



Pengaruh Variasi Waktu Shot Peening pada Material ST 37 Terhadap Kekerasan Permukaan dan Struktur Mikro

Effect of Shot Peening Time Variation on ST Material 37 Against Surface Hardness and Micro Structure

Trio Nur Wibowo*, Hartono, Warso

Sekolah Tinggi Teknik Wiworotomo Purwokerto, Jl. Sumingkir No. 1

Purwokerto Barat, Jawa Tengah, Indonesia

*Corresponding Authors: trionw@gmail.com**

Riwayat Artikel: Dikirim; Diterima; Diterbitkan

Abstrak

Material ST 37 merupakan jenis material yang mudah didapat dipasaran dengan biaya yang relatif lebih murah. Namun, sifat mekaniknya perlu ditingkatkan sehingga lebih baik dan memiliki life time yang lebih lama. Dengan menggunakan metode shot peening maka diharapkan terjadi perubahan bentuk struktur mikro dan nilai kekerasan menjadi lebih meningkat. Penelitian ini difokuskan untuk mengetahui perubahan struktur mikro dan nilai kekerasan yang terjadi akibat proses shot peening dengan durasi penembakan 0, 5, 10, 20, 30, dan 40 menit. Tekanan udara pada proses shot peening sebesar 7 bar. Diameter steel shot 0,8 mm yang memiliki nilai kekerasan 40-50 HRC dan jarak nozzle dengan permukaan spesimen sejauh 100 mm. Struktur mikro dianalisa dengan mikroskop optilab dengan pembesaran 200 kali dan difoto menggunakan optilab yang terhubung dengan komputer. Pengujian kekerasan permukaan diuji dengan menggunakan alat uji kekerasan micro Vickers dengan menggunakan beban indentasi sebesar 10 gram selama 10 detik. Dari hasil penelitian menunjukkan terbentuknya lapisan struktur mikro yang lebih halus pada permukaan yang di shot peening. Hasil pengujian kekerasan mengindikasikan terjadinya peningkatan kekerasan sebanding dengan durasi shot peening yang dilakukan. Perubahan signifikan terjadi pada spesimen raw material dengan nilai kekerasan sebesar 187,14 VHN meningkat drastis menjadi 215,02 VHN pada spesimen dengan durasi shot peening 5 menit. Peningkatan kekerasan cenderung menurun sebanding dengan peningkatan durasi shot peening, namun tidak begitu signifikan. Durasi 10, 20, 30, dan 40 menit memiliki nilai kekerasan sebesar 202,80, 180,43, 181,2, dan 180,01 VHN.

Kata kunci: ST 37, shot peening, struktur mikro, vickers hardness

Abstract

ST 37 material is a type of material that is easily available on the market with relatively lower costs. However, its mechanical properties need to be elevated so that it is better and has a longer life time. By using the shot peening method, it is expected that there will be a change in the shape of the microstructure and the value of violence will increase. This study is focused on finding changes in microstructure and the value of violence that occurs due to the shot peening process with a shooting duration of 0, 5, 10, 20, 30, and 40 minutes. The air pressure in the shot peening process is 7 bars. 0.8 mm diameter steel shot which has a hardness value of 40-50 HRC and nozzle distance to the specimen surface as far as 100 mm. The microstructure was analyzed by optilab microscope with magnification 200 times and photographed using optilab connected to a computer. Surface hardness testing is tested by using a micro Vickers hardness test tool using an indentation load of 10 grams for 10 seconds. From the results of the study showed the formation of a smoother layer of microstructure on the surface of the shot peening. The results of the hardness test indicate that the increase in violence is proportional to the duration of the shot peening. Significant changes occurred in raw material specimens with a hardness value of 187.14 VHN increased dramatically to 215.02 VHN in specimens with 5 minutes of reel shot duration. The increase in hardness tends to decrease in proportion to the increase in shot peening duration, but not so significantly. Duration 10, 20, 30, and 40 minutes have a hardness value of 202.80, 180.43, 181.2, and 180.01 VHN.

Keywords: ST 37, shot peening, micro structures, vickers hardness



PENDAHULUAN

Pembangunan sarana fisik, berupa perumahan dan gedung terus berjalan seiring dengan pertumbuhan ekonomi dan penduduk yang menyebabkan kebutuhan akan material bangunan meningkat (Syarif, 2009). Salah satu material bangunan yang sering dipakai adalah batako. Batako memiliki kualitas dan harga yang relatif murah sehingga tetap menjadi pilihan konsumen (Manivasagam dkk, 2010). Dalam pembuatan batako sering terjadi keausan dan korosi pada permukaan dalam dari cetakan. Keausan pada bagian dalam cetakan disebabkan adanya gesekan partikel material batako yang mendapat tekanan dari mesin pres hidrolik dengan tekanan yang tinggi. Kerusakan akibat korosi terjadi karena adanya proses oksidasi, yang menyebabkan material cetakan menjadi mudah aus. ST 37 merupakan jenis material logam yang sering digunakan pada keperluan permesinan yaitu sebagai material dasar pembuatan mesin-mesin perkakas dan pertukangan lainnya. Dalam perkembangannya cetakan batako dibuat dari material SS 304 dengan sifat mekanik yang lebih baik dari ST 37, meskipun harganya jauh lebih mahal. Sifat fisik dan mekanik pada ST 37 perlu ditingkatkan sehingga lebih tahan aus dan korosi.

Penggunaan material ST 37 untuk pencetakan batako mensyaratkan tahan terhadap korosi, dan keausan permukaan dikarenakan pada saat aplikasi mengalami gesekan dengan material bahan bangunan yang telah dicampur dengan air. hal tersebut menyebabkan material ST 37 mengalami gesekan dan oksidasi. Kondisi tersebut mensyaratkan ketahanan yang tinggi terhadap keausan dan ketahanan terhadap korosi. Dengan diberikan perlakuan permukaan (surface treatment) metode shot peening diharapkan mampu memperbaiki sifat fisik dan mekanik dari material ST 37.

Shot peening merupakan proses perlakuan permukaan menggunakan bola-bola baja yang ditembakkan dengan kecepatan tinggi pada permukaan logam dengan kondisi terkontrol, dimana proses ini ditujukan untuk menghasilkan deformasi plastis dan memberikan compressive residual stress pada permukaan (Benedetti dkk, 2015). Shot peening dapat memberikan efek meningkatnya kekerasan, kerapatan butir dan jarak interplanar dari kisi kristal sehingga dapat menghambat laju rambat retak mikro (Dalaie dkk, 2010 & Zhan dkk, 2012). Berdasarkan penjelasan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh proses shot peening pada material ST 37. Suatu lapisan baru diharapkan akan terbentuk pada material ST 37, selanjutnya akan dianalisis pengaruh terhadap sifat dari material ST 37 ditinjau dari kekerasan, dan struktur mikro untuk aplikasi material cetakan batako.

METODE

1. Preparasi Spesimen

Spesimen menggunakan material ST 37. Permukaan spesimen dihaluskan menggunakan amplas dan dipoles dengan metal polish sehingga didapatkan permukaan yang halus dan mengkilat. Spesimen direndam dalam cairan alkohol selama kurang lebih 15 menit selanjutnya dikeringkan dan siap untuk dilakukan shot peening.

2. Shot Peening

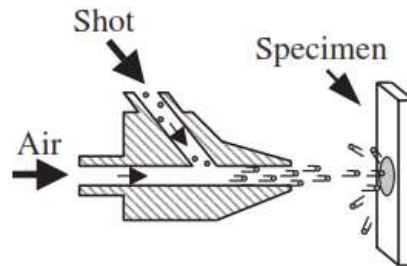
Proses shot peening pada penelitian ini menggunakan lima variasi waktu penembakan yaitu 5, 10, 20, 30 dan 40 menit dengan mengatur tekanan kompresor sebesar 7 bar serta menggunakan steel shot berukuran 0,8 mm dengan kekerasan steel shot sebesar 40-50 HRC. Jarak tembak antara nozzle dengan permukaan spesimen berjarak 100 mm seperti dalam gambar 1.

3. Uji Komposisi

Pengujian komposisi menggunakan alat Desktop Metals Analyser dengan merk Metalscan 2500 series. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kandungan komposisi dari spesimen sebelum dilakukan shot peening. Hasil dari pengujian komposisi dari logam induk ini dijadikan acuan untuk menentukan jenis spesimen dan parameter dalam pengujian.

Gambar 1:

Skema Proses Shot Peening



4. Pengamatan Struktur Mikro

Pada pengamatan struktur mikro, pengujian dilakukan pada penampang melintang spesimen hasil uji shot peening. Pengujian ini bertujuan untuk melihat perubahan struktur mikro yang terjadi pada spesimen akibat perlakuan shot peening. Spesimen dihaluskan menggunakan amplas dan finishing menggunakan metal polish hingga permukaan kembali mengkilat tanpa goresan. Selanjutnya spesimen dietsa sehingga terjadi korosi pada batas butir. Spesimen kemudian diamati dengan mikroskop optik dengan perbesaran 200 kali dan difoto menggunakan optilab yang dihubungkan dengan komputer. Hasil dari foto struktur mikro disimpan dalam bentuk gambar.

5. Uji Kekerasan

Pengujian kekerasan menggunakan micro Vickers hardness tester, dengan beban indentasi 10 gr, waktu 10 detik. Kemudian diukur bekas indentasinya dan dihitung kekerasannya. Pengujian kekerasan akan menganalisa perbandingan hasil kekerasan antara spesimen non-treatment dengan spesimen yang sudah dilakukan shot peening. Nilai kekerasan Vickers dapat dinyatakan dengan rumus (ASM Metal Handbook, 2000):

$$VHN = \frac{2.P \cdot \sin\left(\frac{\theta}{2}\right)}{d^2} = 1,854 \frac{P}{d^2}$$

dimana :

VHN = Nilai kekerasan spesimen (kg/mm^2)

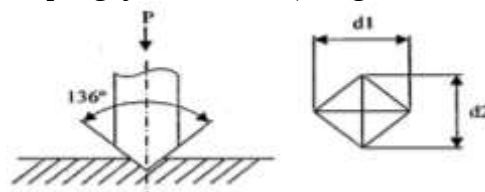
P = Beban terpasang (kg)

d = Diameter rata-rata bekas injakan indenter (mm)

θ = Sudut piramida intan (136°)

Gambar 2:

Skema pengujian Vickers (Jiang dan Xu, 2014)

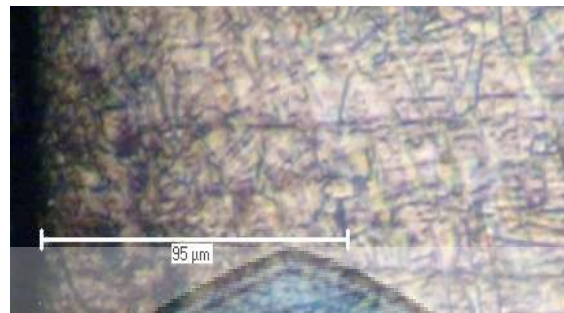


HASIL DAN PEMBAHASAN

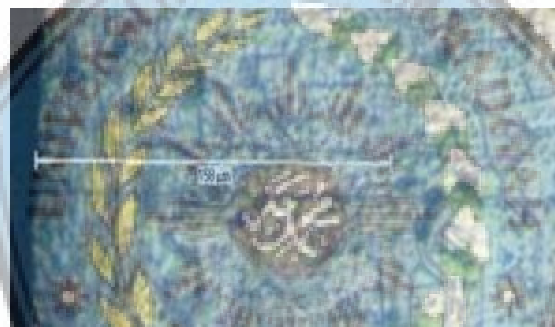
1. Hasil Uji Struktur Mikro

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui bentuk struktur mikro akibat proses shot peening. Spesimen yang telah diuji ketika dilihat melalui mikroskop akan terlihat butiran-butiran struktur mikro dari spesimen uji. Hasil pengujian struktur mikro spesimen material ST 37 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.a. dan 3.b.

Gambar 3:
Struktur Mikro Spesimen Material ST 37



(3.a.)



(3.b.)

Gambar 3.a menunjukkan struktur mikro pada spesimen dengan perlakuan *shot peening* selama 10 menit, dimana pengecilan struktur mikro terjadi sampai kedalaman 95 μm dan Gambar 3.b menunjukkan struktur mikro pada spesimen dengan perlakuan *shot peening* selama 40 menit, dimana pengecilan struktur mikro terjadi sampai kedalaman 158 μm . Dapat disimpulkan bahwa kedalaman perubahan struktur mikro sangat tergantung pada lama waktu proses *shot peening*, semakin lama proses *shot peening* semakin dalam perubahan struktur mikro yang terjadi.

2. Hasil Uji Kekerasan

2.1. Hasil Uji Kekerasan Permukaan

Penelitian ini dilakukan dengan 5 variasi lama proses shot peening (5, 10, 20, 30 dan 40) menit. Perbandingan nilai kekerasan permukaan material ST 37 sebelum dan setelah dilakukan shot peening ditampilkan dalam bentuk grafik pada Gambar.4.

Hasil uji kekerasan menunjukkan bahwa proses *shot peening* dapat meningkatkan kekerasan permukaan material ST 37. Nilai kekerasan tertinggi terjadi pada waktu penembakan 5 menit yang ditunjukkan dengan hasil uji kekerasan sebesar 215,02 HV, sehingga dapat meningkatkan kekerasan sebesar 104% dari spesimen sebelum *shot peening*. Semakin lama proses *shot peening*, kekerasan permukaan juga semakin meningkat. Peningkatan kekerasan permukaan diakibatkan adanya tegangan sisa tekan yang dihasilkan

selama proses *shot peening*, hal ini disebabkan adanya peningkatan deformasi plastis yang terjadi pada permukaan spesimen setelah proses *shot peening* sehingga dapat menimbulkan kerapatan dislokasi. Semakin besar deformasi plastis yang diberikan, maka akan menyebabkan bertambahnya dislokasi yang akan membentuk interaksi antar dislokasi yang satu dengan yang lainnya. Interaksi ini menyebabkan kerapatan dislokasi yang tinggi terutama pada batas butirnya dan akan saling menghambat, sehingga dapat menimbulkan efek pengerasan regangan (*strain hardening effect*) [7].

Gambar 4:
Grafik Nilai Kekerasan Permukaan Material ST 37



Pada gambar 4 juga menunjukkan nilai kekerasan optimum saat proses *shot peening* diperoleh pada waktu 5 menit. Sedangkan setelah waktu 5 menit peningkatan kekerasan permukaan spesimen tidak terlalu signifikan dan bahkan pada spesimen 20, 30, dan 40 menit mengalami penurunan tetapi tidak signifikan. Hal ini terjadi karena setelah perlakuan *shot peening* sudah terjadi pengerasan regangan permukaan spesimen dari proses *shot peening* sebelumnya. Dimana diketahui bahwa tekanan kerja dan diameter bola-bola baja yang digunakan konstan, sehingga seiring dengan waktu energi kinetik yang dihasilkan oleh bola-bola baja yang ditembakkan ke permukaan spesimen sudah tidak mampu lagi membuat identifikasi-identifikasi yang menghasilkan deformasi plastis yang sama besar pada permukaan saat spesimen sebelum dilakukan perlakuan permukaan dengan *shot peening*. Hal tersebut mengindikasikan permukaan Material ST 37 mengalami kerusakan struktur pada bagian permukaan sehingga nilai kekerasannya menurun.

2.2. Hasil Uji Kekerasan Melintang

Selain pengujian kekerasan permukaan, juga dilakukan pengujian kekerasan pada potongan melintang. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tebal lapisan yang terpengaruh *shot peening* dan kekerasan dari permukaan sampai kedalaman tertentu. Data hasil pengujian kekerasan melintang spesimen material ST 37 ditunjukkan pada gambar 5.

Gambar 5:
Nilai Kekerasan Melintang Material ST 37 Pada Jarak 60 μm



Nilai distribusi kekerasan pada potongan melintang spesimen material ST 37 ditunjukkan pada Gambar 5, indentasi dilakukan pada jarak 60 μm dari permukaan yang terkena *shot peening*. Data menunjukkan terjadi penurunan kekerasan pada spesimen raw material. Kekerasan spesimen raw material pada bagian permukaan, memiliki kekerasan yang lebih tinggi disebabkan oleh proses rolling pada saat pembuatan plat ST 37. Akibat proses rolling menyebabkan bagian permukaan memiliki kekerasan yang lebih tinggi dibanding dengan dalam.

Seiring dengan semakin jauh jarak dari permukaan yang diberi perlakuan *shot peening*. Hal ini disebabkan tekanan yang diterima pada bagian permukaan lebih besar dan semakin mengecil pada bagian yang lebih dalam, sehingga struktur pada permukaan lebih kecil. Hal ini berakibat pada tingkat kekerasan yang semakin menurun pada area yang lebih dalam.

KESIMPULAN

Shot peening dapat digunakan untuk memperhalus struktur mikro dan meningkatkan kekerasan. Semakin lama proses *shot peening* semakin dalam pengecilan struktur mikro dan semakin meningkat pula nilai kekerasan permukaannya.

DAFTAR PUSTAKA

- ASM Metals HandBook Volume 8, 2000, Mechanical Testing and Evaluation. Feng, Benedetti, M., Fontanari, B. Winiarski, P.J. Withers, M. Allahkarami, J.C. Hanan., 2015, Fatigue Behavior of Shot Peened Notched Specimens: Effect of The Residual Stress Field Ahead of The Notch Root, *Procedia Engineering* 109, pp. 80-88, Elsevier.
- Dalaeia, K., Karlssona, B., Svensson, L. E., 2010, Stability of Residual Stresses Created by Shot Peening of Pearlitic Steel and Their Influence on Fatigue Behaviour, *Procedia Engineering* 2, pp. 613-622, Elsevier.
- Manivasagam G, Dhinasekaran D, Rajaminickam A. 2010. "Biomedical implants: corrosion and its prevention – a review". *Recent Patents on Corrosion Science* 2: 40-54.
- Q., Jiang, C., and Xu, Z., 2014, Residual Stress Relaxation of Shot-Peened Deformation Surface Layer on Duplex Stainless Steel Under Applied Loading, *JMEPEG*, pp. 408-412, Elsevier.



- Syarif Junaidi, 2009, "Biomaterial Berbasis Logam", <http://www.infometrik.com/biomaterial-berbasis-logam/Aplikasi> Teknologi Featured, Material Sains. Diakses November 2015.
- Zhan, K., Jiang, C. H., Wu, X. Y. and Ji, V., 2012, Surface Layer Characteristics of S30432 Austenite Stainless Steel after Shot Peening, *Materials Transactions*, Vol. 53, No. 5, pp. 1002-1006, Elsevier.

