



PENGARUH VARIASI TEMPERATUR NORMALIZING TERHADAP BESAR BUTIR DAN KEKERASAN MATERIAL BAJA KARBON AISI 1035

Suhardan^{1*)}, R. Kohar²

^{1,2} Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tridinanti Palembang, Indonesia

^{*)}Email: Suhardan@yahoo.com

INFORMASI ARTIKEL

Submitted:
03/12/2019

Revised:
24/01/2020

Accepted:
29/01/2020

Online-Published:
31/01/2020

ABSTRAK

Sifat mekanik baja tidak hanya dipengaruhi oleh komposisi kimia bahan, tetapi juga dipengaruhi oleh struktur mikro. Struktur mikro dapat dirubah dengan melakukan dengan perlakuan panas, dalam hal ini menggunakan metoda normalizing. Proses ini bisa memanipulas struktur mikro maupun besar butir. Untuk mengetahui pengaruh temperatur normalizing, baja karbon AISI 1035 diberi perlakuan berupa normalizing dengan variasi temperature dari 820 sampai 880 °C. Hasil analisa struktur mikro menunjukkan struktur mikro yang sama pada semua sampel. Hal ini dikarenkna semua sampel diperlakukan dengan proses normalizing. Namun variasi temperatur pada proses Normalizing menyebabkan terjadinya perbedaan ukuran besar butir. Meningkatnya temperatur normalizing menyebabkan meningkatnya ukuran butir. Pengaruh ukuran butir terhadap sifat mekanik diukur dengan menguji kekerasan dengan metode Rockwell. Berdasarkan hasil pengukuran, semakin besar ukuran butir menyebabkan semakin besarnya kekerasan bahan.

Katakunci: Sifat Mekanik, Struktur Mikro, Normalizing, Besar Butir

ABSTRACT

Mechanical properties of steel do not only depend to its chemical composition but also its micro structure. This mechanical property can be modified with heat treatment processes, one of them is by using normalizing method. This process is able to manipulate both micro structure and particle size. In order to investigate the influence of Normalizing temperature, An AISI 1035 steel is treated by Normalizing with various temperatures from 820 to 880 °C. Since each sample is treated by same method, the microstructure of each sample is also similar. In addition the difference variation of normalizing temperature among each sample causes the variation of grain size. The increasing of temperature Normalizing causes the increasing of its grain size. The influence of of grain size is investigated by doing Rockwell Hardness Test. Based on the result, steel which has bigger grain size has higher hardness property.

© 2019 The Authors. Published by
Turbulen: Jurnal Teknik Mesin

doi:<http://dx.doi.org/10.36767%2Fturbulen.v2i2.550>

Keywords: : Mechanical Characteristics, Micro Structure, Normalizing, Grain Size

1. PENDAHULUAN

Perlakuan Panas atau *Heat Treatment* adalah suatu proses pemanasan dan pendinginan yang terkontrol dengan tujuan untuk mengubah sifat-sifat tertentu yang diinginkan pada batas kemampuannya. Sifat mekanik tidak hanya tergantung pada komposisi kimia suatu paduan tetapi juga tergantung pada struktur mikro dan besar butir yang terjadi.

Struktur mikro dapat menentukan sifat mekanik, dan perubahan struktur mikro bisa dihasilkan dari perlakuan panas (Sidney H Avner, 1987).

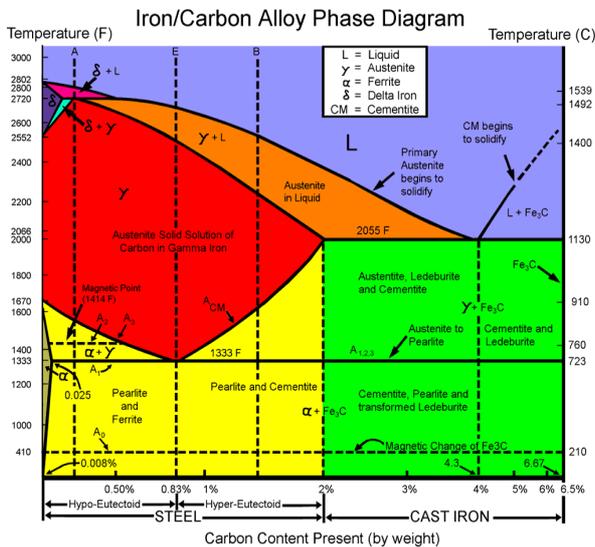
Proses perlakuan panas sangat menentukan sifat dari suatu produk logam, proses perlakuan panas tidak dapat berdiri sendiri. Harus dipandang sebagai bagian dari suatu rangkaian proses produksi. Proses perlakuan panas yang sama mungkin akan menghasilkan sifat yang berbeda bila proses

pengerjaan sebelumnya atau sesudahnya juga berbeda. Proses perlakuan panas umumnya akan melibatkan transformasi atau dekomposisi austenite. Struktur dan bentuk dari hasil transformasi austenit inilah yang akan menentukan sifat fisik dan sifat mekanik baja yang mengalami proses perlakuan panas itu (Karl-Erik Theelning, 1987).

Proses perlakuan panas pada dasarnya terdiri dari beberapa tahapan dimulai dengan pemanasan sampai temperatur austenit lalu diikuti dengan penahanan pada temperatur tersebut beberapa saat untuk mendapatkan austenit yang homogen, baru kemudian dilakukan pendinginan dengan kecepatan tertentu

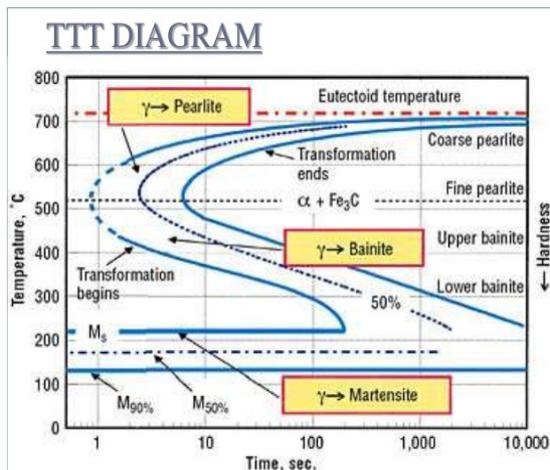
1.1 Dasar – dasar yang berhubungan dengan Perlakuan Panas (Heat Treatment)

1. Diagram Fasa (ASTM,1973)



Gambar 1. Diagram Fasa Fe + Fe₃C

2. Diagram TTT (Time Temperature Transformation) (USS, 1951)



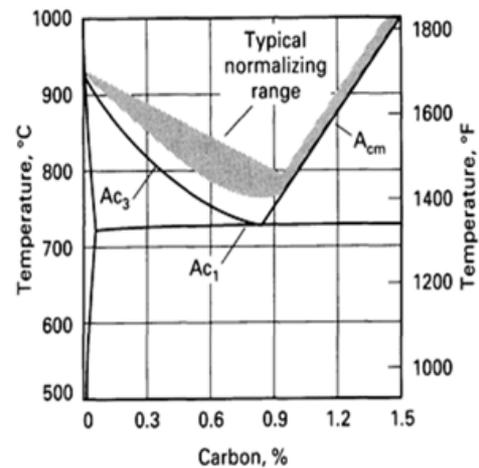
Gambar 2. Diagram TTT Baja Karbon Menengah

3. Metode Heat Treatment

Heat treatment merupakan metode yang dapat digunakan untuk merubah sifat mekanik material. Salah satu sifat mekanik yang berubah akibat perlakuan panas adalah kekerasan suatu bahan (AT Prakoso dkk, 2018). Secara umum metode yang sering dilakukan adalah sebagai berikut:

- Annealing
- Normalising
- Hardening
- Tempering

Pada penelitian kali ini difokuskan pada metode perlakuan panas normalizing. Normalizing merupakan proses perlakuan panas yang sering dilakukan terhadap logam dalam proses pembuatan suatu produk. Normalizing dilakukan dengan memanaskan logam sampai temperatur austenit ditahan pada temperatur tersebut agar homogen, dan kemudian didinginkan perlahan di udara terbuka. Proses normalizing dilakukan di atas temperatur kritis; untuk baja hypo 50 °C di atas A₃ dan untuk baja hiper 25-50 °C di atas A₁. Pada temperatur 55 °C di atas upper critical line pada diagram fasa Fe – Fe₃C, seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Temperatur Proses Normalizing

Pada proses Normalizing baja hypoeutectoid, pemanasan dilakukan pada temperatur di atas garis Ac₃. Sedangkan untuk baja hypereutectoid pemanasan dilakukan pada temperature di atas garis A_{cm}. Proses pemanasan ini harus dilakukan pada fasa austenit dengan struktur kristal FCC secara homogen dan dilanjutkan dengan proses pendinginan yang benar.

Tujuan dari proses normalizing sangat bervariasi. Normalizing dapat meningkatkan atau menurunkan kekuatan dan kekerasan dari pada baja, bergantung pada perlakuan panas dan sifat mekanik dari baja sebelum dilakukan proses normalizing. Tetapi secara

umum tujuan dari proses normalizing adalah untuk meningkatkan mampu mesin (*machinability*), *grain-structure refinement*, homogenisasi, dan mengatur atau memodifikasi residual stress yang ada pada baja. Manfaat Normalizing:

- a. Untuk menghilangkan struktur berbutir kasar pada baja.
- b. Menghaluskan ukuran pearlit dan ferrit.

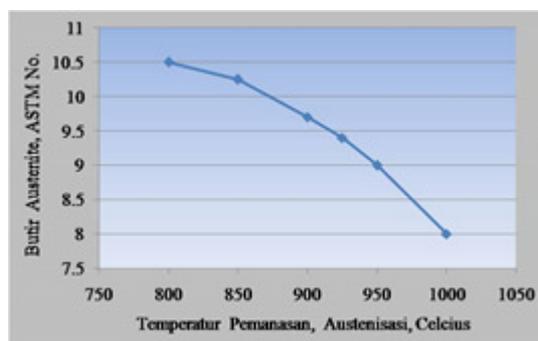
4. Besar Butir

Butir adalah kristal yang memiliki orientasi (arah) yang sama (George, 1984). Besar butir tergantung pada laju pendinginan. Pada pendinginan lambat menghasilkan butir yang kasar sedangkan pada pendinginan cepat akan menghasilkan butir yang halus. Logam dengan butiran yang halus umumnya memiliki kekuatan dan keuletan yang lebih baik dibandingkan dengan logam berbutir kasar (Suhardan, 2006). Hal ini disebabkan karena pada proses deformasi, logam berbutir halus mempunyai hambatan slip yang lebih besar.

Batas butir dapat mengakibatkan terhambatnya aliran panas. Sehingga material dengan butir yang kasar dan dengan densitas batas butir yang lebih kecil memiliki daya hantar panas yang lebih baik. Selanjutnya sifat ini menyebabkan material dengan ukuran butir yang lebih besar lebih mudah di dalam proses permesinan (Liu, Zhang, Zhang, & Zhang, 2017).

5. Pengaruh Temperatur Austenit Terhadap Besar Butir

Selama proses austenisasi, struktur mikro akan berubah baik fasa maupun bentuk atau ukuran butir. Struktur mikro logam baja akan berubah oleh tingginya temperatur dan lamanya waktu penahanan atau holding time (Sidney H Avner, 1987). Perubahan besar butir dapat dilihat pada gambar di bawah .



Gambar 4. Pengaruh Temperatur Austenit Terhadap Besar Butir Baja Karbon 0,35%

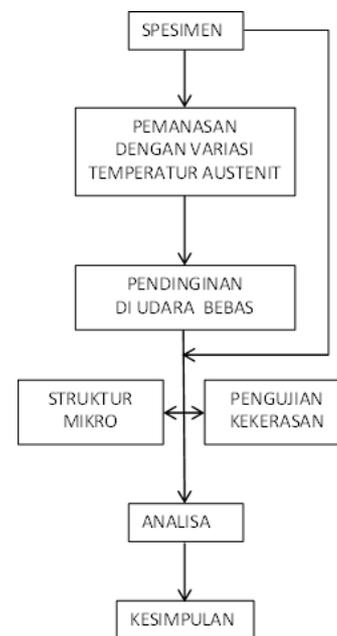
Pada temperatur yang lebih tinggi butir austenit menjadi lebih besar. Pada temperatur 850 °C energi panas sudah mampu merubah butir-butir menjadi lebih relatif besar, pada temperatur ini butir austenit relatif seragam. Pada temperatur sekitar 1000°C, butir austenit tumbuh dengan menelan tetangganya. Kondisi ini mengakibatkan ukuran butir menjadi tidak homogen. Perbedaan struktur ini tentu nya dapat memicu perbedaan sifat akhir dari bahan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Benda Uji yang digunakan adalah baja karbon menengah dengan kandungan karbon antara 0,31 – 0,38 (AISI 1035). Berdasarkan Gambar 1, diagram fasa besi baja daerah pemanasan di daerah austenite baja 1035 adalah antara 815°C – 880°C. Pada penelitian ini, pemanasan dilakukan pada temperature 820°C sampai 880°C. Pengambilan temperature pemanasan ini didasari oleh:

1. Masih masuk rentang temperatur pemanasan yang disarankan menurut diagram fasa
2. Kondisi furnace yang sudah tua
3. Dengan variasi temperatur pemanasan di atas sudah dapat ditari suatu kesimpulan.

Garis besar tahapan pelaksanaan penelitian ini dapat digambarkan seperti gambar 5.



Gambar 5. Diagram Alir Penelitian

2.1 Pengujian Kekerasan.

Pengujian kekerasan adalah kemampuan suatu bahan terhadap beban dalam perubahan yang tetap. Dengan melakukan tekanan pada benda yang diuji maka dapat dianalisis seberapa besar tingkat

kekerasan dari bahan tersebut melalui besarnya beban yang diberikan terhadap luas bidang yang menerima pembebanan tersebut.

2.2 Metode Pengujian Rockwell.

Merupakan salah satu pengujian kekerasan yang mulai banyak digunakan hal ini dikarenakan pengujian kekerasan Rockwell yang sederhana, cepat, tidak memerlukan mikroskop untuk mengukur jejak, dan relatif tidak merusak (Harmer 1972). Pengujian kekerasan Rockwell dilaksanakan dengan cara menekan permukaan spesimen (benda uji) dengan suatu indentor. Penekanan indentor ke dalam benda uji dilakukan dengan menerapkan beban pendahuluan (beban minor), kemudian ditambah dengan beban utama (beban mayor), lalu beban utama dilepaskan sedangkan beban minor masih dipertahankan.

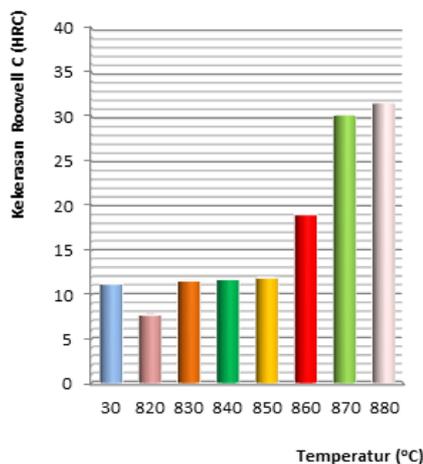
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

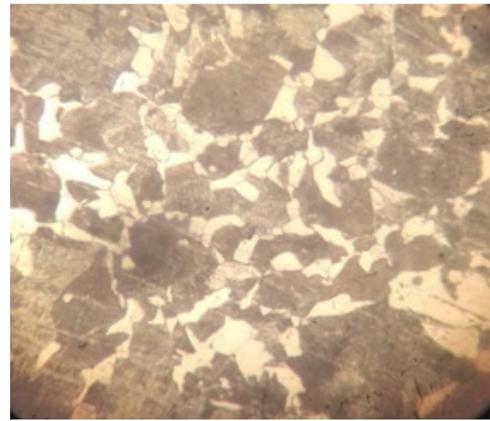
Untuk mempermudah pembacaan data dan membandingkan semua hasil, semua data disajikan dalam bentuk matrix dan grafik. Sebagai pendukung data di atas, gambar struktur mikro masing-masing benda uji juga ditampilkan sehingga analisa yang dilakukan dapat terlihat dengan jelas.

Tabel 1. Hasil Pengujian Kekerasan

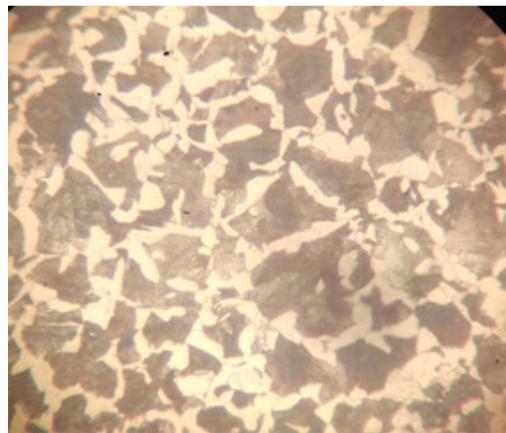
No	Temp.	HRC			Rata-Rata
		1	2	3	
0	-	8,9	11,4	13,4	11,23
1	820	9,4	4,4	9,4	7,73
2	830	13,4	11,4	9,9	11,57
3	840	10,8	12,9	11,5	11,73
4	850	12,4	11,4	11,9	11,90
5	860	18,5	21	17,5	19,00
6	870	28,4	30,4	31,9	30,23
7	880	30,4	30,4	33,9	31,57



Gambar 6. Grafik Hasil Pegujian Kekerasan



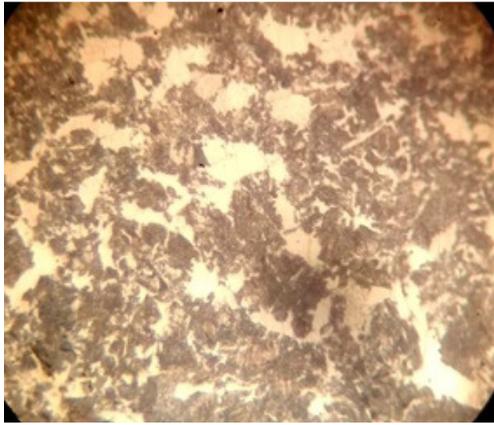
Gambar 7. Struktur mikro benda uji tanpa perlakuan panas (as-received) (Etsa Nital 3 %, Pembesaran 400 x)



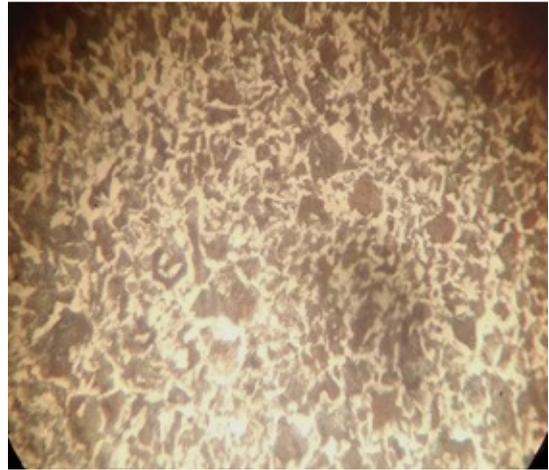
Gambar 8. Struktur mikro baja karbon 0,35 % C yang mendapat perlakuan Normalizing pada temperatur 820 °C selama 15 menit. (Etsa Nital 3 %, Pembesaran 400 x)



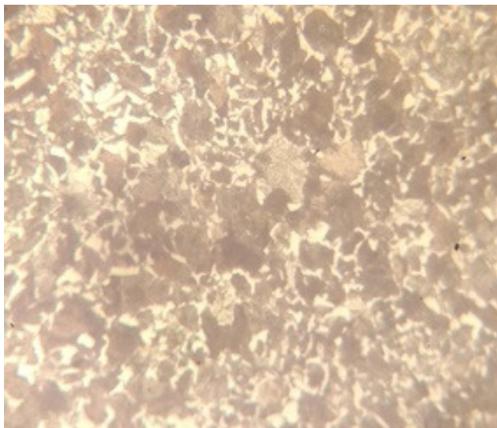
Gambar 9. Struktur mikro baja karbon 0,35 % C yang mendapat perlakuan Normalizing pada temperatur 830 °C selama 15 menit. (Etsa Nital 3 %, Pembesaran 400 x)



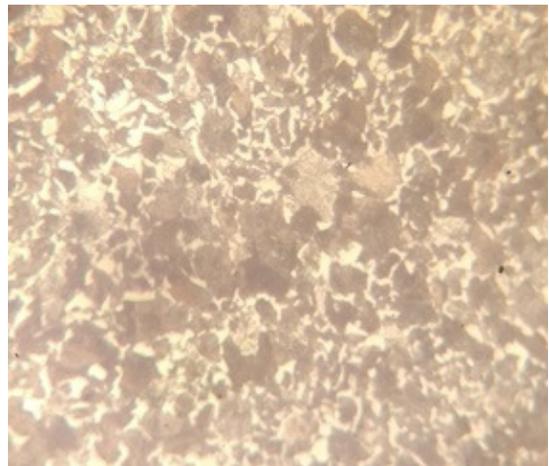
Gambar 10. Struktur mikro baja karbon 0,35 % C yang mendapat perlakuan Normalizing pada temperatur 840 °C selama 15 menit. (Etsa Nital 3 %, Pembesaran 400 x)



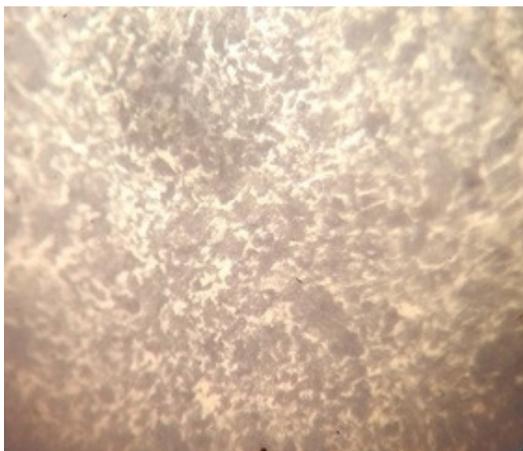
Gambar 13. Struktur mikro baja karbon 0,35 % C yang mendapat perlakuan Normalizing pada temperatur 870 °C selama 15 menit. (Etsa Nital 3 %, Pembesaran 400 x)



Gambar 11. Struktur mikro baja karbon 0,35 % C yang mendapat perlakuan Normalizing pada temperatur 850 °C selama 15 menit. (Etsa Nital 3 %, Pembesaran 400 x)



Gambar 14. Struktur mikro baja karbon 0,35% C yang mendapat perlakuan Normalizing pada temperatur 880 °C selama 15 menit. (Etsa Nital 3 %, Pembesaran 400 x)



Gambar 12. Struktur mikro baja karbon 0,35 % C yang mendapat perlakuan Normalizing pada temperatur 860 °C selama 15 menit. (Etsa Nital 3 %, Pembesaran 400 x)

3.2 Pembahasan

Material uji dipanaskan sampai temperatur 820°C, pada temperatur ini material uji mengalami perubahan fasa dari struktur pearlit menjadi struktur austenite. Selanjutnya material didinginkan mengikuti metoda normalizing dimana material uji didinginkan di udara terbuka. Pengaruh struktur akan terjadi dari austenit menjadi pearlit. Hasil uji kekerasan pada kondisi ini jika dibandingkan dengan hasil uji kekerasan material uji tanpa perlakuan, terlihat adanya penurunan kekerasan. Pengaruh besar butir belum begitu tampak. Penurunan kekerasan ini diakibatkan pembentukan struktur pearlit.

Berdasarkan Gambar 8 sampai 14 dapat dilihat struktur ferrit yang terbentuk lebih banyak dari

struktur pearlit. Pemanasan yang dilakukan pada temperatur 830 °C – 850°C menyebabkan butir mulai tumbuh dari yang halus, halus kasarnya butir akan mempengaruhi kekerasan. Pada posisi ini struktur pearlit yang terbentuk lebih banyak. Kondisi ini menyebabkan naiknya angka kekerasan yang dipengaruhi oleh adanya struktur pearlit.

Pada pemanasan di temperatur 860°C – 880°C, mulai terbentuk butir yang halus dan merata yang mengakibatkan naiknya angka kekerasan. Tetapi pada temperatur 880°C butir mulai membesar, butir yang besar mulai menelan butir yang halus sehingga butir menjadi besar secara merata yang mengakibatkan menurunnya kekerasan. Penurunan kekerasan ini hanya sedikit akibat struktur pearlit yang masih menjaga tingginya angka kekerasan. Pada akhirnya butir menjadi besar seiring dengan naiknya temperatur pemanasan. Semakin besar ukuran butir ini maka semakin besar penurunan kekerasan baja.

4. KESIMPULAN

Untuk menganalisa pengaruh temperature normalizing, penulis telah melakukan pengujian terhadap delapan material uji baja AISI 1035. Tujuh diantaranya diberi perlakuan panas metoda Normalizing dengan temperatur pemanasan 820°C, 830°C, 840°C, 850°C, 860°C, 870°C dan 880°C. Sementara satu material uji tanpa perlakuan.

Hasil akhir setelah diberi perlakuan panas, material uji baik yang diberikan perlakuan panas maupun yang tidak diberikan perlakuan panas, dilakukan pengujian kekerasan menggunakan Rockwell C serta pengujian struktur mikro dengan pembesaran 400 kali. Hasil dapat disimpulkan seperti dibawah ini:

1. Kekerasan akan naik pada saat pemanasan masih didekat garis A3, jika menginginkan kekerasan yang tinggi temperatur pemanasan di daerah austenit jangan terlalu tinggi.
2. Semakin tinggi temperatur pemanasan di daerah austenit, butir akan semakin membesar. Sebagai akibatnya kekerasan akan menurun.

DAFTAR PUSTAKA

- ASM, 1972. Metal Handbook Atlas of Micro Struktur of Industrial Alloys. Ohio: Metal Park.
- ASM, 1973. Metallography, Structure and Phase Diagrams. Ohio: Metal Park.
- Suhardan, 2006. Pengaruh Perlakuan Panas Dengan Berbagai Pendinginan Terhadap Sifat

Mekanik. Palembang: Jurnal Wacana Teknologi Kopertis Wilayah II.

- AT Prakoso, OF Homzah, S Hariadi. Analisa Kegagalan Pada Drill Pipe. Turbulen:Jurnal Teknik Mesin 1(1). Juni 2018. e-ISSN: 2656-0186
- USS, 1951. Atlas of Isothermal Transformation Diagrams. USA, Pittsburg.
- Liu, Q., Zhang, Q., Zhang, M., & Zhang, J. (2017). Effects of grain size of AISI 304 on the machining performances in micro electrical discharge machining. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, 231(2), 359–366.
- Karl-Erik Theelning, 1974. Steel and Its Heat Treatment. Butterworths: Bopor Handbook.
- Harmer E.Davis, 1982. The Testing of Engineering Materials. New York: Mc.Graw-Hill Book Company.
- George F. Vander Voort, 1984. Metallography Principle and Practice. United States Of America: Mc.Graw-Hill Book Company.
- Sidney H. Avner, 1987. Introduction to Physical Metallurgy. Singapore: Mc.Graw-Hill Book Company.