

Pengaruh *Repeated Normalizing* Pada Side Frame Berbahan Baja AAR M201 Grade B+ Terhadap Perubahan Sifat Mekanik Dan Struktur Mikro

(Effect of Repeated Normalizing On Side Frame Made of Steel AAR M201 Grade B+ Material On Mechanical Properties And Micro Structure)

Woro Sekar Sari¹, FX. Kristianta², Sumarji²

¹Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember

²Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember Jln. Kalimantan 37, Jember 68121
email: kristfx@yahoo.com

Abstrak

Dalam perkembangan dunia saat ini, logam masih sangat banyak dibutuhkan manusia baik untuk bisnis maupun kebutuhan sehari-hari. Salah satunya adalah pada perusahaan kereta api yang menggunakan baja sebagai bahan dasar kereta api. Untuk mendapatkan sifat yang diinginkan, logam terlebih dahulu diberikan perlakuan panas sesuai dengan kebutuhan. Pada penelitian ini, penulis melakukan percobaan perlakuan panas *normalizing* pada spesimen berbahan baja AAR M201 Grade B+ dengan variasi pengulangan 1 kali hingga 5 kali pada perlakuan panas *normalizing* di PT. Barata Indonesia (persero). Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui nilai kekuatan tarik, kekerasan serta struktur mikro terhadap pengaruh *normalizing* berulang pada baja AAR M201 Grade B+. Temperatur *furnace* yang digunakan untuk *normalizing* adalah 940°C dengan waktu penahanan 4 jam. Sedangkan variasi perlakuan panas yang digunakan adalah 1x, 2x, 3x, 4x, dan 5x *normalizing*. Dari hasil pengujian kekerasan, pengujian tarik, dan struktur mikro dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh variasi pengulangan *normalizing* terhadap sifat mekanik dan struktur mikro logam. Nilai rata-rata kekerasan tertinggi 163 BHN pada variasi 1x *normalizing*. Pada rata-rata nilai kekuatan tarik tertinggi yaitu 61.75 kg/mm² pada variasi 2x *normalizing*. Pada pengujian struktur mikro diameter butir terkecil didapat pada variasi 2x *normalizing* dengan nilai rata-rata sebesar 0.0181 mm.

Kata kunci: baja AAR M201 Grade B+, *normalizing*, pengulangan, sifat mekanik.

Abstract

The development of the world today, the metal is still very much needed man for business or daily needs. One of them is the railway companies that use steel as the base material train. To obtain the desired properties, metal heat treatment first given according to need. In this study, the authors conducted an experiment *normalizing* heat treatment on the steel specimens AAR M201 Grade B + with a variation of repeated 1 times to 5 times the heat treatment *normalizing* PT. Barata Indonesia (Persero). The purpose of this study to determine the value of tensile strength , hardness and microstructure of the *normalizing* effect of repeated at AAR M201 steel Grade B +. Temperature *furnace* is used for *normalizing* 940°C with detention time of 4 hours. While the variation of heat treatment used is 1x, 2x, 3x, 4x, and 5x *normalizing*. From the results of hardness testing, tensile testing, and microstructure can be concluded that there are significant variations in the repeated of *normalizing* the mechanical properties and the microstructure of metals. The average value of the highest hardness 163 BHN at 1x *normalizing* variations. On average the highest tensile strength value 61.75 kg/mm² 2 at 2x *normalizing* variations. In testing the diameter of the smallest grain microstructure obtained on *normalizing* 2x variation with an average value of 0.0181 mm.

Keywords: AAR M201 steel Grade B +, *normalizing*, repeated, mechanical properties.

Pendahuluan

Besi dan baja merupakan logam paling banyak digunakan dunia industri karena ekonomis dan sifatnya yang bervariasi [1]. PT. Barata Indonesia adalah salah satu perusahaan yang bergerak dibidang pengecoran logam, dimana salah satu produknya adalah *side frame*. Bahan yang digunakan dalam pembuatan *side frame* adalah jenis baja AAR M201 Grade B+.

Normalizing adalah proses pemanasan baja ke daerah austenit sehingga diperoleh struktur mikro austenit, dan selanjutnya didinginkan di udara normal hingga temperatur kamar [2]. Tujuannya adalah untuk mendapatkan struktur yang homogen, menghilangkan tegangan sisa, dan memperbaiki sifat pemesinan.

Pada umumnya penelitian dilakukan dengan memvariasi pada temperatur dan waktu penahanan pada

perlakuan panas. Seperti pada penelitian sebelumnya, variasi temperatur dan waktu penahanan pada *normalizing* dapat memberikan dampak kecenderungan penurunan pada kekuatan tarik dan *yieldnya* [3]. Permasalahan yang menjadi pokok kajian dalam penelitian ini adalah apakah dampak pada nilai kekuatan tarik, kekerasan, dan struktur mikronya dapat dimodifikasi dengan variasi pengulangan *normalizing*.

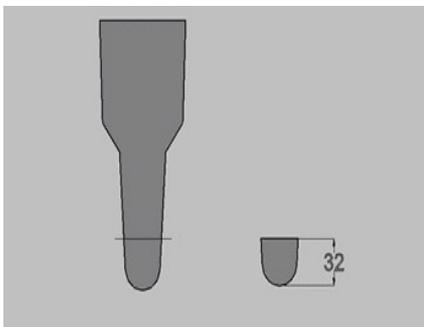
Metode Penelitian

Penelitian yang dilakukan dimulai dari pembuatan cetakan pasir untuk spesimen Y-Block [4] dari pasir *silica* yang telah dicampur *binder* jenis *pepset* 01, 02, dan katalis (SOP. PT. Barata Indonesia). Cetakan pasir dидiamkan selama 1 jam, setelah itu bagian dalamnya dilapisi *zircon*. *Zircon* berfungsi sebagai pelapis pada cetakan pasir agar pasir tidak menempel atau bercampur pada logam. Cetakan-cetakan pasir tersebut kemudian ditata pada *flask* untuk pembuatan *down sprue* yang digunakan untuk masuknya logam cair. Disisi lain proses peleburan logam AAR M201 Grade B+ dilakukan. Hasil dari proses peleburan logam tersebut, dapat dilihat komposisinya dengan menggunakan *spectrometer* sebagai berikut.

Tabel 1. Komposisi baja AAR M201 Grade B+

Unsur	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mg	Al	Fe
Komposisi (%)	0,24	0,55	0,94	0,03	0,02	0,20	0,10	0,037	0,037	97,883

Proses *pouring* pada temperatur 1550°C dan pendinginannya sekitar 24 jam. Proses *heat treatment* yang digunakan adalah *normalizing* dengan variasi 1x, 2x, 3x, 4x, 5x *normalizing* pada temperatur 940°C dan waktu penahanan selama 4 jam. Pendinginan yang diberikan adalah dengan menggunakan udara luar ±32°C. Setelah proses *normalizing* pada semua spesimen dilakukan pengujian kekerasan brinell menggunakan *Equotip 3 type D Portable*, dan dipotong bagian bawah yang melengkung setengah lingkaran pada Y-Block 32 mm dari lengkungan bawah. Potongan tersebut dibubut sesuai dengan standar ASTM 370-12a [5] untuk dilakukan pengujian tarik dan struktur mikro. Pengujian tarik menggunakan mesin uji tarik berkapasitas 20 Ton dan pengujian struktur mikro menggunakan mikroskop optik.

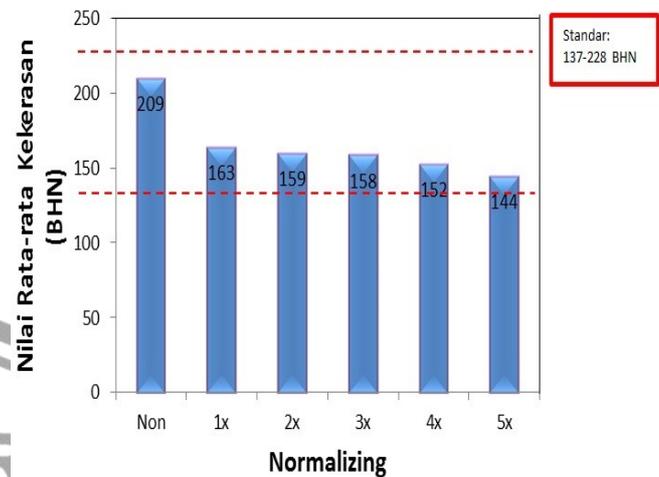


Gambar 1. Pemotongan Y-Block

Hasil Dan Pembahasan

A. Hasil Pengujian Kekerasan

Variasi pengulangan yang dilakukan terlihat pengaruhnya terhadap nilai kekerasan seperti pada Gambar 2.



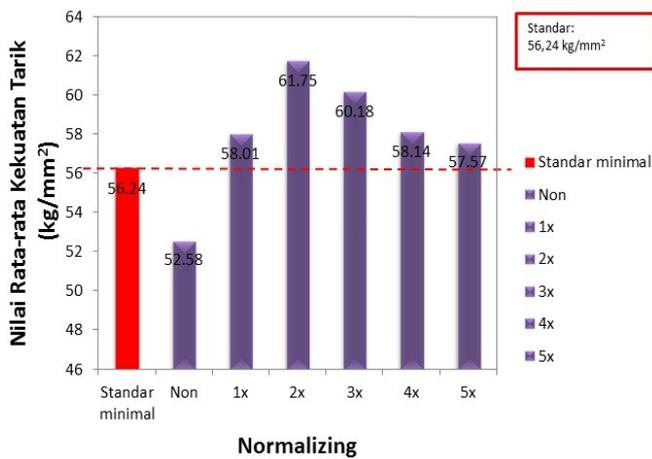
Gambar 2. Grafik nilai kekerasan (BHN) pada baja AAR Grade B+

Besarnya nilai kekerasan menurut standar AAR adalah antara 137-228 BHN [6]. Dari Gambar 2 dapat dilihat nilai kekerasan pada spesimen tanpa *normalizing* adalah 209 BHN, 1x *normalizing* adalah 163 BHN, 2x *normalizing* adalah 159 BHN, 3x *normalizing* adalah 158 BHN, 4x *normalizing* adalah 152 BHN, dan 5x *normalizing* adalah 144 BHN. Dari data diatas bahwa terjadi penurunan nilai kekerasan. Pada 1x *normalizing* terjadi penurunan sebanyak 22,01% dari kekerasan pada spesimen tanpa *normalizing*. Pada 2x *normalizing* terjadi penurunan sebanyak 2,45% dari kekerasan pada 1x *normalizing*. Pada 3x *normalizing* terjadi penurunan sebanyak 0,62% dari kekerasan pada 2x *normalizing*. Pada 4x *normalizing* terjadi penurunan sebanyak 3,79% dari kekerasan pada 3x *normalizing*. Pada 5x *normalizing* terjadi penurunan sebanyak 5,26% dari kekerasan pada 4x *normalizing*.

Jika waktu tahannya ditambah, harga kekerasan baja menurun yang dipengaruhi oleh masukan panas yang tinggi akibat waktu penahanan temperatur yang lama sehingga pertumbuhan butir menjadi besar [1]. Pada penelitian ini, pengulangan *heat treatment normalizing* juga mempengaruhi penurunan pada sifat kekerasan baja. Sehingga pemberian panas secara berulang dapat mengakibatkan material menjadi lebih lunak.

B. Hasil Pengujian Tarik

Dari perlakuan yang diberikan yaitu variasi pengulangan *normalizing* 1x, 2x, 3x, 4x, dan 5x dapat dilihat pengaruhnya terhadap kekuatan tarik dari material baja AAR M201 Grade B+ yang dihasilkan. Pada Gambar 3 kekuatan tarik, dapat dilihat bahwa dari 5x pengulangan *normalizing*, nilai kekuatan tarik tertinggi didapat pada 2x *normalizing* dan setelahnya terjadi penurunan sebanyak 6,76%.



Gambar 3. Diagram kekuatan uji tarik pada baja AAR Grade B+

Nilai rata-rata kekuatan tarik maksimal pada 1x *normalizing* adalah 58,01 kg/mm² dengan beban maksimal rata-rata 7116,67 kg. Nilai rata-rata *yield* pada *normalizing* 1x sebesar 37,90 kg/mm² dengan beban *yield* rata-rata sebesar 4650 kg. Sedangkan nilai persentase *elongation* sebesar 32,1% dan *reduction of area* 60,38%.

Nilai rata-rata kekuatan tarik maksimal pada 2x *normalizing* adalah 61,75 kg/mm² dengan beban maksimal rata-rata 7533,33 kg. Nilai kekuatan tarik pada *normalizing* 2x ini mengalami peningkatan sebesar 6,44% dari *normalizing* 1x. Sedangkan rata-rata *yield* pada *normalizing* 2x sebesar 43,44 kg/mm² dengan beban *yield* rata-rata sebesar 5300 kg. Dan nilai persentase *elongation* sebesar 30,6% dan *reduction of area* 59,84%.

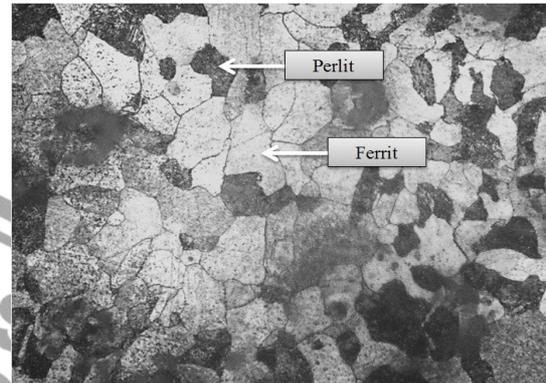
Nilai rata-rata kekuatan tarik maksimal pada 3x *normalizing* adalah 60,18 kg/mm² dengan beban maksimal rata-rata 7383,3 kg. Nilai kekuatan tarik tersebut mulai mengalami penurunan dari perlakuan sebelumnya yaitu 2,54%. Sedangkan rata-rata *yield* pada *normalizing* 3x sebesar 42,52 kg/mm² dengan beban *yield* rata-rata sebesar 5216,67 kg. Dan nilai persentase *elongation* sebesar 30,8% dan *reduction of area* 60,39%.

Nilai rata-rata kekuatan tarik maksimal pada 4x *normalizing* adalah 58,14 kg/mm² dengan beban maksimal rata-rata 7316,67 kg. Nilai kekuatan tarik ini mengalami penurunan sebanyak 3,38% dari perlakuan sebelumnya. Sedangkan rata-rata *yield* pada *normalizing* 4x sebesar 41,03 kg/mm² dengan beban *yield* rata-rata sebesar 5166,67 kg. Dan nilai persentase *elongation* sebesar 31% dan *reduction of area* 60,76%.

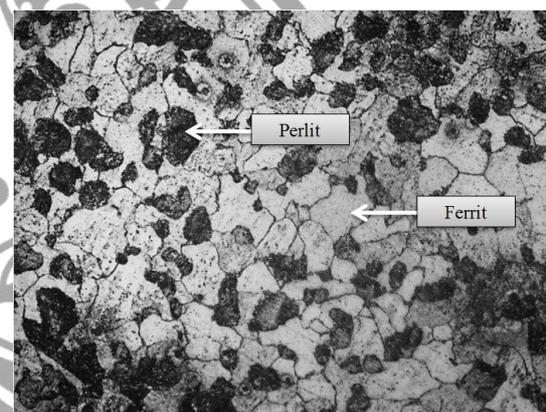
Nilai rata-rata kekuatan tarik maksimal pada 5x *normalizing* adalah 57,57 kg/mm² dengan beban maksimal rata-rata 7100 kg. Nilai kekuatan tarik ini mengalami penurunan sebanyak 0,98% dari perlakuan *normalizing* sebelumnya. Sedangkan rata-rata *yield* pada *normalizing* 5x sebesar 37,98 kg/mm² dengan beban *yield* rata-rata sebesar 4800 kg. Dan nilai persentase *elongation* sebesar 32,3% dan *reduction of area* 60,94%.

C. Hasil Pengujian Struktur Mikro

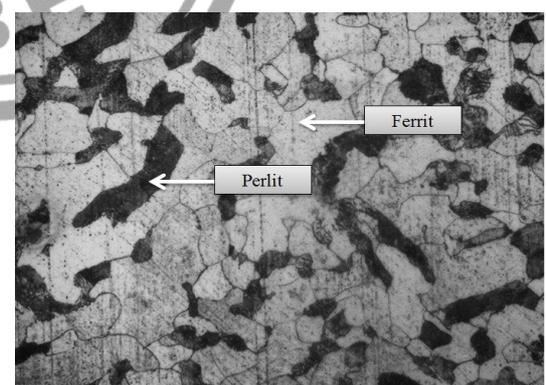
Pengambilan foto mikro pada spesimen menggunakan mikroskop untuk menampilkan gambaran yang lebih jelas mengenai fenomena-fenomena fasa yang terjadi pada spesimen. Pada penelitian ini pengamatan dilakukan dengan perbesaran 500X. Dari gambar dibawah dapat terlihat bahwa fasa yang terjadi adalah fasa ferrit (berwarna terang) dan fasa perlit (berwarna gelap). Perubahan struktur mikro pada proses pengulangan *heat treatment normalizing* tidak terlepas dari panas temperatur yang yang diberikan selama proses *normalizing*.



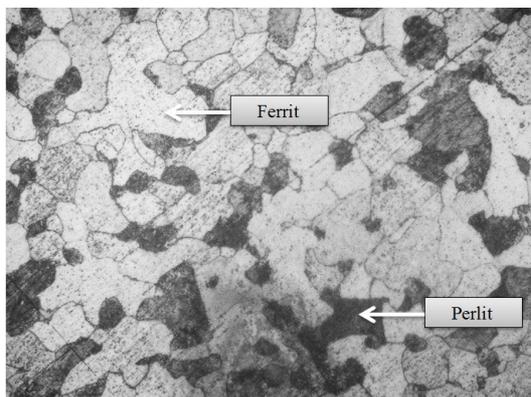
Gambar 4. Foto struktur mikro pada variasi 1x *normalizing*



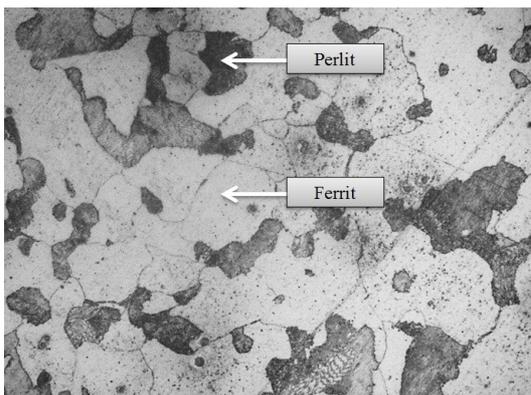
Gambar 5. Foto struktur mikro pada variasi 2x *normalizing*



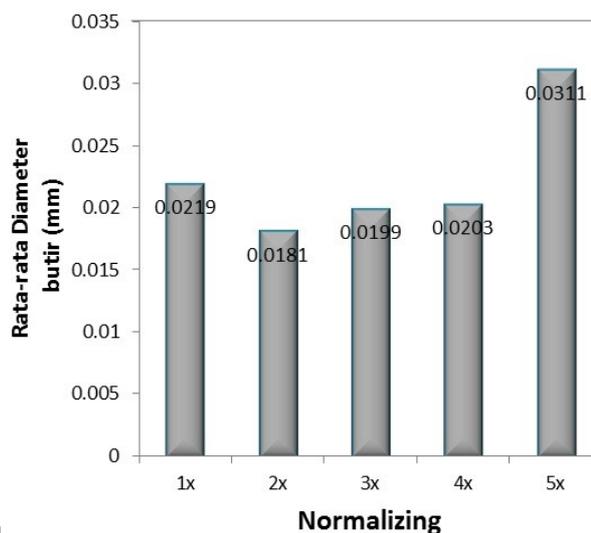
Gambar 6. Foto struktur mikro pada variasi 3x *normalizing*



Gambar 7. Foto struktur mikro pada variasi 4x normalizing



Gambar 8. Foto struktur mikro pada variasi 5x normalizing



Gambar 10. Grafik hubungan antara diameter butir dengan banyaknya pengulangan normalizing

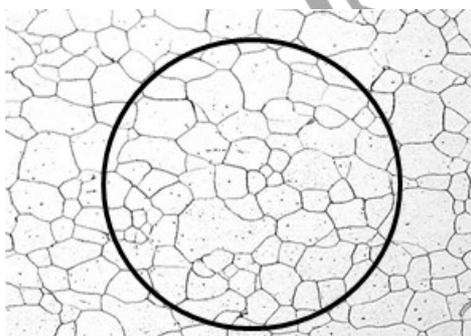
Pada Gambar 10 terlihat bahwa nilai rata-rata diameter butir pada 1x normalizing adalah 0,0219 mm, nilai rata-rata diameter butir pada 2x normalizing adalah 0,0181 mm, nilai rata-rata diameter butir pada 3x normalizing adalah 0,0199 mm, nilai rata-rata diameter butir pada 4x normalizing adalah 0,0203 mm, nilai rata-rata diameter butir pada 5x normalizing adalah 0,0311 mm.

Dari hasil tersebut menyimpulkan bahwa nilai rata-rata diameter butir terkecil terdapat pada 2x normalizing, dan setelahnya terjadi pertumbuhan butir yang dapat menyebabkan nilai kekuatannya menurun. Struktur butir yang kecil memiliki kemampuan menahan distorsi lebih baik dibanding struktur butir yang besar. Dikarenakan struktur butir yang kecil memiliki area batas butir total yang lebih besar [8].

D. Hasil Metode Plannimetric(Jeffries)

Metode Planimetric (Jeffries) yang telah digunakan cukup lama dan sederhana untuk menentukan jumlah butir, rata-rata luas butir, dan rata-rata diameter butir. Data yang dibutuhkan dalam perhitungan awal metode ini adalah dengan rumus pembesaran struktur mikro [7].

Cara penggunaan metode ini menggambarkan sebuah lingkaran pada struktur mikro yang akan dianalisa. Persamaan-persamaan yang berhubungan dengan perhitungan ukuran butir menggunakan metode Plannimetric tersebut dapat dilihat pada hand book [7].



Gambar 9. Foto struktur mikro untuk menghitung diameter butir dengan metode Plannimetric (Jeffries)

Hasil dari perhitungan Plannimetric didapat pada Gambar 10.

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

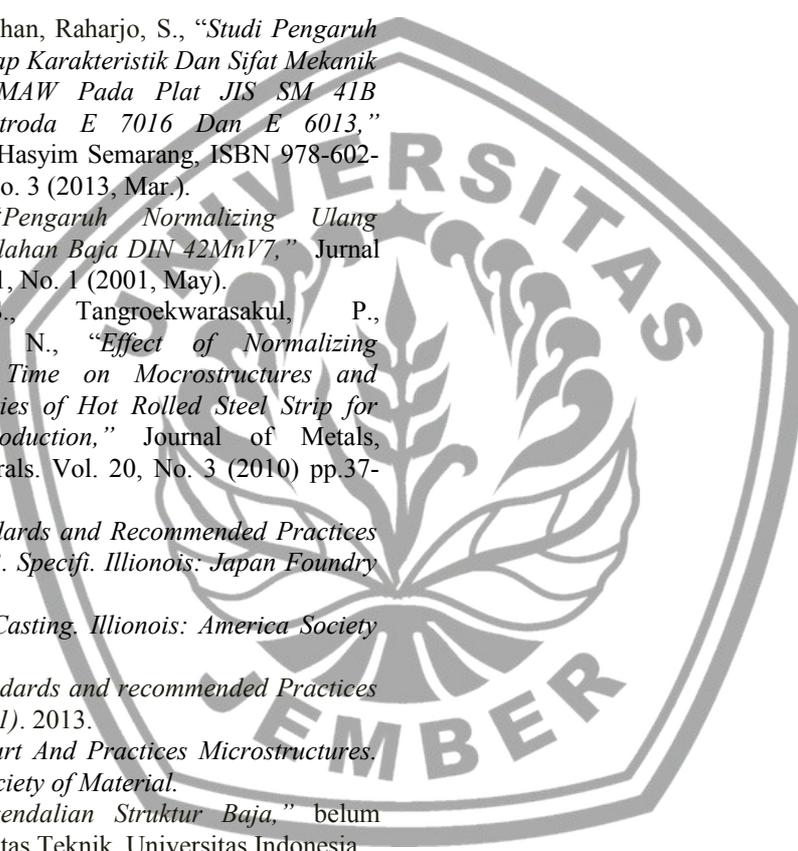
1. Pada baja AAR Grade B+ memberikan pengaruh penurunan nilai kekerasan pada normalizing 1x hingga 5x sebanyak 11,65%.
2. Pada baja AAR Grade B+ terjadi penurunan pada kekuatan tariknya setelah normalizing 2x sebanyak 6,76%.
3. Setelah 2 kali normalizing pada baja AAR Grade B+ dapat mengakibatkan batas butir mengecil dan struktur butir membesar, pada 1x normalizing rata-rata diameter butir 0,0219 mm, pada 2x normalizing rata-rata diameter butir 0,0181 mm, pada 3x normalizing rata-rata diameter butir 0,0199 mm, pada 4x normalizing rata-rata diameter butir 0,0203 mm, pada 5x normalizing rata-rata diameter butir 0,0311 mm.
4. Dari kelima pengulangan perlakuan panas normalizing pada baja AAR Grade B+ dengan temperatur 940°C dan waktu penahanan 4 jam, yang menghasilkan kualitas terbaik didapat pada pengulangan 2x

normalizing dengan nilai kekuatan tarik sebesar 61,95 kg/mm², dan nilai kekerasannya sebesar 159 BHN.

Saran

Penambahan pada variasi pengujian seperti kekuatan impak agar kriteria yang didapatkan lebih memenuhi standar AAR. Selain itu, memperbaiki proses penataan spesimen juga perlu diperhatikan pada saat heat treatment normalizing, agar spesimen memperoleh panas yang sama rata.

Daftar Pustaka

- 
- [1] Romdhon, M., Solechan, Raharjo, S., “*Studi Pengaruh Normalizing Terhadap Karakteristik Dan Sifat Mekanik Sambungan Las SMAW Pada Plat JIS SM 41B Menggunakan Elektroda E 7016 Dan E 6013,*” Universitas Wahid Hasyim Semarang, ISBN 978-602-99334-2-0, Vol. 2, No. 3 (2013, Mar.).
- [2] Karokaro, M., “*Pengaruh Normalizing Ulang Terhadap Sifat Kelelahan Baja DIN 42MnV7,*” Jurnal Teknik Mesin. Vol. 1, No. 1 (2001, May).
- [3] Pitakorraras, S., Tangroekwarasakul, P., Chochechaitananan, N., “*Effect of Normalizing Temperature and Time on Mocostructures and mechanical Properties of Hot Rolled Steel Strip for Gas Cylinder Production,*” Journal of Metals, Materials and Minerals. Vol. 20, No. 3 (2010) pp.37-41.
- [4] *JIS Manual of Standards and Recommended Practices Casting Detail. 2013. Specifi. Illionois: Japan Foundry Society.*
- [5] *ASTM. 2000. Steel Casting. Illionois: America Society of Material.*
- [6] *AAR Manual of Standards and recommended Practices Casting Detail (M201). 2013.*
- [7] *ASTM. 2000. Standart And Practices Microstructures. Illionois: America Society of Material.*
- [8] Norman, A., “*Pengendalian Struktur Baja,*” belum dipublikasikan. Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.