

ANALISA PENGARUH TEMPERATUR PEMANASAN TERHADAP KEKERASAN DAN KETANGGUHAN PADA *HEAT TREATMENT* METODE *QUENCHING* BAJA ST 37

Alkin Patongkon Paujung¹, Nitha², Yafet Bontong³

¹Mahasiswa Teknik Mesin

Universitas Kristen Indonesia Toraja

²Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik,
Universitas Kristen Indonesia Toraja

e-mail : alkinalkin6279@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh media pendingin pada proses *heat treatment* metode *quenching* terhadap kekerasan baja ST 37, dan untuk mengetahui pengaruh media pendingin pada proses *heat treatment* metode *quenching* terhadap ketangguhan baja ST 37. Penelitian ini menggunakan metode *quenching* baja ST 37. Pengolahan data hasil pengujian kekerasan dan ketangguhan pada proses *heat treatment* dengan media pendingin Oli Sae 20, Oli sae 30, Air Akuades, dan Air Garam yaitu 1 liter air akudes/35 gram garam kasar, material yang digunakan adalah baja ST 37. Berdasarkan hasil pengujian kekerasan dan ketangguhan pada *heat treatment* dengan media pendingin Oli Sae 20, Oli Sae 30, Air dan Air Garam, sehingga nilai yang didapatkan adalah nilai kekerasan tertinggi dengan media pendingin air garam, dengan nilai kekerasan sebesar 93.83 kg/mm² dan nilai terendah berada pada tanpa perlakuan (normal) dengan nilai 68.17 kg/mm². Untuk uji ketangguhan pada proses *heat treatment* metode *quenching* dengan nilai ketangguhan tertinggi yaitu tanpa perlakuan (normal) dengan nilai sebesar 59.72 J/cm² dan nilai ketangguhan terendah berada pada media pendingin air garam dengan nilai sebesar 11.35 J/cm².

Kata kunci: *Baja ST 37, Heat Treatment, Media Pendingin, pengaruh, Kekerasan, Ketangguhan.*

ABSTRACT

Analysis of the effect of cooling media on hardness and toughness in heat treatment with ST 37 steel quenching method. This study aims to determine the effect of the cooling medium on the quenching method heat treatment process on the hardness of ST 37 steel, and to determine the effect of the cooling medium on the quenching method heat treatment process on the ST 37 steel toughness. This study uses the ST 37 steel quenching method, then performs data processing on the results of hardness and toughness testing in the heat treatment process with cooling media of Sae 20 Oil, Sae 30 Oil, distilled water, and Salt Water, which is 1 liter of distilled water/35 grams of coarse salt, the material used is ST 37 steel. Based on the results of hardness and toughness testing in heat treatment with cooling media of Sae 20 Oil, Sae 30 Oil, Water and Salt Water, so that the value obtained is

The results obtained are: The highest hardness value with salt water cooling media, with a hardness value of 93.83 kg/mm² and the lowest value is without treatment (normal) with a value of 68.17 kg/mm². For the toughness test in the heat treatment process, the quenching method with the highest toughness value is without treatment (normal) with a value of 59.72 J/cm² and the lowest toughness value is in the salt water cooling medium with a value of 11.35 J/cm².

Keywords: ST 37 Steel, Heat Treatment, Cooling Media, Impact, Hardness, Toughness.

I. Pendahuluan

Dalam bidang teknik yang sering digunakan yaitu material dimana material tersebut dapat dibutuhkan sesuai dengan tingkat keandalan terhadap kandungan baja yang utama diantaranya yaitu besi dan karbon, karbon dalam baja adalah sebagai unsur penguat dengan mencegah dislokasi pada Kisi kristal (*crystal lattice*) atom besi, hal ini terbukti dengan banyaknya penggunaan baja pada berbagai komponen-komponen mesin [1]. Baja masih merupakan kebutuhan paling utama yang digunakan pada proses produksi bahan teknik.

Baja adalah jenis logam yang paling banyak digunakan sebagai bahan teknik manufacturing dan bahan tersebut mempunyai karakteristik dari yang paling lunak sampai keras dengan bentuk apapun dapat dibuat melalui pengecoran sehingga penambahan kandungan karbon pada baja dapat meningkatkan kekerasan (*hardness*) dan kekuatan tariknya (*tensile strength*), namun disisi lain membuatnya menjadi getas (*brittle*) serta menurunkan keuletannya (*ductility*) [2]. Dalam menjaga ketahanan agar logam dapat tahan pada gesekan dan tekanan yaitu dengan cara perlakuan panas pada baja sehingga pada penguatan baja adalah penguatan perlakuan panas (*hardening*), dimana tempat proses pemanasan suhu dapat dilakukan sehingga proses pendinginan daerah kritis disusul dengan cepat. Proses ini di namakan *quenching* [3]. Baja dapat di keraskan sehingga tahan aus dan kemampuan memotong meningkat, sehingga baja ST 37 yang mempunyai kadar karbon antara 0.05–0.30%, penggunaan air sebagai media pendingin yang dibutuhkan adalah selaput karbon yang jarang di pergunakan pada media *quenching* sehingga tujuan dasar di atas yaitu untuk mengeraskan baja karbon rendah yang kurang dapat berubah terhadap perlakuan panas.

II Fasilitas Metode Penelitian

2.1 Teori

Baja adalah logam dari campuran beberapa komposisi logam namun kandungan terbesar dari campuran tersebut adalah kandungan besi (Fe) dan karbon (C), didalam kandungan, baja juga terdapat beberapa senyawa lain yang dapat berupa aluminium (Al), seng (Zn), tembaga (Cu), silikon (Si), krom (Cr), dan titanium (Ti) serta beberapa campuran lainnya. Kandungan karbon (C) yang terdapat pada baja menentukan tingkatan dari baja itu sendiri, kandungan baja karbon (C) yang terkandung dalam baja berkisar 0,2% sampai 2,1% dari berat baja itu sendiri. Fungsi karbon dalam baja adalah mangan (*manganese*), krom (*chromium*), vanadium, nikel dan pada

material baja yang telah mengalami proses perlakuan panas *quenching* akan memiliki sifat yang lebih baik, seperti meningkatkan kekerasan dan kekuatan tarik akan tetapi material tersebut mempunyai sifat getas, oleh karena itu untuk menghilangkan tegangan sisa dan meningkatkan keuletan material tersebut maka harus dilakukan proses perlakuan panas lanjutan tempering yaitu proses memanaskan kembali baja yang sudah di *quenching* pada temperatur dibawah temperatur kritis dengan tujuan untuk memperoleh kombinasi antara kekuatan induktilitas dan ketangguhan yang tinggi.

Pada temperatur Berikut material baja karbon yang digunakan untuk aplikasi temperatur tinggi:

1. Baja karbon molibdenum: Baja ini memiliki kandungan karbon 0,2% dengan paduan Mo sebesar 0,5%. Penambahan Mo meningkatkan kekuatan baja karbon tinggi dan mengurangi laju *creep* yang terjadi. Baja ini dapat digunakan pada temperatur sampai dengan 450°C
2. Baja karbon chromium-molibdenum: Baja ini memiliki ketahanan terhadap *creep* yang baik dengan diberikan kandungan Mo sebesar 0,5 – 1%. Penambahan Cr sebesar 0,5–9% meningkatkan ketahanan terhadap korosi dan menahan terjadinya pembentukan grafit. Beberapa unsur paduan lain diberikan dalam jumlah kecil yaitu V, Ni dan Ti. Fungsi paduan tambahan tersebut adalah untuk meningkatkan kehalusan butir dan meningkatkan kekuatan melalui mekanisme pembentukan partikel presipitat. Ada tiga tipe baja Cr-Mo yaitu :
 - a. Baja Cr-Mo 1Cr-0,5Mo dan 1,25 Cr-0,5Mo untuk aplikasi sampai temperatur 510°C ; 2,25Cr-1Mo untuk aplikasi sampai temperatur 580°C ; 5Cr-0,5Mo untuk aplikasi sampai temperatur 620°C dan 9Cr-1Mo untuk aplikasi sampai temperatur 650°C.
 - b. Baja Cr-Mo-V memiliki ketahanan terhadap *creep* yang lebih baik dibanding baja Cr-Mo. Baja ini memiliki kandungan Cr 1%, Mo 1% dan V 0,25%. Dapat digunakan sampai temperatur 540°C.
 - c. Baja Cr-Mo dimodifikasi dengan menambahkan paduan mikro seperti V, Ni, Ti dan B untuk aplikasi pada lingkungan yang banyak mengandung hidrogen temperatur kerja sampai 455-600°C.

1. Heat Treatment

Heat treatment merupakan perlakuan panas yang bertujuan sebagai proses untuk menghasilkan tingkat keuletan yang tinggi, menghilangkan tegangan internal. Perlakuan panas adalah penggabungan atau kombinasi dari proses pemanasan dan proses pendinginan pada suatu bahan material seperti logam dan baja. Faktor yang mempengaruhi dari proses perlakuan panas adalah suhu pemanasan atau temperatur yang digunakan, waktu yang diperlukan untuk mencapai suhu yang diinginkan, kecepatan pendinginan pada saat logam telah mencapai suhu atau temperatur yang diinginkan dan atmosfer dari lingkungan itu sendiri. Pendapat lain mengenai heat treatment atau perlakuan panas adalah salah satu bertujuan untuk mengembalikan struktur material tersebut [4]. Dengan dilakukannya *post weld heat treatment-tempering* ini bertujuan untuk memperbaiki struktur butiran akibat adanya tegangan sisa setelah

terjadinya pengelasan thermite. Dengan temperatur pemanasan 425°C, 475°C, 525°C, dan 575°C, dan waktu penahanan 60 menit yang dilanjutkan dengan pendinginan ruangan, setelah dilakukan proses tempering, didapat nilai kekerasan yang relatif turun, sebagai akibat pemanasan ulang yang diharapkan mampu menurunkan kegetasannya tetapi masih memiliki nilai kekerasan yang tinggi sesuai dengan standar yang berlaku. Waktu tertentu kemudian di dinginkan pada media pendingin seperti udara, air, air garam, oli SAE 20, oli SAE 30 yang masing-masing mempunyai kerapatan pendinginan yang berbeda-beda. Sifat-sifat logam yang terutama, sifat mekanik yang sangat dipengaruhi oleh struktur mikro logam disamping komposisi kimianya, contohnya suatu logam atau paduan akan mempunyai sifat mekanis yang berbeda-beda struktur mikronya diubah dengan adanya pemanasan atau pendinginan dengan kecepatan tertentu maka bahan-bahan logam dan paduan memperlihatkan perubahan struktur-nya. Untuk menentukan temperatur pemanasan dari suatu pengujian dan dapat menentukan perlakuan panas maka dapat menggunakan suatu diagram, dimana diagram tersebut dapat memudahkan menentukan temperatur pemanasan, diagram tersebut disebut dengan diagram fasa Fe-C. Diagram Fasa merupakan diagram yang menampilkan hubungan perubahan fasa yang terjadi selama proses pendinginan dan pemanasan yang lambat dengan kadar karbon [5].

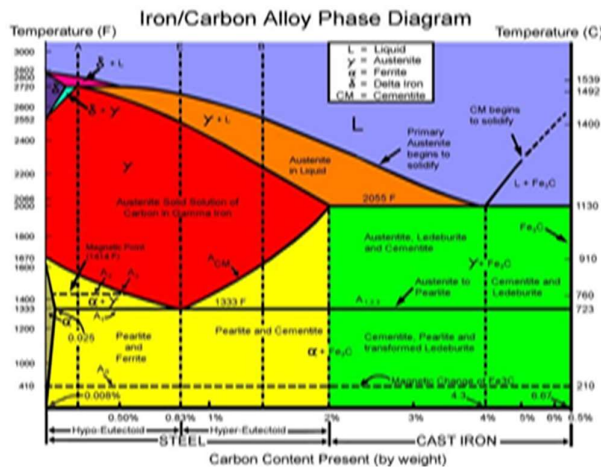
2. Full annealing

Full annealing merupakan proses perlakuan panas untuk menghasilkan *perlite* yang kasar (*coarse pearlite*) tetapi lunak dengan pemanasan sampai austenitisasi dan didinginkan dengan dapur, memperbaiki ukuran butir serta dalam beberapa hal juga memperbaiki *machinability*. Pada proses *fullannealing* ini biasanya dilakukan dengan memanaskan logam sampai diatas temperatur kritis (untuk baja *hypoeutectoid* , 25°C hingga 50⁰ diatas garis A3 sedang untuk baja *hypereutectoid* 25⁰C hingga 50⁰C diatas garis A1), kemudian dilanjutkan dengan pendinginan yang cukup lambat biasanya dengan dapur atau dalam bahan yang mempunyai sifat penyekat panas yang baik perlu diketahui bahwa selama pemanasan dibawah temperatur kritis garis A1 maka belum terjadi perubahan struktur mikro. Perubahan baru mulai terjadi bila temperatur pemanasan mencapai garis atau temperature A1 (butir-butir kristal *perlite* bertransformasi menjadi *austenite* yang halus. Pada baja *hypoeutectoid* bila pemanasan dilanjutkan ke temperatur yang lebih tinggi maka butir kristalnya mulai bertransformasi menjadi sejumlah kristal austenite yang halus, sedang butir kristal austenite yang sudah ada yang berasal dari *pearlite* hampir tidak tumbuh. Perubahan ini selesai setelah menyentuh garis A3 (temperatur kritis A3), pada temperatur ini butir kristal *austenite* masih halus sekali dan tidak homogen. Dengan menaikkan temperature sedikit diatas temperatur kritis A3 dan memberi waktu penahanan (*holding time*) seperlunya maka akan diperoleh *austenite* yang lebih homogen dengan butiran kristal yang juga masih halus sehingga bila nantinya didinginkan dengan lambat akan menghasilkan butir-butir Kristal *ferrite* dan *pearlite* yang halus. Baja yang dalam proses pengerjaannya mengalami pemanasan sampai

temperature yang terlalu tinggi ataupun waktu tahan (*holding time*) terlalu lama biasanya butiran kristal austenitnya akan terlalu kasar dan bila didinginkan dengan lambat akan menghasilkan ferrit atau pearlite yang kasar sehingga sifat mekaniknya juga kurang baik. Untuk baja *hypereutectoid*, *annealing* merupakan persiapan untuk proses selanjutnya dan tidak merupakan proses akhir [6]

3. Tempering

Tempering adalah proses pemanasan logam (baja) yang sudah dikeraskan sampai temperatur tertentu dan mengurangi kekerasan baja, sehingga terlalu getas. Pada proses ini harus menggunakan temperatur dibawah temperatur kritis kemudian suhunya dan tempering biasanya dilakukan setelah pengerasan, untuk mengurangi sebagian dari kekerasan berlebih, dan dilakukan dengan memanaskan logam sampai beberapa suhu dibawah titik kritis untuk jangka waktu tertentu, kemudian membiarkannya dingin di udara diam. Temperatur yang tepat menentukan jumlah kekerasan yang dihilangkan, dan tergantung pada komposisi spesifik dari paduan dan sifat yang diinginkan dalam produk jadi [7]. *Hardening* adalah proses pemanasan suatu logam sampai atau lebih temperatur kritisnya (723°C), kemudian di dinginkan dengan cepat menggunakan media pendingin yang telah di persiapan.



Gambar 1. Diagram Fase-C

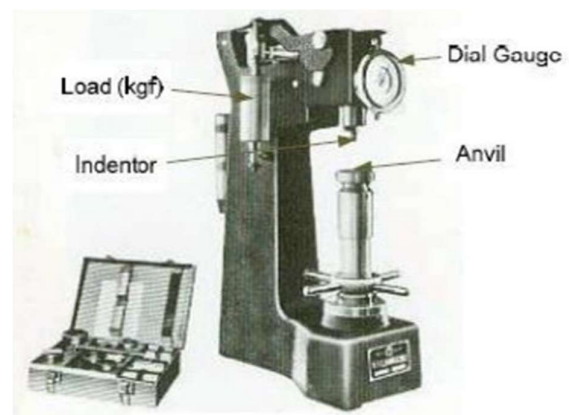
4. Teori Quenching

Quenching (proses pendinginan cepat) merupakan suatu proses di mana sebuah material di panaskan atau menahan suhu sehingga menjadi struktur homogen, kemudian akan dilakukan pendinginan cepat terhadap material dengan cara mencelupkan material pada media pendingin. Kekuatan material meningkat sesuai dengan karakteristik yang diinginkan untuk mencapai kekerasan yang telah ada pada diagram pendinginan material memperlihatkan besar panas yang dilepaskan dan waktu yang dibutuhkan. Pada tahap awal pendinginan, material awalnya tertutupi oleh selubung uap yang akan pecah ketika material mendingin. Perpindahan panas saat masih ada selubung uap ini sangat buruk yang mengakibatkan pendinginan material menjadi lambat, selanjutnya adalah pendinginan konveksi dan konduksi,

dimana temperatur material sudah dibawah titik didih media pendingin dan terjadi perpindahan panas secara konveksi dan konduksi. Ketangguhan yaitu hubungan beberapa jumlah energi yang mampu diterima baja hingga terputus bila semakin kecil ketangguhan yang dimiliki suatu baja, maka karakteristik baja tersebut akan semakin rapuh. Baja yang tangguh akan mendukung keselamatan penggunaanya [8]

5. Kekerasan

Kekerasan adalah salah satu sifat mekanik dari suatu material sehingga kekerasan suatu material harus diketahui dalam penggunaannya, khususnya pada material yang akan mengalami gesekan. Kekerasan merupakan ketahanan pada suatu ukuran bahan terhadap deformasi penekanan, deformasi dapat terjadi pada perilaku elastis dan plastis sehingga dari kedua permukaan diatas kita melihat dimana komponen saling bersentuhan atau bergerak satu sama lainnya akan terjadi pada deformasi elastis maupun plastis. Elastis dapat bekerja pada permukaan yang keras, sedangkan plastis terjadi pada permukaan yang lebih lunak atau pengaruh yang terjadi akan tergantung pada kekerasan permukaan suatu bahan. Nilai kekerasan berkaitan dengan kekuatan luluh atau tarik logam, karena selama penjejakan logam yang mengalami deformasi akan terjadi regangan dengan waktu tertentu, [9].



Gambar 2. Konstruksi pesawat uji kekerasan Rockwell

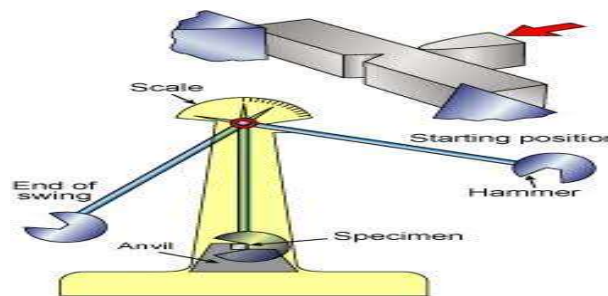
6. Ketangguhan

Ketangguhan merupakan hubungan antara beberapa jumlah energi yang mampu diterima oleh baja hingga terputus. Jika ketangguhan baja semakin kecil, maka karakteristik pada baja akan semakin rapuh. Pada baja yang tangguh akan mendukung keselamatan bagi penggunaanya. Ketangguhan baja bisa diketahui melalui uji coba dengan memberikan pukulan secara tiba-tiba.

Pengujian *impact* metode *Charpy* adalah suatu pengujian laju pada tinggi regangan yang menentukan sebuah jumlah energi yang akan diserap oleh bahan selama melakukan patahan. Energi yang diserap akan bertindak sebagai alat ukuran ketangguhan pada bahan tertentu dari suhu transisi, ulet getas. Metode ini digunakan pada bidang industri dengan keselamatan kritis, mudah untuk di persiapan dan dilakukan sehingga hasil pengujian tersebut dapat diperoleh dengan murah dan cepat terselesaikan. Tes ini dikembangkan pada 1905

oleh ilmuwan Perancis Georges. Pengujian ini penting dilakukan dalam memahami masalah patahan kapal selama Perang Dunia II. Metode pengujian material ini sekarang digunakan di banyak industri untuk menguji material yang digunakan dalam pembangunan kapal, jembatan, dan untuk menentukan bagaimana keadaan alam (badai, gempa bumi, dan lain-lain) akan mempengaruhi bahan yang digunakan dalam berbagai macam aplikasi industri.

Tujuan uji *impact* metode *Charpy* adalah untuk mengetahui kegetasan atau keuletan suatu bahan (spesimen) yang akan diuji dengan cara pembebanan secara tiba-tiba terhadap benda yang akan diuji secara statik. Dimana benda uji dibuat takikan terlebih dahulu sesuai dengan standar *ASTM E23* dan hasil pengujian pada benda uji tersebut akan terjadi perubahan bentuk seperti bengkokan atau patahan sesuai dengan keuletan atau kegetasan terhadap benda uji terjadi pada bidang patah tidak rata dan tampak berserat-serat. Tetapi apabila material getas, hail dari patahan akan tampak tara dan mengkilap pada kondisi material ulet mengalami patah getas dengan deformasi plastis yang sangat kecil, sehingga nilai harga Impak pada suatu specimen adalah energy yang diserap tiap satuan luas penampang lintang specimen uji pada metode ini pengujian tumbuk dengan melakukan posisi specimen uji pada tumpuan dengan posisi horizontal/mendatar, dan arah pembebanan berlawanan dengan arah tarikan sehingga didalam pengujian *impact* merupakan suatu upaya untuk mensimulasikan kondisi operasi material yang sering ditemui dalam perlengkapan transportasi atau konstruksi dimana beban tidak selamanya terjadi secara perlahan-lahan melainkan datang secara tiba-tiba sehingga penyerapan energi potensial dari pendulum beban yang berayun dari suatu ketinggian tertentu dengan menumbuk benda uji sehingga benda uji mengalami deformasi [10].



Gambar 2. Ilustrasi Skematis Pengujian *Impact*

7. Alat dan bahan

Dapur pemanas (*furnance*) Gerinda potong, Alat uji ketangguhan (*Charpy*), Alat uji kekerasan metode *Rockwell* (*Hardness Rockwell*), Kertas ampelas dengan kekerasan 120 grit sampai dengan 2000 grit, Gergaji besi, Kikir untuk meratakan permukaan material Timbangan pegas, Jangka sorong (alat ukur panjang), Baja karbon rendah yang dibentuk menjadi *sampel* untuk diuji kekerasan dan uji ketangguhan, media *quenching* yang disediakan yaitu air, air garam, oli sae 20, oli sae 30.

8. Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan secara langsung dengan metode *heat treatment* dengan langkah - langkah sebagai

berikut :

1. Persiapan meliputi penyiapan bahan yaitu baja karbon rendah, media pendingin air, air garam, oli SAE-20 dan oli SAE-30
2. Pembuatan spesimen *heat treatment* yaitu spesimen uji kekerasan baja karbon dengan jumlah 12 spesimen.
3. Pembuatan spesimen *heat treatment* yaitu spesimen uji ketangguhan baja karbon dengan jumlah 12 spesimen.
4. Dalam penelitian ini suhu proses pemanasan yang di pilih 600°C dengan holding time selama 2 jam.
5. Proses pendinginan dilakukan pencelupan kedalam media *quenching* air, air garam, oli SAE 20 dan oli SAE 30.

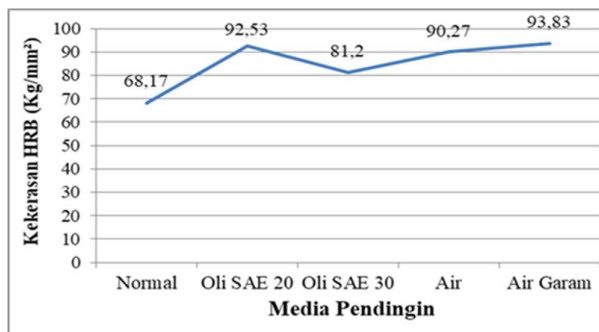
Metode penelitian yang dapat dilihat dengan menelusuri sumber-sumber atau karya ilmiah yang pernah dibuat sebelumnya sebagai studi didapatkan dari buku-buku karya pengarang terpercaya, jurnal-jurnal ilmiah dan pengumpulan data diperoleh dari buku-buku referensi, jurnal, modul, artikel, internet, dan studi lapangan secara langsung sehingga karakteristik material baja ST 37, perlakuan panas *quenching* dan tempering, pengujian ketangguhan, kekerasan, dan dapat dipelajari. Objek yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah baja ST 37 yang tergolong sebagai baja dengan kadar karbon sedang.

IV. Hasil dan pembahasan

Tabel 1. Data Nilai Hasil Pengujian Kekerasan

No	Media Pendingin	Spesimen	Nilai Rata-rata HRB (Kg/mm ²)
1	Normal	1	68.17
		1	
2	Oli SAE 20	2	92.53
		3	
		1	
3	Oli SAE 30	2	81.2
		3	
		1	
4	Air	2	90.27
		3	
		1	
5	Air Garam	2	93.83
		3	
		3	

Berdasarkan tabel 1. diatas dapat digambarkan dalam bentuk grafik pada gambar 2. berikut :



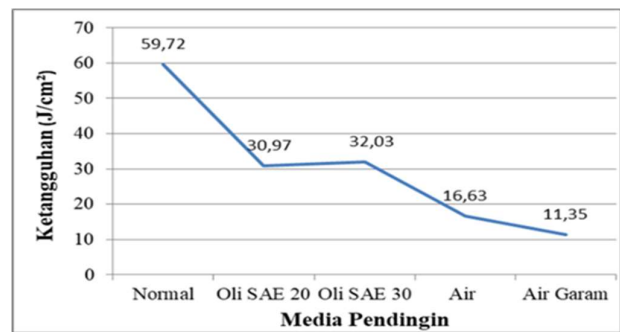
Gambar 2. Pengaruh media pendingin terhadap kekerasan baja st 37

Dari hasil pengujian pada tabel 1 dengan menganalisa grafik 2 untuk pengujian kekerasan dengan metode *heat treatment* pada temperatur pemanasan 600°C dengan menggunakan media pendingin Oli SAE 20, Oli SAE 30, Air, Air Garam dengan proses *holding time* 2 jam terhadap material baja ST 37. Dari hasil pengujian kekerasan diatas dapat dikatakan bahwa kekerasan sangat dipengaruhi oleh media pendingin diperlihatkan dengan nilai kekerasan pada saat mengalami proses pendinginan. Pada pengujian spesimen tanpa perlakuan (normal) dengan nilai kekerasan pada material yaitu sebesar 68.17 k g/mm², kemudian pada media pendingin Oli SAE 20 dengan nilai yang didapatkan sebesar 92.53 kg/mm² maka nilai kekerasan mengalami penurunan pada media pendingin Oli SAE 30 dengan nilai 81.20 kg/mm², kekerasan mengalami kenaikan yang sangat signifikan, kemudian dilanjutkan dengan media pendingin Air dengan nilai sebesar 90.27 kg/mm², sehingga nilai kekerasan yang tertinggi berada pada media pendingin Air Garam dengan nilai sebesar 93.83 kg/mm².

Tabel 3. Nilai Hasil pengujian Impact (J/cm²)

No	Media Pendingin	Spesimen	Nilai Rata-rata HRB Kg/mm²
	Normal	1	59.72
2	Oli SAE 20	1	30.97
		2	
		3	
3	Oli SAE 30	1	32.03
		2	
		3	
4	Air	1	16.63
		2	
		3	
5	Air Garam	1	11.35
		2	
		3	

Berdasarkan tabel 3. diatas dapat digambarkan dalam bentuk grafik pada gambar 4. berikut:



Gambar 4. Pengaruh media pendingin terhadap ketangguhan baja ST 37.

Berdasarkan hasil pengujian *Impact* pada tabel 3 dan grafik 3 yang telah dilakukan pada proses *heat treatment* dengan temperatur pemanasan 600°C dan *Holding time* 2 jam terhadap baja ST 37 dengan media pendingin Oli SAE 20, Oli SAE 30, Air, Air Garam. Dari hasil uji ketangguhan dapat dilihat pada grafik 3 menunjukkan bahwa nilai tertinggi ketangguhan berada pada tanpa perlakuan (normal) dengan nilai ketangguhan sebesar 59.72 J/cm², pada media pendingin Oli SAE 20 hasil pengujian yang didapatkan dengan nilai 30.97 J/cm², selanjutnya pada media pendingin Oli SAE 30, dengan nilai sebesar 32.03 J/cm², pada media pendingin air nilai yang didapatkan yaitu sebesar 16.63 J/cm², dan media pendingin air garam dengan nilai sebesar 11.35 J/cm².

IV. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengambilan data dan pembahasan pada penelitian analisa pengaruh media pendingin terhadap kekerasan dan ketangguhan pada *heat treatment* metode *quenching* baja ST 37 maka di peroleh kesimpulan sebagai berikut:

- Media pendingin berpengaruh terhadap kekerasan pada *heat treatment* metode *quenching* baja ST 37. Nilai kekerasan tertinggi yaitu air garam, dengan nilai kekerasan sebesar 93.83 kg/mm² dan nilai terendah berada pada tanpa perlakuan dengan nilai 68.17 kg/mm².
- Media pendingin berpengaruh terhadap ketangguhan pada proses *heat treatment* metode *quenching* pada baja ST 37, dengan nilai ketangguhan tertinggi yaitu tanpa perlakuan dengan nilai sebesar 59.72 J/cm² dan nilai ketangguhan terkecil berada pada *quenching* air garam dengan nilai 11.35 J/cm².

Referensi

- [1] Sugeng, U. M., & Fato, A. (2020). *Analisa Mekanis Baja Pada Bahan Spcc-Hd Dengan Proses Deep Drawing Dalam Pembuatan Drum. Presisi*, 22(2), 75-81.
- [2] Widodo, S., Mulyaningsih, N., & Arizal, A. S. (2020). Pengaruh Quenching Dan Tempering Baja Sk-5 Terhadap Ketangguhan pisau Mesin Pemotong Rumpot. *Journal of Mechanical Engineering*, 4(1), 1-6.
- [3] Ramadhani, K. (2019). *Analisa Uji Kekerasan Pada Material Baja St37 Setelah Mengalami*

- Perlakuan Panas Normalizing* (Doctoral dissertation).
- [4] Hima, (2015). *Teori Dasar Heat Treatment*.
 - [5] Purwanto, H. (2011). Analisa Quenching Pada Baja Karbon Rendah Dengan Media Solar. *Jurnal Ilmiah Momentum*, 7(1).
 - [6] Istiqlaliyah, H., & Rhohman, F. (2016). Pengaruh Variasi Temperatur Annealing Terhadap Kekerasan Sambungan Baja ST 37. *Jurnal Teknik Mesin*, 5(4), 137-142.
 - [7] Tan, H. (2016). *Pengaruh Heat Treatment Dengan Variasi Media Quenching Air Dan Oli Terhadap Struktur Mikro Dan Nilai Kekerasan Baja Pegas Daun Aisi 6135*.
 - [8] Mersilia, A., Karo, P. K., & Supriyatna, Y. I. (2017). *Pengaruh heat treatment dengan variasi media quenching air garam dan oli terhadap struktur mikro dan nilai kekerasan baja pegas daun aisi 6135*. *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika*, 4(2).
 - [9] Hidayat, W. (2019). *Klasifikasi Dan Sifat Material Teknik Serta Pengujian Material*. Wirgosumamoto, Prof.DR.Ir. Harsono. Okumura, Prof.DR.Toshi. 1996. *Teknologi Pengelasan Logam*. PT. Pradaya Paramita.
 - [10] Ariawan, A. (2019). Pengaruh media pendingin quenching temperatur rendah terhadap nilai kekerasan dan struktur mikro pada baja S45C.C.