

PENGARUH PENAMBAHAN SERBUK KARBON, ANTRASIT, DAN ARANG KAYU TERHADAP KEKERASAN BAJA AMUTIT DALAM PROSES PERLAKUAN PANAS DENGAN MEDIA PENDINGIN AIR, AIR LAUT, AIR ES DAN OLI

Anggi Leonardo^a

Program Studi Teknik Mesin dan Manufaktur Jurusan Teknik Mesin Polman Babel,
Kawasan Industri Air kantung, Sungailiat, Bangka Belitung, 33211

^{a)} email korespondensi: xxx@yyy.ac.id (Style Email Korespondensi)

ABSTRAK

Didalam dunia industri memiliki banyak permasalahan yang kompleks tentang logam, maka dari itu perlu adanya berbagai variasi perlakuan panas pada logam agar didapatkan produk yang sesuai dengan yang diinginkan. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan data tentang pengaruh perlakuan panas terhadap nilai kekerasan baja Amutit dan pengaruh proses hardening dengan tiga jenis media penambah yaitu serbuk karbon, antrasit, dan arang kayu dengan empat variasi media pendinginan yaitu Air Biasa, Air Laut, Air Es dan Oli. Dengan penelitian ini juga diharapkan dapat bermanfaat dalam bidang industri manufaktur. Tujuan penelitian adalah Mendapatkan nilai kekerasan yang optimum akibat dari proses perlakuan panas dan pendinginan cepat. Material baja amutit K-460/ AISI 01 termasuk dalam klasifikasi tool steel yang digunakan pada industri manufaktur untuk membantu proses produksi seperti alat pemotongan dan sebagai bahan cetakan untuk bahan plastik. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa Baja amutit atau AISI 01 memiliki kekerasan 16.3 HRC tanpa perlakuan. Kekerasan baja amutit ini mampu ditingkatkan melalui perlakuan panas dengan pendinginan cepat. Perlakuan panas yang dilakukan dengan penambahan media karbon aktif lebih keras di bandingkan dengan penambahan media Antrasit dan Media Arang kayu. Kekerasan tertinggi tersebut dipengaruhi oleh bentuk atau dimensi karbon aktif yang lebih halus dibandingkan media lainnya, dimana semakin halus atau kecil dimensi bahan penambah maka akan semakin cepat proses berdifusi terjadi. Dimana Rata-rata kekerasan untuk penambahan media karbon aktif adalah Air Laut (64,13), Air Biasa (63,46), Oli (63,83), dan Air Es (66,2) dengan satuan HRC, sedangkan untuk media Antrasit yaitu Air Laut (58,26), Air Biasa (54,76), Oli (51,8), dan Air Es (55,8) dengan satuan HRC dan media Arang Kayu sebesar Air Laut (58,33), Air Biasa (51,83), Oli (45,8), dan Air Es (58,8) dengan satuan HRC.

Kata kunci : serbuk karbon, baja amutit, kekerasan, pendingin

PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan zaman dan teknologi, penggunaan logam sebagai bahan utama operasional atau sebagai bahan baku produksi industri semakin besar. Baja karbon banyak digunakan terutama untuk membuat alat-alat perkakas, alat-alat pertanian, komponen-komponen otomotif dan kebutuhan rumah tangga. Akibat dari pemakaian, menyebabkan struktur logam akan terkena pengaruh gaya luar berupa tegangan-tegangan gesek sehingga menimbulkan deformasi atau perubahan bentuk. Usaha menjaga agar logam lebih tahan gesekan atau tekanan adalah dengan cara perlakuan panas pada baja (Fariadhie, 2012).

Didalam dunia industri yang memiliki permasalahan yang kompleks perlu adanya berbagai variasi perlakuan panas pada logam agar didapatkan produk yang sesuai dengan yang diinginkan. Perlakuan Panas adalah suatu proses mengubah sifat mekanis logam dengan cara mengubah struktur mikro melalui proses pemanasan dan pengaturan kecepatan pendinginan dengan atau tanpa merubah komposisi kimia logam yang bersangkutan. Tujuan proses perlakuan panas untuk menghasilkan sifat-sifat logam yang diinginkan (Asiri, 2010).

Baja merupakan salah satu jenis logam yang banyak digunakan oleh manusia untuk berbagai keperluan. Adakalanya baja yang akan diproses tidak mempunyai kekerasan yang cukup. Oleh karena itu perlu dilakukan proses lagi yaitu proses *hardening*. Dengan melakukan *Hardening* maka akan didapatkan sifat kekerasan yang lebih tinggi. Semakin tinggi angka kekerasan maka sifat keuletan akan menjadi rendah dan baja akan menjadi getas. Baja yang demikian tidak cukup baik untuk berbagai pemakaian. Oleh karena itu biasanya selalu setelah dilakukan proses pengerasan kemudian segera diikuti dengan *Tempering* (Daryono, 2010).

Akibat proses perlakuan panas ini adalah akan terjadi perubahan mikrostruktur pada logam. *Quenching* pada baja merupakan salah satu dari beberapa proses *hardening* yang bertujuan untuk meningkatkan kekuatan dan kekerasan baja dengan cara memanaskan logam tersebut pada temperatur tertentu, biasanya antara 845°-870°C, kemudian didinginkan secara cepat pada media pendingin untuk mendapatkan struktur martensit. *Quenching* dilakukan untuk mencegah terjadinya pembentukan struktur perlit serta untuk memudahkan pembentukan struktur bainit atau martensit (Afendi, 2009).

Tujuan utama *quenching* adalah meningkatkan kekerasan logam, sedangkan kunci utama dalam proses *quenching* adalah pengaturan laju pendinginan pada logam. Jika laju pendinginan terlalu lambat, logam menjadi lebih getas dan kekerasan akan berkurang. Jika laju pendinginan terlalu cepat, maka akan terjadi distorsi dan retak pada logam. Oleh karena itu, yang menarik dari metode *quenching* adalah bagaimana memilih media pendingin dan tahapan proses yang dilakukan sehingga akan meminimalkan beragam tegangan yang timbul yang dapat mengurangi terjadinya retak dan distorsi serta pada saat yang sama mampu menyediakan laju perpindahan panas yang cukup untuk mendapatkan sifat akhir hasil *quenching* seperti kekerasan (Fedare, 2011).

Terdapat beragam media pendingin yang digunakan dalam dunia industri antara lain : air, larutan/air garam, minyak/oli, polimer encer, dan bak garam. Air dan oli merupakan media pendingin yang paling banyak dipakai untuk mengeraskan baja karena mudah dalam proses pencelupannya. Oli/minyak mempunyai kelebihan diantaranya dapat digunakan pada berbagai temperatur secara efektif. Secara umum, oli/ minyak mempunyai laju pendinginan yang lebih lambat dibandingkan dengan air atau air garam. Oleh karena itu, media pendingin ini dapat memberikan hasil *quenching* dengan distorsi dan retak yang lebih kecil (Asiri, 2010).

Beberapa penelitian telah melakukan penelitian mengenai proses *hardening* dengan pendinginan cepat. (Fitri, 2012) melakukan penelitian tentang komposisi kimia, struktur mikro, *holding time* dan sifat ketangguhan baja karbon medium pada suhu 780°C. Baja diberikan perlakuan panas *pre heating* 600°C dengan waktu tahan 30 menit, *hardening* 780°C diberi waktu tahan 20 dan 40 menit kemudian dilakukan pendinginan cepat dengan menggunakan air. Kesimpulan yang diperoleh laju pendinginan cepat (*quenching*) menghasilkan ukuran dan struktur butir yang halus.

Feriadie, (2012) melakukan penelitian mengenai pengaruh temperatur *hardening* peningkatan sifat mekanis dan struktur mikro *leafspring* Hijet 1000. Sampel diberikan temperatur *hardening* 950°C, 1050°C dan 1100°C dengan waktu tahan 30 menit dan dilakukan pendinginan dengan menggunakan media pendingin air. Hasilnya spesimen dengan pemanasan 950°C dan pendinginan menggunakan air sudah cukup untuk menaikkan kekerasan *leafspring*. Hal ini dikarenakan specimen hasil pemanasan 1050°C dan pendinginan menggunakan air. Hanya mengalami kenaikan 2% dari hasil pemanasan 950°C dan pendinginan menggunakan air. 4 Spesimen hasil pemanasan 1100°C hanya mengalami kenaikan 4% dari specimen hasil pemanasan 950°C dan pendingin air.

Mizhar (2012) mempelajari tentang pengaruh proses *hardening* dan *tempering* terhadap kekerasan dan struktur mikro pada baja karbon sedang jenis SNCM 447. Penelitian ini menggunakan *pre-heating* 500°C dengan waktu tahan 60 menit, dipanasi kembali 900°C dengan waktu tahan 120 menit dan didinginkan dengan oli sae 40 serta air. Proses selanjutnya *tempering* 300°C, 400°C, 500°C selama 60 menit. Struktur mikro yang terbentuk dari media pendinginan

air terlihat lebih kasar sedangkan pada media pendinginan oli struktur mikro yang terbentuk lebih halus. Struktur yang terbentuk pada media pendinginan air dan oli hampir sama hanya pada pendinginan air lebih banyak struktur austenit sisa yang tidak sempat berubah menjadi martensit.

Karmin dan Muchtar Ginting (2012) melakukan penelitian berjudul analisis peningkatan kekerasan baja amutit menggunakan media pendingin dromus. Baja amutit atau baja berkarbon sedang diberikan temperatur *hardening* 800°C dengan waktu tahan 40 menit selanjutnya *quenching* air+dromus oil (10/1, 20/1 dan 30/1), kemudian dilakukan pemanasan kembali atau *tempering* 200°C dengan waktu tahan 60 menit. Kesimpulan hasil penelitian yakni persentase campuran terbaik terhadap peningkatan kekerasan yaitu menggunakan media emulsi dengan rasio 1 bagian dromus oli dengan 30 bagian air.

Motogi dan Bhosle, (2010) melakukan penelitian tentang *effect of heattreatment on microstructures and mechanical properties of spring steel*. Penelitian ini menggunakan temperatur *hardening* 870°C, *quenching* air dan oli selanjutnya 5 *Tempering* 400-550°C (variasi waktu tahan yaitu 1, 2, 3 jam). Struktur mikro menunjukkan austenit sisa yang lebih banyak terbentuk dari *quenching* oli daripada air. Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya, peneliti akan menggunakan sampel baja pegas daun yang dipanaskan dengan temperatur 800°C dengan waktu tahan 60 menit kemudian didinginkan secara cepat (*quenching*) dengan persentase media pendingin air murni dan campuran 50% air dan 50% oli. Hasil *heat treatment* dianalisis menggunakan *Optical Emission Spectroscopy* (OES) untuk mengetahui komposisi kimia dan uji menggunakan *Rockwell* untuk mengetahui kekerasan baja pegas daun. Perubahan fasa pada struktur baja, dapat diketahui melalui uji struktur mikro menggunakan mikroskop optik.

Dari penelitian-penelitian yang saya temui seperti yang di atas proses perlakuan panas dengan penambahan media karbon dan diikuti dengan pendingin cepat banyak dilakukan oleh peneliti untuk meningkatkan nilai kekerasan pada material dikarenakan bahan penambah dan media pendingin sangat berpengaruh pada peningkatan kekerasan material, tetapi sejauh ini para peneliti hanya menggunakan satu atau dua media pengkarbonan dan media pendingin. Oleh karena itu pada penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan data tentang pengaruh perlakuan panas terhadap nilai kekerasan baja Amutit dan pengaruh proses *hardening* dengan tiga jenis media penambah yaitu serbuk karbon, antrasit, dan arang kayu dengan empat variasi media pendinginan yaitu Air Biasa, Air Laut, Air Es dan Oli. Dengan penelitian ini juga diharapkan dapat bermanfaat dalam bidang industri manufaktur.

METODE PENELITIAN

Spesimen yang digunakan adalah material baja amutit dengan ukuran diameter 25mm x 7mm dengan jumlah 12 pcs. Perlakuan dilakukan dengan proses *temper* pada *temperature* 600°C dengan *holding time* 30 menit, pemanasan dilanjutkan sampai temperatur austenisasi 900°C dengan *holding time* 90 menit, selanjutnya dilakukan proses pendinginan cepat

(*quenching*) dilakukan setelah mencapai temperatur austenisasi dan waktu tahan yang diinginkan dengan menggunakan media pendingin air, air laut, air es dan oli. Pada penelitian ini, analisis kekerasan dilakukan menggunakan metode *Rockwell*. Analisis kekerasan pada sampel dengan dan tanpa pemberian *heat-treatment* bertujuan mengetahui tingkat kekerasan baja akibat suhu pemanasan dan variasi campuran media pendingin sehingga dapat diketahui distribusi kekerasan serta kekerasan rata-rata dari semua benda uji.

HASIL DAN PEMBAHASAN

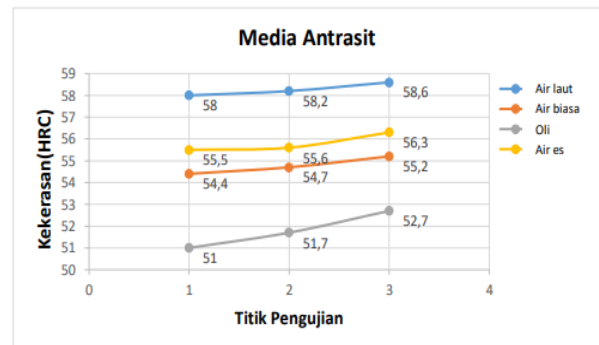
Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh perbandingan proses pendinginan dan penambahan unsur karbon terhadap kekerasan material baja Amutit dengan pemanasan 900°C. Diikuti dengan pendinginan cepat dengan menggunakan media air biasa, air laut, air es dan oli. Data hasil pengujian selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Uji Kekerasan

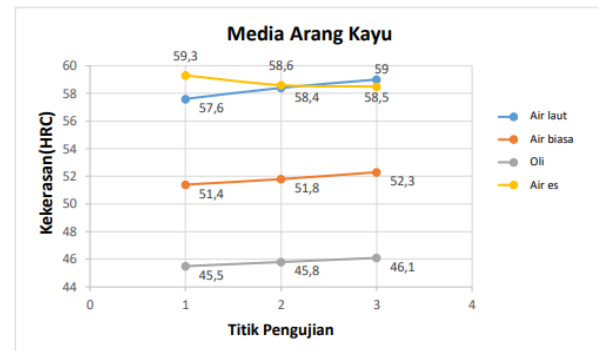
Hasil Kekerasan(HRC)							
No.	Material	Tanpa Perlakuan	Temperatur °C	Pendingin	Perlakuan Panas		
					Antrasit	Arang Kayu	Karbon Aktif
		HRC			HRC	HRC	
1	Baja Amutit/ AISI 01	27,73	900	air laut	58,26	58,33	64,13
2				air biasa	54,76	51,83	63,46
3				oli	51,8	45,8	63,83
4				air es	55,8	58,8	66,2

Berdasarkan data diatas bahwa perlakuan panas yang dilakukan dengan penambahan media Karbon Aktif lebih keras dibandingkan dengan penambahan media Antrasit dan media Arang kayu. Rata-rata kekerasan untuk penambahan media karbon aktif adalah Air Laut (64,13), Air Biasa (63,46), Oli (63,83), dan Air Es (66,2) dengan satuan HRC, sedangkan untuk media Antrasit yaitu Air Laut (58,26), Air Biasa (54,76), Oli (51,8), dan Air Es (55,8) dengan satuan HRC dan media Arang Kayu sebesar Air Laut (58,33), Air Biasa (51,83), Oli (45,8), dan Air Es (58,8) dengan satuan HRC. Berdasarkan pendinginan cepat yang dilakukan dari keempat media tersebut menghasilkan tingkat kekerasan yang bervariasi dimana dimensi media penambahan juga berpengaruh dalam proses berdifusi untuk mencapai kekerasan yang maksimal, dimana semakin kecil dimensi bahan penambah maka akan semakin cepat proses berdifusi terjadi. Untuk Pendingin yang paling baik untuk seluruh media adalah Air Es.

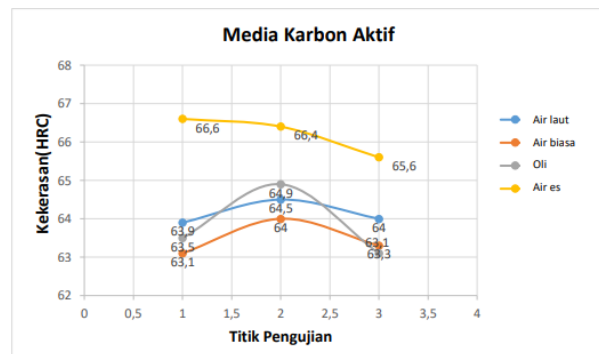
Pada Gambar 1 menunjukkan bahwa pendinginan cepat yang dilakukan pada Air Laut lebih keras yaitu sebesar rata-rata 58,26 HRC, diikuti Air Es 55,8 HRC, Air Mineral 54,76 HRC dan Oli 51,8 HRC. Pada Gambar 2 menunjukkan bahwa pendinginan cepat yang dilakukan pada Air Es lebih keras yaitu sebesar rata-rata 58,8 HRC, diikuti Air Laut 58,3 HRC, Air Mineral 51,83 HRC dan Oli 45,8 HRC. Pada Gambar 3 menunjukkan bahwa pendinginan cepat yang dilakukan pada Air Es lebih keras yaitu sebesar rata-rata 66,2 HRC, diikuti Air Laut 64,13 HRC, Air Mineral 63,46 HRC dan Oli 63,83 HRC.



Gambar 1. Pengujian Kekerasan dengan media Antrasit



Gambar 2. Pengujian Kekerasan dengan media Arang Kayu



Gambar 3. Pengujian Kekerasan dengan media Karbon Aktif

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa Baja amutit atau AISI 01 memiliki kekerasan 16,3 HRC tanpa perlakuan. Kekerasan baja amutit ini mampu ditingkatkan melalui perlakuan panas dengan pendinginan cepat. Perlakuan panas yang dilakukan dengan penambahan media karbon aktif lebih keras dibandingkan dengan penambahan media Antrasit dan Media Arang kayu. Kekerasan tertinggi tersebut dipengaruhi oleh bentuk atau dimensi karbon aktif yang lebih halus dibandingkan media lainnya, dimana semakin halus atau kecil dimensi bahan penambah maka akan semakin cepat proses berdifusi terjadi. Dimana rata-rata kekerasan untuk penambahan media karbon aktif adalah Air Laut (64,13), Air Biasa (63,46), Oli (63,83), dan Air Es (66,2) dengan satuan HRC, sedangkan untuk media Antrasit yaitu Air Laut (58,26), Air Biasa (54,76), Oli (51,8), dan Air Es (55,8) dengan satuan

HRC dan media Arang Kayu sebesar Air Laut (58,33), Air Biasa (51,83), Oli (45,8), dan Air Es (58,8) dengan satuan HRC.

Berdasarkan pendinginan cepat yang dilakukan dari keempat media tersebut menghasilkan tingkat kekerasan yang bervariasi. Untuk Pendingin yang paling baik untuk seluruh media adalah Air Es. Dimana hal ini juga disebabkan oleh *viskositas* dan *densitas* pendingin dimana makin rendah *viskositas* suatu pendingin maka akan semakin baik kekerasan baja yang dihasilkan, berbanding terbalik dengan *densitas* yaitu semakin tinggi densitas/massa jenis suatu pendingin maka akan semakin tinggi kekerasan baja yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Asiri, H. & Amrullah. 2010. Analisa Hubungan Besar Butir dengan sifat Mekanis Baja Karbon. *Majalah Ilmiah Al-Jibra*, 11(35).
- Daryono. 2010. Kelayakan Pegas Daun dalam Penerimaan Beban Optimal. *Jurnal Teknik Industri*, 11(1), pp. 21-25.
- Departemen Pendidikan Nasional. 2005. *Kamus Besar Bahasa Indonesia Edisi Ketiga*. Balai Pustaka: Jakarta.
- Effendi, S. 2009. Pengaruh Perbedaan Waktu Penahanan Suhu Stabil Terhadap Kekerasan Logam. *Jurnal Austenit Teknik Mesin*, 1(1), pp. 39.
- Fadare, D. A., Fadara, T.G & Akanbi, O.Y. 2011. Effect of Heat Treatment on Mechanical Properties and Microstructure of NST 37-2 Steel. *Journal of Minerals Engineering*, 10(3), pp. 299-308.
- Fariadhie, J. 2012. Pengaruh Temper dengan Quenching Media Pendingin Oli Mesran SAE 40 terhadap Kekuatan Tarik dan Struktur Mikro Baja ST 60. *Jurnal Politeknosains*, 11(1), pp. 126-137.
- Fitri. 2012. Komposisi Kimia, Struktur Mikro, Holding Time dan Sifat Ketangguhan Baja Karbon Medium pada Temperatur 780°C. Skripsi. Jurusan Fisika Material Fakultas MIPA: Universitas Lampung, Bandar Lampung, pp. 32-46.
- Mizhar, S & Suherman. 2011. Pengaruh Perbedaan Kondisi Tempering Terhadap Struktur Mikro dan Kekerasan Dari Baja AISI 4140. *Jurnal Dinamis Jurusan Teknik Mesin*, 2(8), pp. 21-26.
- Motagi, B.S & Bhosle, R. 2012. Effect of Heat Treatment on Microstructure and Mechanical Properties of Medium Carbon Steel. *International Journal Of Engineering Research and Development*, 2(1), pp. 7-13.