

Pemanfaatan Limbah *Slag* sebagai Partikel untuk Proses *Sandblasting* Baja 316LVM

Gerald Adityo Pohan^{1,2,*}, Suyitno¹, Budi Arifvianto¹

1 Jurusan Teknik Mesin dan Industri Universitas Gadjah Mada, Jl. Grafika 2, Yogyakarta

2 Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang, Jl. Raya Karanglo km 2, Malang

* E-mail : gerald.pohan@gmail.com

Abstrak. Keberadaan *slag* yang merupakan *by product* proses pembuatan besi dan baja menimbulkan masalah serius terhadap lingkungan. Pada penelitian ini, partikel *slag ball* digunakan sebagai partikel penumbuk pada perlakuan *sandblasting*. Pengaruh perlakuan ini terhadap kekerasan baja tahan karat 316LVM diinvestigasi. Perlakuan dilakukan dengan menggunakan *slag ball* berdiameter 2-5 mm dan tekanan udara 0.7 MPa dengan durasi perlakuan 10 dan 20 menit. Kekerasan mengalami peningkatan setelah perlakuan. Durasi perlakuan yang lebih lama menghasilkan nilai kekerasan yang lebih tinggi. Partikel *slag ball* memiliki potensi sebagai partikel penumbuk dalam rangka meningkatkan kekerasan permukaan.

Kata Kunci: Baja 316LVM, Kekerasan, *Sandblasting*, *Slag*

1. Pendahuluan

Keberadaan *slag* (terak) yang merupakan *by product* (produk samping) proses pembuatan besi dan baja menimbulkan masalah serius. Tingkat produksi besi dan baja yang tinggi tidak sebanding dengan ketersediaan lahan untuk menampung *slag* yang dihasilkan. Hal ini dapat menimbulkan masalah lingkungan. Selain itu, penanganan *slag* dengan cara dikubur dapat menyebabkan polusi pada air tanah. Sebagai tambahan, *slag* masih dianggap sebagai limbah karena pemanfaatannya masih rendah. Selama ini, *slag* dimanfaatkan sebagai bahan campuran semen [1], beton [2], aspal [3], dan batu bata [4]. Oleh karena itu, penelitian mengenai pemanfaatan *slag* diperlukan untuk meningkatkan kegunaannya dalam rangka mengatasi masalah lingkungan.

Dewasa ini, sebuah teknik pengolahan *molten slag* (terak cair) yang dinamakan *Slag Atomizing Technology* (SAT) dikembangkan [5]. Melalui teknik ini, *molten slag* diubah menjadi partikel-partikel berukuran kecil yang dinamakan *slag ball*. Partikel ini berbentuk bundar, memiliki kekerasan 740 HV dan massa jenis 3.77 gr/cm^3 . Karakteristik tersebut mirip dengan karakteristik partikel yang sering digunakan sebagai partikel penumbuk pada perlakuan *sandblasting*, seperti ZrO_2 dan SiO_2 . Oleh karena itu, pemanfaatan partikel *slag ball* pada perlakuan *sandblasting* akan menguntungkan karena dapat memberikan peluang baru mengenai pemanfaatan limbah *slag* dalam rangka mengatasi masalah lingkungan.

Pada penelitian ini, perlakuan *sandblasting* yang memakai *slag ball* sebagai partikel penumbuk dilakukan terhadap baja tahan karat 316LVM. Pengaruh perlakuan ini terhadap kekerasan spesimen diinvestigasi.

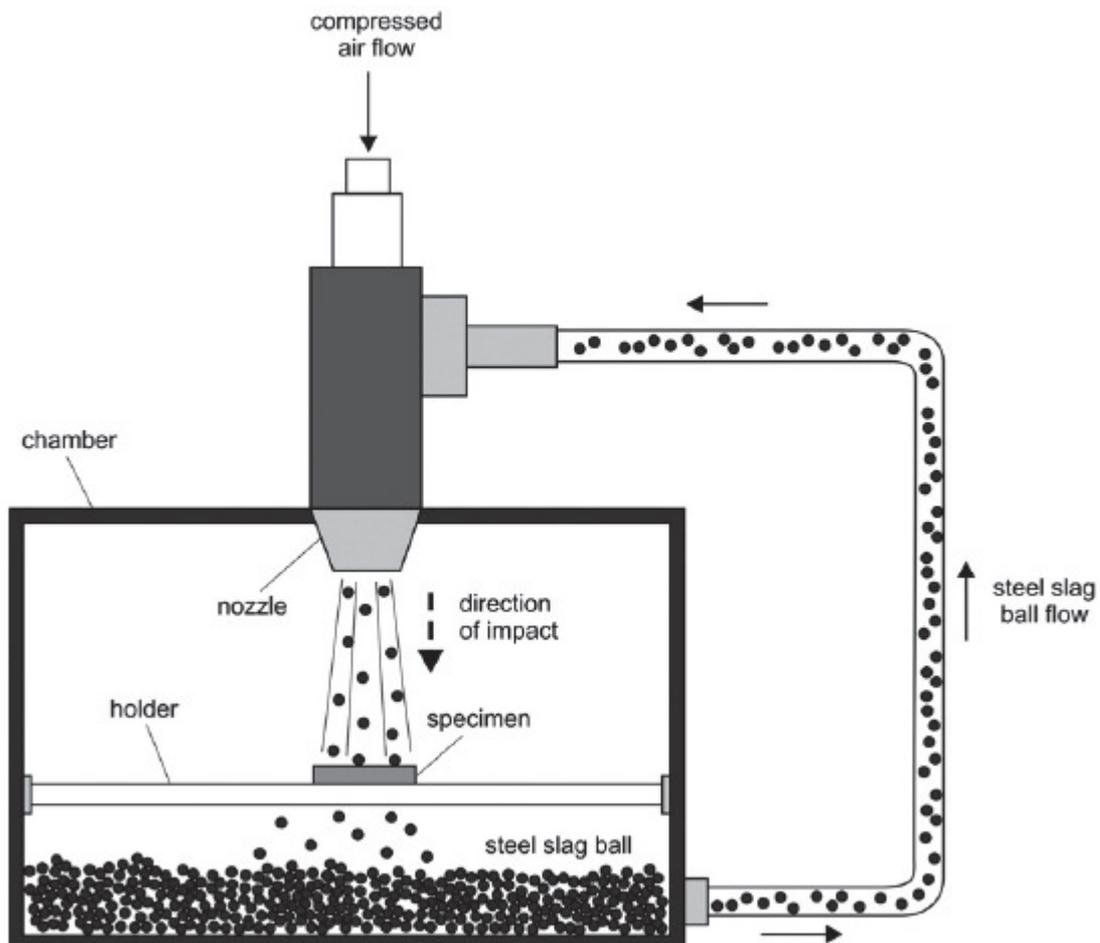
2. Metode Penelitian

Material yang digunakan sebagai spesimen adalah baja tahan karat 316LVM. Komposisi kimia spesimen ditampilkan oleh Tabel 1. Material dipotong dengan menggunakan gergaji besi sehingga menghasilkan dimensi 40 mm x 15 mm x 5 mm. Sebelum perlakuan, permukaan spesimen dipoles dengan menggunakan kertas amplas sehingga kekasarnya merata.

Tabel 1. Unsur kimia spesimen

Unsur	C	Cr	Ni	Mo	Mn	Si	Cu	Fe
Persentase (%wt)	0.01	17.30	15.50	1.73	1.67	0.42	0.09	bal.

Skema perlakuan *sandblasting* ditampilkan oleh Gambar 1. Spesimen diletakkan pada bagian *holder*. *Blasting gun* diletakkan tepat di atas permukaan spesimen yang telah dipoles dan pada posisi tegak lurus terhadap permukaan spesimen. Partikel *slag ball* diperoleh dari PT Krakatau Steel. Diameter partikel yang digunakan adalah 2-5 mm. Perlakuan *sandblasting* dilakukan dengan memanfaatkan udara bertekanan 0.7 MPa dan durasi perlakuan 10 dan 20 menit.

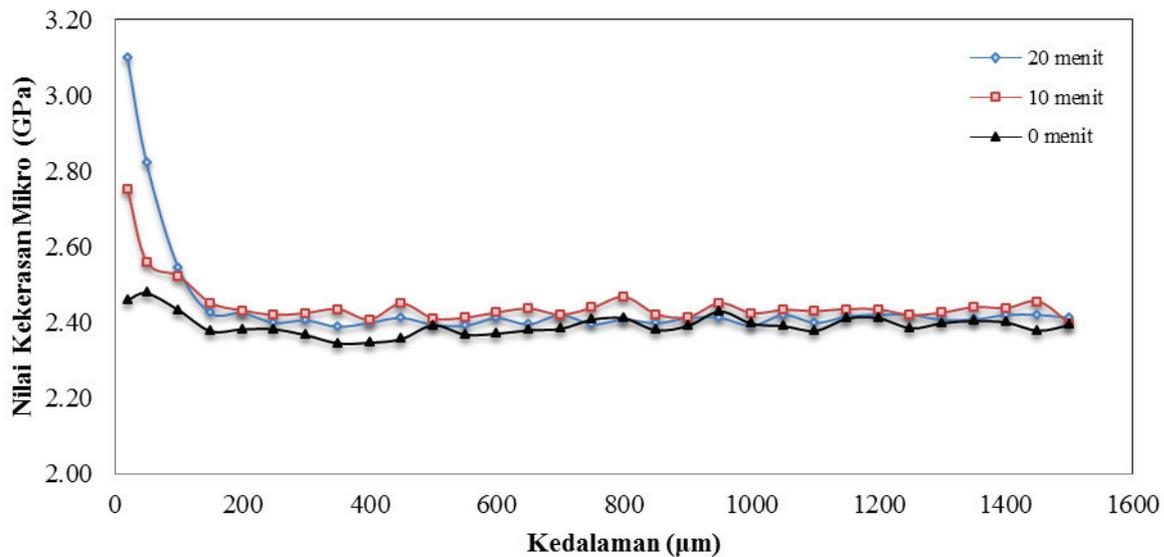


Gambar 1. Skema perlakuan *sandblasting* [6]

Pengujian kekerasan dilakukan pada penampang melintang spesimen dengan menggunakan alat *Microhardness tester* BUEHLER. Beban yang digunakan adalah 500 grf dengan *dwell time* (waktu tunggu) 15 detik. Untuk memperoleh distribusi kekerasan terhadap jarak dari permukaan, pengujian dilakukan pada kedalaman 20-1500 μm .

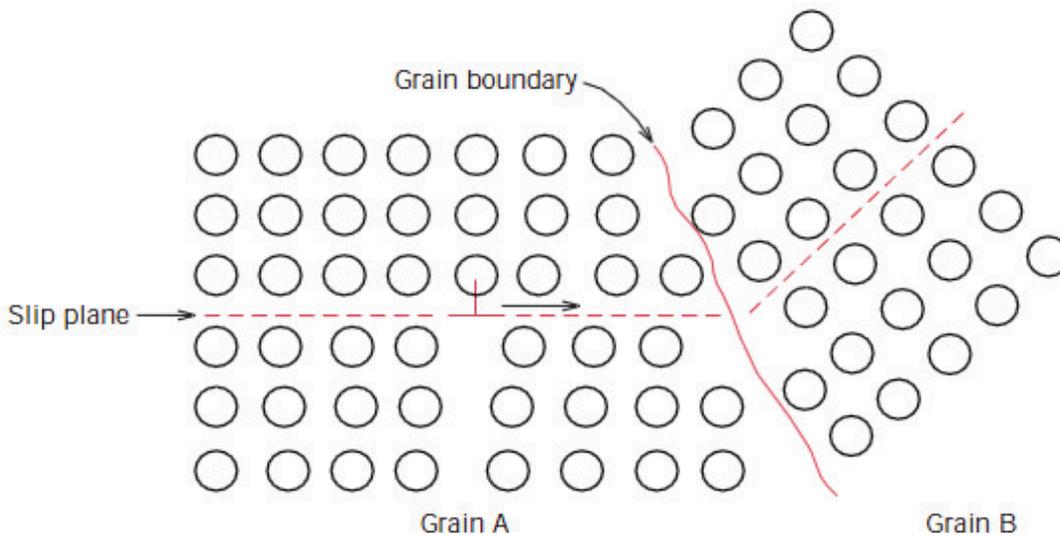
3. Hasil & Pembahasan

Pengaruh perlakuan *sandblasting* terhadap distribusi kekerasan dibagian permukaan baja tahan karat 316LVM ditunjukkan oleh Gambar 2. Gambar tersebut menunjukkan bahwa perlakuan *sandblasting* meningkatkan kekerasan di bagian permukaan spesimen. Nilai kekerasan *raw material* pada kedalaman 20 μm adalah 2,4 GPa. Setelah 10 menit perlakuan, nilai kekerasan menjadi 2,8 GPa. Pada durasi perlakuan 20 menit, nilai kekerasan meningkat menjadi 3,1 GPa. Pada gambar tersebut, nilai kekerasan mengalami penurunan seiring dengan kedalaman dan menunjukkan nilai relatif konstan pada kedalaman 200 μm (2,4 GPa). Hal tersebut menunjukkan bahwa pengaruh perlakuan terhadap kekerasan hanya berada pada kedalaman <200 μm .



Gambar 2. Pengaruh durasi perlakuan terhadap distribusi kekerasan baja tahan karat 316LVM

Peningkatan kekerasan dibagian permukaan disebabkan oleh dua hal. Pertama, perlakuan *sandblasting* menyebabkan penghalusan butir di bagian permukaan atau dikenal dengan butiran nano [7,8]. Formasi butiran nano yang terbentuk di bagian permukaan berkontribusi terhadap peningkatan kekerasan permukaan. Ukuran butir yang kecil menyebabkan jumlah batas butir bertambah. Ketika suatu dislokasi merambat melalui batas butir, dislokasi tersebut akan mengalami hambatan karena perbedaan orientasi kristal (lihat Gambar 3) [9]. Apabila jumlah batas butir yang dilalui semakin banyak, maka hambatan yang dilewati akan semakin banyak sehingga nilai kekerasan meningkat. Kedua, kemunculan tegangan sisa di permukaan material [10]. Tumbukan partikel *slag ball* menyebabkan deformasi plastis di bagian permukaan material, dimana hal tersebut mengarah kepada munculnya tegangan sisa. Tegangan sisa yang dihasilkan bersifat kompresif sehingga meningkatkan kekuatan material.



Gambar 3. Ilustrasi perambatan dislokasi pada batas butir [9]

Nilai kekerasan mengalami penurunan seiring kedalaman. Hal tersebut dikarenakan ukuran butir semakin besar dan tegangan sisa semakin kecil seiring dengan kedalaman.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa durasi perlakuan 20 menit menghasilkan nilai kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan 10 menit perlakuan. Hal tersebut dikarenakan durasi perlakuan 20

menit menghasilkan formasi butiran nano yang lebih banyak dan tegangan sisa kompresif yang lebih tinggi dibandingkan durasi perlakuan 10 menit.

4. Kesimpulan

Pengaruh perlakuan *sandblasting* terhadap kekerasan baja tahan karat 316LVM telah diinvestigasi. Perlakuan *sandblasting* meningkatkan kekerasan di bagian permukaan material. Selain itu, peningkatan durasi perlakuan menghasilkan kenaikan nilai kekerasan. Hal ini menunjukkan bahwa partikel *slag ball* memiliki potensi untuk digunakan pada perlakuan permukaan dalam rangka meningkatkan kekerasan permukaan baja tahan karat 316LVM.

5. Daftar Pustaka

- [1] P.E. Tsakiridis, G.D. Papadimitriou, S. Tsvivilis, C. Koroneos, "Utilization of steel slag for Portland cement clinker production," *Journal of Hazardous Materials*, vol. 152, pp. 805-811, 2008.
- [2] J. O. Akinmusuru, "Potential beneficial uses of steel slag wastes for civil engineering purposes," *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 5, pp. 73-80, 1991.
- [3] S. Wu, Y. Xue, Q. Ye, Y. Chen, "Utilization of steel slag as aggregates for stone mastic asphalt (SMA) mixtures," *Building and Environment*, vol. 42, pp. 2580-2585, 2007.
- [4] P. H. Shih, Z. Z. Wu, H. L. Chiang, "Characteristics of bricks made from waste steel slag," *Waste Management*, vol. 24, pp. 1043-1047, 2004.
- [5] S. Cha, H. Sadrpour, "Slag atomizing technology (SAT): Strategic management of electric arc furnace slag," in *Proc Global Slag Conf Exhibit*, 2006, paper 4, p. 4.1-4.3.
- [6] Arifvianto, Suyitno, K. A. Wibisono, M. Mahardika, "Influence of grit blasting treatment using steel slag balls on the subsurface microhardness, surface characteristics and chemical composition of medical grade 316L stainless steel," *Surface & Coatings Technology*, vol. 210, pp. 176-182, 2012.
- [7] M. Multigner, E. Frutos, J.L. González-Carrasco, J.A. Jiménez, P. Marín, J. Ibáñez, "Influence of the sandblasting on the subsurface microstructure of 316LVM stainless steel: Implications on the magnetic and mechanical properties," *Materials Science & Engineering C*, vol. 29, pp. 1357-1360, 2009.
- [8] T. Roland, D. Reirant, K. Lu, J. Lu, "Enhanced mechanical behavior of a nanocrystallised stainless steel and its thermal stability," *Materials Science & Engineering A*, vol. 445-446, pp. 281-288, 2007.
- [9] W. D. Callister Jr., *Fundamental of Materials Science and Engineering*, 5th ed., W. Anderson, Ed. New York, USA: John Wiley and Sons, Inc., 2001.
- [10] X. P. Jiang, X. Y. Wang, J. X. Li, D. Y. Li, C. S. Man, M. J. Shepard, T. Zhai, "Enhancement of Fatigue and Corrosion Properties of Pure Ti by Sandblasting," *Material Science and Engineering A*, vol. 429, pp. 30-35, 2006.