategori material yang cukup tahan terhadap adanya korosi. Seperti hasil penelitian (Sunardi, 2015), yang diketahui bahwa perlakuan *shot peening* dapat meningkatkan ketahanan korosi yang diakibatkan terbentuknya lapisan pasif yang melindungi permukaan logam. Dari hasil pengujian laju korosi didapatkan data berupa grafik tafel yang ditunjukkan pada gambar 3.10.



Gambar 3.10 Grafik tafel pengujian laju korosi A. *Raw material*, B. Hasil pengujian laju korosi tertinggi variasi waktu (5 menit)

Sampel setelah diberi perlakuan *shot peening* mengalami kenaikan serta penurunan nilai laju korosi, akan tetapi nilai korosi pada material sebelum perlakuan *shot peening* memiliki nilai laju korosi yang lebih baik, hal ini dikarenakan pada spesimen *raw material* memiliki kandungan Cr sehingga pada permukaan sampel terbentuk lapisan pasif berupa senyawa Cr_2O_3 yang berfungsi untuk melindungi dari korosi. Ada beberapa faktor yang dapat merusak lapisan pasif tersebut diantaranya adalah faktor lingkungan dan faktor perlakuan *shot peening* yang berpotensi membuat lapisan peindung tersebut rusak dan

tidak dapat terbentuk kembali sehingga ketahanan korosinya menurun.



Gambar 3.11 Grafik hubungan antara variasi sudut pembakan *shot peening* dengan laju korosi.

Dari grafik 3.11 dapat dilihat bahwa pelat spesimen sebelum diberi perlakuan *shot peening* (*raw material*) memiliki nilai laju korosi 28.50 mpy, kemudian spesimen dengan variasi waktu penembakan 5 menit memiliki nilai laju korosi 39.67 mpy, dan nilai laju korosi pada variasi penembakan 10 menit turun dengan nilai 37.10 mpy, dan nilai laju korosi terjadi penurunan kembali pada variasi waktu penembakan 15 menit dengan nilai mpy 35.60. Berdasarkan pada gambar 4.11 dapat diketahui apabila nilai laju korosi semakin kecil, maka ketahanan material menerima korosi akan semakin besar dan material akan tidak mudah terkorosi.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan, perlakuan *shot peening* dengan variasi waktu penembakan pada *stainless steel* AISI 316L dapat merubah sifat fisis dan mekanis dengan data sebagai berikut:

- Perlakuan *shot peening* dengan variasi waktu penembakan berpengaruh pada struktur makro dengan terbentuknya kawah, dimana pada durasi 5 menit terbentuk kawah besar, durasi 10 menit terbentuk sedang, dan durasi 15 menit terbentuk kawah-kawah kecil. Pengaruh yang lain juga terjadi pada struktur mikro, dimana terjadi pemipihan butiran struktur yang semakin dalam seiring dengan semakin lamanya durasi penembakan.
- Variasi waktu penembakan *shot peening* dapat mengurangi ketebalan pelat spesimen, dimana rata-rata ketebalan awal 3.83 mm, dan setelah dilakukan perlakuan



permukaan dengan variasi waktu penembakan, pengurangan ketebalan tertinggi pada durasi 15 menit yaitu menjadi 3.65 mm. Perlakuan *Shot Peening* juga dapat meningkatkan kekasaran, dimana nilai rata-rata kekasaran awal (*raw material*) sebesar 0.1 μm , menjadi 4.4 μm pada variasi waktu penembakan 5 menit, 3.9 μm pada waktu 10 menit, dan 2.8 μm pada waktu 15 menit penembakan.

c) Perlakuan *shot peening* dengan variasi waktu penembakan dapat meningkatkan nilai kekerasan mikro, nilai awal kekerasan (*raw material*) dengan rata-rata 240.08 kg/mm², dan nilai rata-rata kekerasan paling tinggi pada variasi waktu penembakan 15 menit dengan nilai 328.45 kg/mm².

d) Variasi waktu penembakan *shot peening* mempunyai pengaruh pada *wettability*, dimana sifat dari material sampel menjadi suka air (<90° *Hydrophilic*). Dalam larutan SBF mempengaruhi laju korosi pada penelitian ini, dimana terjadi peningkatan dari raw material sebesar 28.50 mpy, dan setelah dilakukan perlakuan permukaan nilai laju korosi terbesar terdapat pada variasi waktu penembakan 5 menit sebesar 39.67 mpy.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Arifvianto, B., Suyitno., Mahardika, M., Dewo, P., Iswanto, P. T., Salim, U. A. 2011. *Effect of surface mechanical attrition treatment (SMAT) on microhardness, surface roughness and wettability of AISI 316L. Engineering Materials. Materials Chemistry and Physics* 125 (2011) 418–426
- Badaruddin, M., Sugiyanto. 2005. Efek *Shot Peening* Terhadap Korosi Retak Tegang (SCC) Baja Karbon Rendah dalam Lingkungan air Laut. Lampung : Universitas Lampung
- Hidayat, T. 2013. Pengaruh Perlakuan *Shot Peening* Pada Baja AISI 316L Berbentuk Silindris terhadap Struktur Mikro, Kekerasan, dan Kekasaran Permukaan. Skripsi. Jurusan Teknik Mesin dan Industri Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Poskota news diakses 6 juli 9:23
- Prihandoko, P. 2016. Pengaruh Variasi Waktu Penembakan *Shot Peening* Karakteristik Permukaan *Dynamic Compression Plate* Berbahan *Stainless Steel 316L*. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Yogyakarta.
- Saputra, Y.R., 2016. Pengaruh Variasi Tekanan Perlakuan *Shot Peening* Terhadap Karakteristik Permukaan *Dynamic Compression Plate* Berbahan *Stainless Steel 316L*. Progam Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Yogyakarta
- Setiawan, T.A 2013. Pengaruh Perlakuan *Shot Peening* Pada Baja AISI 316L Berbentuk Silindris Menggunakan Bahan *Abrasive Slag Ball* Terhadap Struktur mikro, Kekerasan, Dan Kekasaran Permukaan. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Sunardi., Iswanto, P.T., Mudjijana. 2013. Pengaruh Waktu *Shot Peening* Terhadap Kekerasan dan Kekasaran Permukaan *Stainless Steel AISI 304*. Seminar Nasional ke-8 Sekolah Tinggi Teknologi Nasional. Yogyakarta.
- Sulaiman, A. 2016. Pengaruh Variasi Sudut penembakan *Shot Peening* Terhadap Struktur Mikro, Kekerasan, kekasaran Permukaan, dan *Wettability* pada *Stainless Steel AISI-304*. Progam Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Yogyakarta
- Syahrudiyanto, 2016. Pengaruh Variasi Jarak Penembakan *Shot Peening* Terhadap Struktur Mikro, Kekasaran Permukaan dan Kekerasan Material Biomedis Plat Penyambung Tulang *Stainless Steel AISI-304*. Progam Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Yogyakarta.
- Umardhani, Y., Suprihanto, A. 2013 Pengembangan Metode Peningkatan Kekerasan Baja Tahan Karat AISI 316L Lewat Proses Nitridasi Gas Temperatur Tinggi. *Jurnal ROTASI volume 15 nomor 1*.
- Wahyudin, 2016. Pengaruh Variasi Jarak Penembakan *Shot Peening* Terhadap Struktur Mikro, Struktur Makro, Kekerasan, Ketebalan, dan Kekerasan Menggunakan *Steel Ball 0.7 mm* Pada Material *Stainless Steel AISI-304*. Progam Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Yogyakarta
- Wibowo, S.A., Setianingrum, E. 2015. Pengaruh Perlakuan *Shot Peening* dan *Elektroplating Ni-Cr* pada AISI 304 Terhadap Laju Korosi Dalam Larutan *Synthetic Body Fluid (SBF)*. Jurnal Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta. Jakarta.

www.aksteel.com>316_316Ldata_sheet