

Analisa Pengaruh Variasi Waktu Penahanan Panas Dengan Proses Normalizing Pada Baja ST 41 Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro

Budiman¹, Sutrisno Wibisono², Sudarno³

¹Program Studi Teknik Mesin, Universitas Merdeka Madiun, Jl. Serayu 79, Madiun, 63131

E-mail: mbudi1623@gmail.com

²Program Studi Teknik Mesin, Universitas Merdeka Madiun, Jl. Serayu 79, Madiun, 63131

E-mail: sutrisnowb@yahoo.com

³Program Studi Teknik Mesin, Universitas Merdeka Madiun, Jl. Serayu 79, Madiun, 63131

E-mail: sudarno@unmer-madiun.ac.id

Abstract— The normalizing heat treatment process was carried out on ST 41 steel, a medium carbon type steel at 850°C heating with variations in holding time of 15 minutes, 20 minutes, and 25 minutes with air cooling media. This study determines the hardness and microstructure variations in holding time using air cooling media. The result of this study indicates that the (holding time) factor effect the hardness value, the indentation trace's depth value, and the research specimen's microstructure. The first specimen using a holding time of 15 minutes has a hardness value of 68,25 HRB with an indentation depth of 0,063 mm. The specimen with a holding time of 20 minutes has a hardness value of 70 HRB with an indentation depth of 0,058 mm, and a specimen with a holding time of 25 minutes has a hardness value of 68 HRB with an indentation depth of 0,063 mm. The hardness test result found that the specimens with variations in holding time 25 minutes had a smaller hardness value and a deeper depth than variations in holding time of 15 minutes and 20 minutes. Furthermore, in the microstructure of specimens with a holding time of 25 minutes, the ferrite phase was more dominant than specimens with holding times of 15 minutes and 20 minutes. The phase that appeared at the holding time of 25 minutes was 80,367 % ferrite phase and 19,633 % pearlite phase. So at a holding time of 25 minutes, the ferrite phase is more dominant, so the hardness value of ST 41 steel decreases.

Keywords—: ST 41 steel, holding time, hardness, normalizing, microstructure.

I. PENDAHULUAN

Seiring perkembangan teknologi, baja sering kali digunakan sebagai bahan penunjang kebutuhan manusia. Peranan baja di dunia industri sangat pesat terutama dalam pembuatan komponen atau alat produksi dan komponen otomotif. Oleh karena itu kebutuhan akan perbaikan akan sifat-sifat fisik dan mekanik dari baja akan terus meningkat. Sehingga mendorong peneliti bersaing untuk membuat produk baja ataupun logam yang mempunyai sifat unggul seperti memiliki nilai kekerasan, sifat keuletan, serta ketangguhan yang lebih baik yang nantinya akan dimanfaatkan pada pembuatan alat-alat tertentu.

Proses perlakuan panas memiliki tujuan untuk memperoleh bahan yang memiliki kekuatan keras, lunak, ulet dan menghilangkan tegangan sisa. Perlakuan panas yang dilakukan sering disebut sebagai cara untuk menaikkan kekerasan bahan, sebenarnya dapat digunakan juga untuk mengubah sifat yang berguna atau dengan kepentingan tertentu untuk keperluan pengguna, seperti : menaikkan sifat mudah dibentuk, mengembalikan elastisitas setelah proses *cold work*. Bahkan perlakuan panas bukan hanya mengubah sifat material, tapi juga mampu meningkatkan performa material dengan meningkatnya kekuatan atau karakteristik tertentu dari material yang telah diproses laku panas.

Proses *normalizing* baja merupakan proses pemanasan baja hingga ke fasa *austenite*, dan didinginkan di udara terbuka hingga 27°C. Sehingga menyebabkan struktur dalam material yang awalnya berubah akibat pembebanan, ataupun digunakan pada temperatur tinggi dapat dikembalikan ke struktur yang normal lewat proses *normalizing*. Tujuan dari *normalizing* untuk mengurangi tegangan sisa, memperbaiki sifat mekanik baja serta mengembalikan keuletan baja.

Tambunan dkk, (2019) meneliti tentang analisa kekerasan, dan mikrografi pada baja ST 60 sebagai bahan proses *propeller* setelah proses *normalizing* dilakukan pada pemanasan 850°C dengan variasi waktu penahanan panas (*holding time*) 20 menit dan 40 menit. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa faktor waktu penahanan panas berpengaruh pada uji tarik, spesimen dengan waktu penahanan 20 menit memiliki kekuatan tarik sebesar 633,53 N/mm² dan regangan 24,37%. Sedangkan spesimen dengan waktu penahanan 40 menit memiliki kekuatan tarik sebesar 620,07 N/mm² dan regangan 22,14%. Pada uji puntir, spesimen dengan waktu penahanan 20 menit mempunyai kekuatan puntir

Website : <http://pilar.unmermadiun.ac.id/index.php/pilarteknologi>

sebesar 485,82 Mpa, spesimen dengan waktu penahanan 40 menit mempunyai kekuatan puntir sebesar 474,25 Mpa. Hasil dari uji kekerasan menunjukkan spesimen dengan waktu penahanan 20 menit memiliki nilai kekerasan sebesar 92 HRB dan spesimen dengan waktu penahanan 40 menit memiliki nilai kekerasan sebesar 91 HRB. Pada uji mikrografi, spesimen dengan waktu penahanan 40 menit memiliki fasa *ferrite* yang lebih dominan dibandingkan dengan spesimen dengan waktu penahanan 20 menit.

Sardi dkk, (2018) meneliti pengaruh *normalizing* dengan variasi waktu penahanan panas (*holding time*) baja ST 46 terhadap uji kekerasan, dan uji mikrografi. Proses perlakuan panas *normalizing* dilakukan pada pemanasan 880°C dengan variasi penahanan 20 menit dan 40 menit dengan media pendingin udara. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa faktor penahanan panas (*holding time*) berpengaruh dalam nilai tarik, nilai kekerasan, dan struktur mikrografi. Pada spesimen dengan waktu tahan 20 menit didapat nilai tegangan maksimal 334,61 Mpa, nilai tegangan luluh sebesar 238,09 dan nilai regangan 8,9%. Sedangkan pada spesimen dengan waktu tahan 40 menit didapatkan nilai tegangan maksimal 328,72 Mpa, nilai tegangan luluh sebesar 235,61 dan nilai regangan 31,33%. Pada pengujian kekerasan spesimen dengan waktu tahan 20 menit memiliki nilai kekerasan 76,11 HRB, sedangkan spesimen dengan waktu tahan 40 menit mempunyai nilai kekerasan 70,22 HRB. Dari hasil pengujian tarik dan kekerasan didapatkan bahwa spesimen dengan variasi waktu tahan 20 menit memiliki tegangan maksimal lebih besar dari pada variasi penahanan waktu tahan 40 menit. Pada perlakuan panas *normalizing* dengan variasi waktu tahan 40 menit struktur mikrografinya menunjukkan fasa *ferrite* lebih dominan, dibandingkan variasi waktu tahan 20 menit.

II. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini pembuatan spesimen dilakukan di Laboratorium uji logam Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Merdeka Malang Jl. Terusan Raya Dieng No, 62-64 Malang.

A. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah :

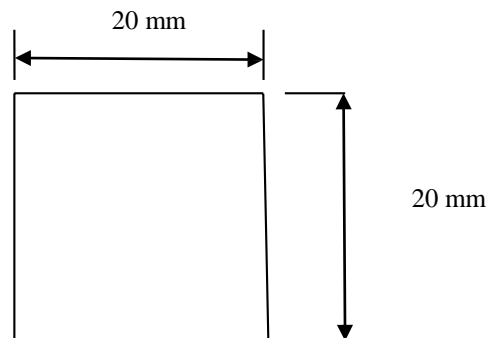
1. Dapur pemanas elektrik
2. Jangka sorong
3. Mesin uji *rockwell* standart ASTM E18
4. Mikroskop logam dengan pembesaran 550x standart ASTM E112-10

Bahan yang digunakan adalah :

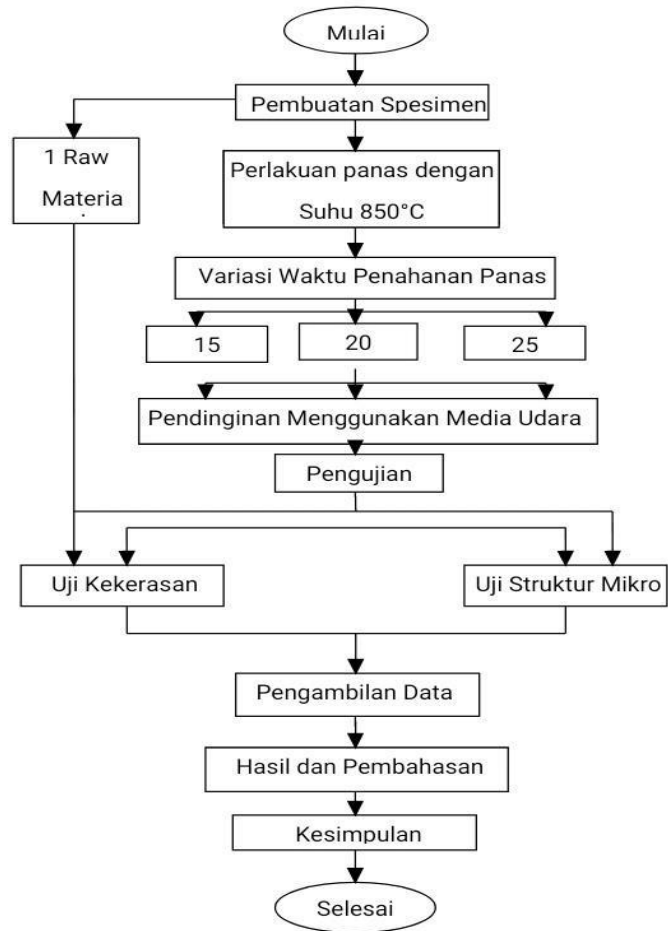
1. Baja Karbon ST 41
2. Ampelas dengan grade 200 sampai 1500
3. Autosol

B. Spesimen

Dimensi spesimen adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Dimensi Spesimen Uji Kekerasan dan Struktur Mikro



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A Data Hasil Pengujian

Tabel 1. Hasil Pengujian Kekerasan

No.	Waktu Tahan (t)	Beban Mayor (kg)	Beban Minor (kg)	Indentor	Harga Kekerasan (HRB)
1		100	10	1/6" Ball	103
2	15 menit	100	10	1/6" Ball	68,25
3	20 menit	100	10	1/6" Ball	70
4	25 menit	100	10	1/6" Ball	68

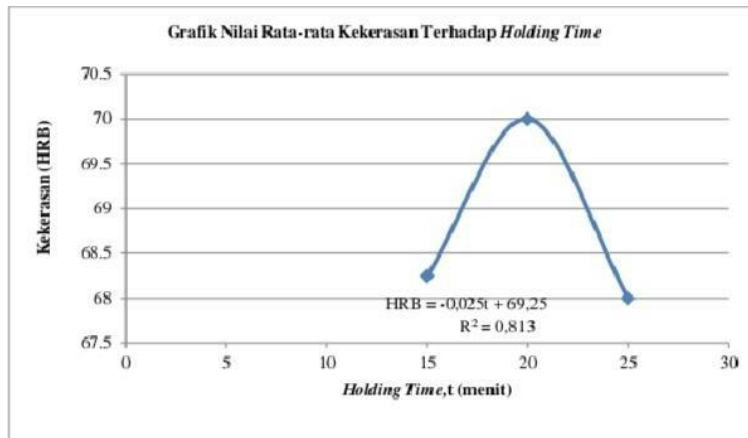
Tabel 2. Hasil Perbandingan Kedalaman dan Diameter

No.	Waktu Penahanan	Perhitungan Gambar		Perhitungan Data	
		Kedalaman (mm)	Diameter (mm)	Kedalaman (mm)	Diameter (mm)
1		0,006	0,18	0,006	0,18
		0,004	0,18	0,004	0,18
		0,007	0,19	0,008	0,19
		0,007	0,19	0,008	0,19
2	15 menit	0,062	0,23	0,060	0,23
		0,062	0,23	0,064	0,23
		0,062	0,22	0,064	0,22
		0,068	0,22	0,066	0,22
3	20 menit	0,062	0,24	0,060	0,24
		0,062	0,23	0,060	0,23
		0,060	0,23	0,056	0,23
		0,060	0,23	0,058	0,23
4	25 menit	0,062	0,24	0,064	0,24
		0,062	0,23	0,060	0,23
		0,062	0,23	0,064	0,23
		0,062	0,23	0,064	0,23

Tabel 3. Data hasil Perhitungan Persentasi

No.	Variasi Holding Time	Persentasi Ferrite %	Persentasi Pearlite %
1	15 menit	73,13	26,870
2	20 menit	79,932	20,068
3	25 menit	80,367	19,633

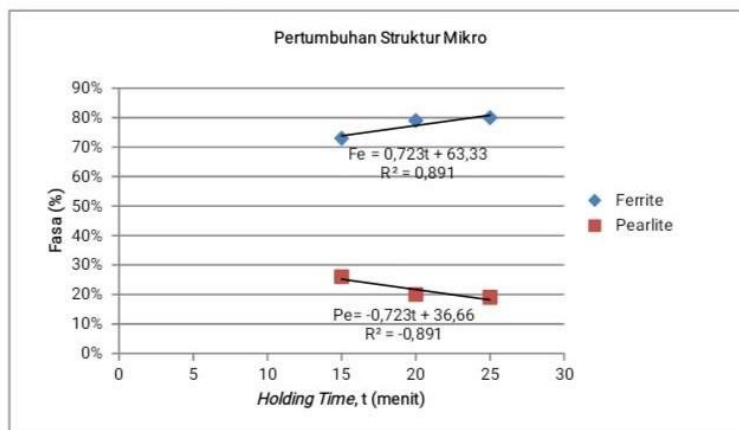
A. Pembahasan



Gambar 3. Grafik Nilai Rata-rata Kekerasan

Berdasarkan grafik gambar 3, dapat diketahui bahwa nilai kekerasan baja ST 41 dengan variasi *holding time* 15 menit memiliki nilai rata-rata sebesar 68,25 HRB, *holding time* 20 menit memiliki nilai rata-rata sebesar 70 HRB dan *holding time* 25 menit memiliki nilai rata-rata sebesar 68 HRB.

Dapat disimpulkan bahwa semakin lama spesimen mengalami proses *normalizing* maka semakin berkurang nilai kekerasannya. Perbedaan nilai tersebut diakibatkan oleh pengaruh lama waktu spesimen mengalami perlakuan panas sehingga menyebabkan nilai kekerasan menjadi menurun. Selain itu, lama waktu perlakuan panas juga menyebabkan struktur mikro spesimen menjadi berubah.



Gambar 4. Grafik Pertumbuhan Butir Fasa Baja ST 41

Berdasarkan grafik gambar 4, persentasi pertumbuhan butir fasa struktur mikro baja ST 41 yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Proses perlakuan panas (*heat treatment*) akan mengubah struktur mikro pada material.
2. Baja ST 41 perlakuan panas *normalizing fasa ferrite* terkecil *holding time* 15 menit sebesar 73,13 %, dan *fasa pearlite* terkecil terdapat pada *holding time* 25 menit sebesar 19,633 %. Sedangkan *fasa ferrite* terbesar pada *holding time* 25 menit sebesar 80,367 %, dan *fasa pearlite* terbesar pada *holding time* 15 menit 26,870.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Setelah dilakukan analisis hasil pengujian kekerasan, kedalaman, dan struktur mikro baja ST 41 dengan variasi waktu penahanan panas 15 menit, 20 menit dan 25 menit yang dilakukan di laboratorium uji logam Universitas Merdeka Malang, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

Dengan bertambahnya waktu penahanan panas kekerasan baja ST 41 menurun. Semakin lama waktu penahanan panas pertumbuhan *fasa ferrite* semakin bertambah di ikuti *fasa pearlite* yang semakin menurun.

Saran yang dapat diberikan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Apabila ingin melakukan penelitian tentang pengujian material sebaiknya variasi waktu penahanan panas dipertinggi lagi sehingga bisa memperbaharui peneliti sebelumnya.
2. Apabila ingin melakukan penelitian tentang pengujian material sebaiknya untuk spesimen uji diperbanyak sehingga data yang didapatkan lebih valid.
3. Apabila ingin melakukan penelitian tentang pengujian material sebaiknya dilakukan pemeriksaan spesimen terlebih dahulu apakah spesimen memiliki cacat material akibat pembuatan spesimen di mesin bubut.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM Standard E18 – 97a. *Standar Test Methods For Rockwell Hardness and Rockwell Superficial Hardness Of Metallic Materials*. ASTM International. United States Of America. Page 1 – 14.
- ASTM Standard Test Methods For Determining Average Grain Size. ASTM International United States Of America. Page 1 – 26.
- Callister William D. Jr. 2007. *Materials Science and Engineering*. New York : The University of Utah. Adobe PDF eBook.
- F. Tambunan Willson, Untung Budiarto, Ari Wibawa Budi Santosa. 2019. “Analisis Kekuatan Tarik, Kekuatan Puntir, Kekerasan, dan Mikrografi Baja ST 60 Sebagai Bahan *Propeller* Setelah Proses *Normalizing* dengan Variasi Waktu Penahanan Panas (*Holding Time*)”. *Jurnal Teknik Perkapalan*, Vol. 7, No.2, April 2019.
- Gary Marhaindra dan Sutyoko. 2014. “Perubahan Sifat Mekanik Material Karena Perbedaan Konsentrasi Larutan Garam NaCl Pada Proses *Quenching*” *Jurnal Foundry*, Vol. 4, No. 1, April

2014.

- Andoyo Yopi. 2015. "Pengaruh *Quenching* dan *Tempering* Pada Baja S45C Terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro *Crankshaft*". *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, Vol. 3, No.2, Agustus 2015.
- Joko Purnomo Dwi, Sarjito Jokosisworo, Untung Budiarto. 2019. "Analisa Pengaruh *Holding Time Tempering* Terhadap Kekerasan, Keuletan, Ketangguhan, dan Struktur Mikro Pada Baja ST 70". *Jurnal Teknik Perkapalan*, Vol. 7, No. 1, Januari 2019.
- Jokosisworo Sarjito. 2018. "Pengaruh *Normalizing* Dengan Variasi Waktu Penahanan Panas (*Holding Time*) Terhadap Sifat Mekanik Baja ST 46". *Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Kelautan*, Vol. 15, No. 2, Juni 2018.
- Mizhar dan Suherman. 2011." Pengaruh perbedaan Kondisi *Tempering* Terhadap Struktur Mikro Dan Baja AISI 4140". *Jurnal Dinamis*, Vol. 2, No. 8, Januari 2011.
- Nofri Media, Acang Taryana. 2017. "Analisis Mekanik Baja SKD 61 Dengan Baja ST 41 Dilakukan *Hardening* Dengan Variasi Temperatur". *Jurnal Bina Teknika*, Vol. 13, No. 2, 2017.
- Nugroho Stevanus Arie, Totok Yulianto, Septia Hardi Sujiatanti. 2017. "Analisis Pengaruh *Cooling Rate* pada Material ASTM A36 Akibat Kebakaran Kapal Terhadap Nilai Kekuatan, Kekerasan dan Struktur Mikronya". *Jurnal Teknik ITS*, Vol. 6, No. 1, 2017.
- Sardi Vicky Bhaskara, Sarjito Jokosisworo, Hatono Yudo. 2018. "Pengaruh *Normalizing* dengan Variasi Waktu Penahanan Panas (*Holding Time*) Baja ST 46 terhadap Uji Kekerasan, Uji Tarik, dan Uji Mikrografi". *Jurnal Teknik Perkapalan*, Vol. 6, No. 1, Januari 2018.
- Suhardan dan R. Kohar. 2019. "Pengaruh Variasi Temperatur *Normalizing* Terhadap Besar Butir Dan Kekerasan Material Baja Karbon AISI 1035". *Jurnal Teknik Mesin*, Vol. 2, No. 2, Desember 2019.
- Team Dosen KBK Teknik Material. 2014. *Buku Panduan Praktikum Uji Logam*. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Merdeka Malang.
- Widodo Edi, Miftahul Huda. 2016. "Optimasi *Holding Time* Untuk Mendapatkan Kekerasan Baja S 45 C". *Jurnal R.E.M* ,Vol. 1, No.1, 2016.