

Uji Eksperimen *Heat Treatment* Baja Pegas Dengan Variasi Media Pendinginan Terhadap Sifat Mekanis

Yunicho Mardianzah^a, Mudjijanto^{b*}.

^{ab}Sekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe Cepu, Jl. Kampus Ronggolawe Blok B No. 1 Mentul Cepu Kab. Blora

*E-mail: mudjijantoswd@gmail.com

Intisari

Tentang naskah:
-diterima, 27 Jun 2022
-direview, 11 Juli 2022
-diterbitkan, 30 Sep 2022

Kata kunci:
Heat treatment, variasi media pendingin air, air garam, oli, kekerasan *rockwell*, ketangguhan *impact*

Pada penelitian ini baja yang digunakan adalah baja pegas daun Isuzu elf, tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh *heat treatment* pada baja pegas terhadap sifat mekanis. Menggunakan metode tanpa melalui *heat treatment* dan melalui *heat treatment*, dengan suhu 850 °C dengan *holding time* 20 menit di dinginkan menggunakan variasi media pendingin air, air garam, dan oli. Setiap media pendingin memiliki volume 5 liter. Dari hasil pengujian uji komposisi kimia pada baja pegas daun Isuzu elf dapat diketahui nilai karbon 0,586% sehingga dapat dikategorikan sebagai baja karbon tinggi. Setelah dilakukan pengujian kekerasan *rockwell* didapatkan nilai kekerasan tertinggi pada spesimen *heat treatment* media pendingin air garam dengan nilai sebesar 63.3 HRC, dan pada pengujian ketangguhan *impact* mendapatkan nilai tertinggi diperoleh pada spesimen tanpa *heat treatment* dengan harga *impact* sebesar 0,024 J/mm² dan nilai harga *impact* terendah terdapat pada spesimen dengan media pendingin air dan oli bekas dengan nilai yang sama sebesar 0,012 J/mm². Dapat di simpulkan bahwa baja pegas daun Isuzu elf termasuk baja karbon tinggi dan dengan variasi media pendinginan yang berbeda akan dapat mempengaruhi nilai kekerasan dan ketangguhan pada baja spesimen. Spesimen *heat treatment* dengan media pendinginan air garam memiliki nilai kekerasan paling tinggi. Sedangkan nilai ketangguhan tertinggi terdapat pada spesimen tanpa melalui *heat treatment*.

Abstract

In this study, the steel used was Isuzu elf leaf spring steel, the purpose of the study was to determine the effect of heat treatment on spring steel on mechanical properties. Using the method without going through heat treatment and through heat treatment, with a temperature of 850 °C with a holding time of 20 minutes, it was cooled using a variety of cooling media of water, salt water, and oil. Each cooling medium has a volume of 5 liters. From the test results of the chemical composition test on used leaf spring steel Isuzu elf, it can be seen that the carbon value is 0.586% so that it can be categorized as high carbon steel. After testing the rockwell hardness, the highest hardness value was obtained in the heat treatment specimen of salt water cooling media with a value of 63.3 HRC, and in the impact toughness test the highest value was obtained on specimens without heat treatment with an impact value of 0.024 J/mm² and an impact value. The lowest was found in specimens with water and used oil cooling media with the same value of 0.012 J/mm². It can be concluded that the leaf spring steel used by Isuzu Elf is high carbon steel and with a variety of different cooling media will affect the value of rockwell hardness and impact toughness on the specimen steel. Heat treatment specimens with brine cooling media have the highest hardness values. Meanwhile, the highest toughness value is found in the specimen without going through heat treatment.

Keyword:
Dept of cut, Vibration,
Milling machine

1. Pendahuluan

Perkembangan dunia industri manufaktur yang semakin maju yang tengah terjadi saat ini, mengakibatkan meningkatnya kebutuhan akan

material logam sebagai bahan dasar pembuatan perkakas dan komponen otomotif. Jenis logam yang banyak digunakan dalam industri manufaktur adalah baja, baja dipilih karena

dinilai memiliki kekerasan dan ketangguhan yang tinggi dibandingkan dengan jenis logam lainnya.

Meningkatkan kekuatan logam dapat dilakukan dengan cara *heat treatment* (perlakuan panas). Memanaskan logam pada suhu tertentu kemudian ditahan pada suhu kritis pada waktu tertentu lalu di dinginkan pada media tertentu pula. *heat treatment* (perlakuan panas) mempunyai tujuan untuk meningkatkan keuletan, menghilangkan tegangan internal, menghaluskan butir kristal, meningkatkan kekerasan, tegangan tarik logam dan sejenisnya. Tujuan tersebut akan tercapai jika mempengaruhi faktor yang mempengaruhi, seperti suhu pemanasan dan media pendingin yang digunakan (Djafrie, 1983). Dengan proses yang tepat maka akan dapat meningkatkan kekuatan, kekerasan dan ketangguhan pada logam.

Penggunaan logam baja di lingkungan masyarakat sangatlah merata dalam berbagai bidang pekerjaan. Seperti dalam bidang pertanian logam baja sering digunakan sebagai bahan pembuatan perkakas atau peralatan untuk bertani dan berkebun. Baja pegas daun merupakan jenis logam yang banyak di minati masyarakat, terutama baja pegas daun bekas kendaraan roda empat seperti mobil dan truk, pemilihan baja pegas daun bekas karena mudah untuk didapatkan di bengkel-bengkel mobil dan rosok besi serta harga yang ditawarkan cukup terjangkau dengan kualitas dan kondisi masih baik, sehingga akan sesuai jika digunakan sebagai bahan baku pembuatan perkakas atau peralatan untuk bertani dan berkebun.

Pada dasarnya baja pegas daun sudah memiliki tingkat kekerasan dan ketangguhan yang tinggi. Namun dengan dilakukannya *heat treatment* (perlakuan panas) pada baja pegas akan dapat meningkatkan kekerasan dan ketangguhannya.

2. Kerangka Teori

Anggun Mersilia, dkk. (2016) Telah melakukan penelitian mengenai pengaruh *heat treatment* dengan variasi media *quenching* air garam dan oli terhadap struktur mikro dan nilai kekerasan baja pegas daun AISI 6135. Proses pemanasan dilakukan pada temperatur 800 °C selama 60 menit, lalu proses *quenching* dengan variasi media pendingin 100% air garam dan campuran 50% air garam: 50% oli, dan *tempering* pada temperatur 600° C selama 45 menit.

Akhmad Faisol Nur. (2017) Baja bekas seringkali digunakan untuk membuat berbagai

macam produk. Kualitas dari suatu produk dengan bahan baja tergantung pada proses perlakuan panas yang dilakukan dengan tujuan merubah sifat mekanis dari baja tersebut, perlakuan panas ini dilakukan pada baja pegas daun bekas yang biasa digunakan sebagai bahan baku pembuatan pisau dapur.

Ridho Akhbar Satria. (2020) Material logam banyak dipakai sebagai bahan dasar pembuatan perkakas. Adapun baja yang digunakan sebagai penelitian adalah jenis AISI 4140, material tersebut biasanya digunakan sebagai material poros penghubung piston dan gear yang tergolong baja chromium molybdenum dengan komposisi karbon 0,41%. Penelitiannya bertujuan menguji ketangguhan dan struktur mikro pada baja AISI 4140, Variasi Temperatur 830, 845, dan 860 °C dengan perlakuan panas *Hardening*.

2.1 Baja

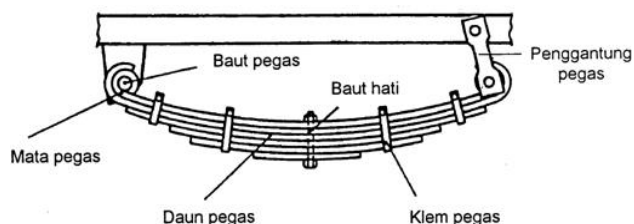
Baja merupakan logam/bahan yang sangat dibutuhkan pada industri mesin atau konstruksi dan merupakan logam paduan dari logam besi yang berfungsi sebagai unsur dasar yang dicampur dengan beberapa elemen lainnya, termasuk unsur karbon (C).

Baja karbon dapat digolongkan menjadi tiga macam berdasarkan prosentase kadar karbon yang terkandung di dalam baja, yaitu:

1. Baja Karbon Rendah (*low carbon steel*), mengandung kadar karbon dibawah 0,25%.
2. Baja Karbon Sedang (*medium carbon steel*), bersifat lebih kuat dan tingkat kekerasan yang lebih tinggi daripada baja karbon rendah. Baja ini memiliki prosentase kadar karbon diatas 0,25%-0,55%.
3. Baja Karbon Tinggi (*high carbon steel*), mengandung kadar karbon antara 0,55%-1,5%.

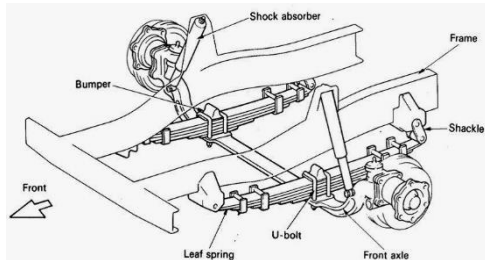
2.2 Baja Pegas

Pegas merupakan suatu alat peredam kejut pada sebuah kendaraan yang biasanya terbuat dari baja. Pada kendaraan, pegas digunakan untuk mengurangi atau meredam guncangan dan getaran akibat dari permukaan jalan yang tidak rata, agar tidak diteruskan ke bodi kendaraan secara langsung, sehingga dapat mengurangi penyebab ketidaknyamanan dalam berkendara.



Gambar 1. Pegas Daun

Pegas daun biasa disebut dengan *leaf spring* yang terbentuk dari beberapa lembar pegas (berbentuk pelat-pelat datar yang berbentuk seperti daun). Pelat-pelat tersebut disatukan dan diikat menjadi satu oleh sabuk seperti gelang yang melingkari pada posisi tengah atau dengan baut yang menembusnya ditengah.

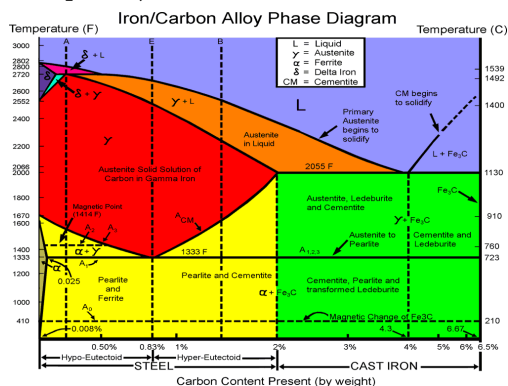


Gambar. 2 Kontruksi Baja Pegas

Fungsi dari pegas daun ialah untuk menghubungkan frame axle dan juga sebagai bantalan/peredam kejut yang berfungsi untuk menyerap guncangan untuk mengurangi efek yang ditimbulkan akibat permukaan jalan yang tidak rata. Fungsi dari suatu pegas sangatlah penting untuk memberikan kenyamanan saat berkendara.

2.3 Perlakuan Panas (*Heat Treatment*)

Heat treatment adalah proses pemanasan dan pendinginan yang di lakukan secara terkontrol yang diterapkan pada logam tertentu atau paduan dalam keadaan padat untuk mendapatkan struktur mikro dan sifat mekanik lainnya. Laju pemanasan adalah proses pemanasan material sampai temperatur austenit. Syarat pemanasan sebagai berikut: Pemanasan yang dilakukan tidak boleh mengubah bentuk material (tetap dalam keadaan solid atau padat).



Gambar. 3 Diagram Fase Fe3C

2.4 Holding Time

Holding time adalah waktu penahanan panas yang bertujuan memperoleh pemanasan yang homogen sehingga struktur austenitnya juga homogen. Pemanasan yang homogen dimaksudkan untuk mendapatkan atau memiliki sifat yang sama di setiap titik atau bagian. *Holding time* bertujuan untuk memaksimalkan perlakuan panas pada benda, semakin merata pemanasan yang didapatkan maka akan semakin bagus juga benda yang akan di uji. Waktu penahanan panas dilakukan setelah kenaikan suhu yang diinginkan tercapai, kemudian panas di tahan sampai batas waktu yang diinginkan. Disitulah diharapkan terjadi pemanasan yang homogen. (Brandes dan Brook, 1992).

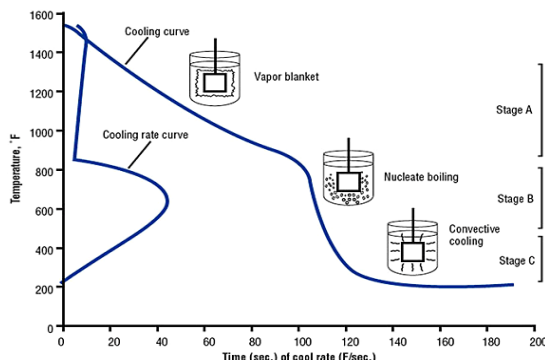
2.5 Quenching

Quenching adalah proses pemanasan logam sampai dengan suhu austenitisasi, ditahan beberapa waktu agar austenit dapat lebih homogen, kemudian didinginkan secara cepat sehingga akan membentuk struktur martensit yang memiliki kekerasan yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan struktur perlit dan ferit. *Quenching* merupakan salah satu proses perlakuan panas yang cukup penting dan banyak dilakukan dalam proses manufakturing di industri logam. Meskipun *quenching* dapat memperbaiki sifat mekanik baja, tetapi di sisi lain akan menimbulkan tegangan dalam yang dapat menyebabkan terjadinya perubahan bentuk dan ukuran sehingga bisa mengakibatkan adanya retakan (Totten, 1997).

Tujuan utama *quenching* adalah meningkatkan kekerasan logam, sedangkan faktor 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.

Faktor-faktor penting dalam proses *quenching* antara lain, disain peralatan, media pendingin, konsentrasi pendingin, temperatur bak, dan laju gerakan pendinginan. Masing-masing faktor tersebut dapat mempengaruhi sifat akhir dari bahan logam sehingga harus diatur selama proses pendinginan berlangsung. 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

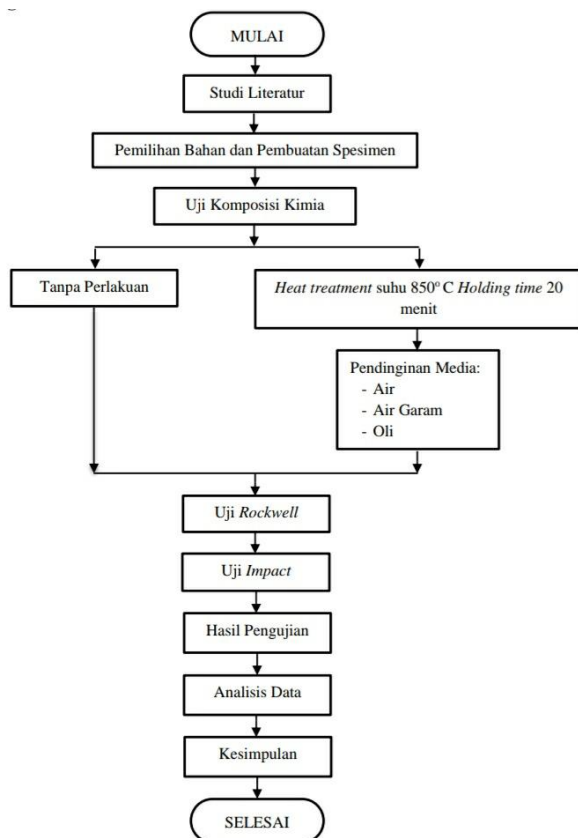
mendapatkan sifat akhir hasil *quenching* seperti kekerasan (Chaves, 2001).



Gambar. 4 Mekanisme Pendinginan Dalam Proses *Quenching* (Totten, 1993).

3. Metodologi

Pada penelitian ini langkah-langkah pengujian mengacu pada diagram alir sesuai dengan Gambar 7 sebagai berikut:



Gambar 7. Diagram Alir Penelitian

Tempat pembuatan spesimen dilaksanakan di Workshop Teknik Mesin Sekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe Cepu (STTR Cepu), tempat pengujian komposisi kimia di CV. Prima Logam Devisi Laboratorium Analisa Logam, Jl. Perintis Kemerdekaan No. 87 Tegal, dan tempat uji kekerasan rockwell dan uji impak dilakukan di Laboratorium Metrologi Industri dan Kontrol

Kualitas Teknik Mesin – Universitas Diponegoro Semarang.

3.1 Bahan dan Alat Penelitian

Bahan Penelitian

1. Baja Pegas

Dalam penelitian ini material yang akan digunakan adalah baja pegas bekas Isuzu elf.

2. Media Pendingin

Dalam penelitian ini media pendingin yang akan digunakan adalah sebagai berikut:

- Air
 - Oli SAE 40
 - Air garam (dengan campuran garam sebanyak 10%)
- Masing-masing media pendingin memiliki volume yang sama sebanyak 5 liter

Alat Penelitian

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut: Jangka sorong, Mistar baja, Gerinda potong, Tang penjepit, Sarung tangan, Amplas, Tungku pemanas

Alat Pengujian

1. Alat uji komposisi kimia



Gambar 8. Alat Uji Komposisi Kimia Spectrometer

2. Alat uji kekerasan rockwell



Gambar 9. Alat Uji Kekerasan *Rockwell*

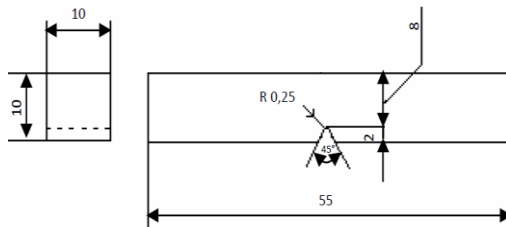
3. Alat uji *impact*



Gambar 10. Alat Uji *Impact*

Langkah Pengerjaan Spesimen

1. Spesimen Uji Komposisi Kimia
2. Spesimen Uji Kekerasan Rockwell
 - Potong material yang akan di buat menjadi spesimen dengan ukuran P = 55 mm, L = 10 mm, dan T = 10mm
3. Spesimen Uji Impak Charpy
 - Potong material yang akan di buat menjadi spesimen dengan ukuran P = 55mm, L = 10 mm, dan T = 10 mm sesuai standar, lalu buatlah alur takik sedalam 2 mm sesuai standar ASTM E23.



Gambar 11. Pembentukan Spesimen Pengujian

4. Ratakan bagian yang kasar.
5. Setiap spesimen yang jadi diberi tanda menggunakan angka
6. Spesimen siap untuk di *heat treatment*.

4. Hasil dan Pembahasan

Dari hasil pengujian komposisi kimia pada baja pegas daun mendapatkan hasil yang dapat dilihat pada table 4.1

Tabel 4.1 Hasil Uji Komposisi Kimia

Unsur	Kandungan Unsur (%)
Fe	97,44

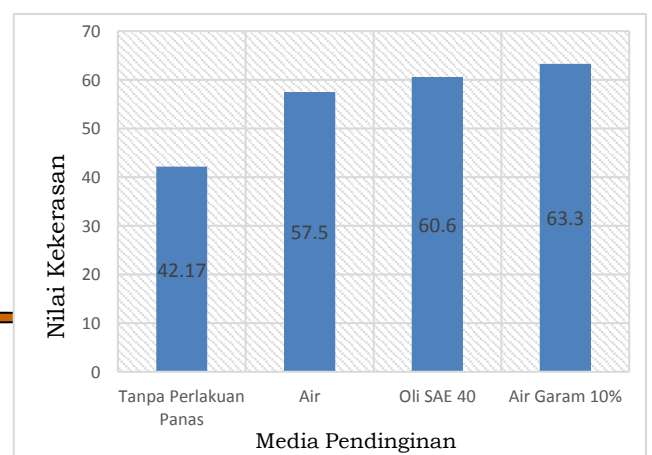
C	0,586
Si	0,234
Mn	0,840
P	0,0030
S	0,0030
Cr	0,731
Ni	0,029
Mo	0,026
Cu	0,040
Al	0,020
V	0,0050
W	0,030
Co	0,0050
Nb	0,0050
Ti	0,0030
Mg	-

Dari hasil pengujian *rockwell* dan *impact* didapatkan nilai rata-rata dari 3 kali pengujian setiap spesimen. Tanpa melalui *heat treatment* dan dengan melalui *heat treatment* dengan variasi media pendingin air, air garam 10%, dan oli SAE 40 dengan volume masing-masing sebanyak 5 liter. Nilai pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.2 dan Tabel 4.3.

Tabel 4.2 Hasil Uji *Rockwell*

Nomor Urut	Spesimen Uji	Media Pendingin	Hasil pengujian (HRC)	Rata-rata hasil pengujian (HRC)
0	Spesimen A	Tanpa perlakuan panas	43	42,17
	Spesimen B		41,5	
	Spesimen C		42	
1	Spesimen A	Air	58	57,5
	Spesimen B		57	
	Spesimen C		57,5	
2	Spesimen A	Oli SAE 40	60	60.6
	Spesimen B		60.5	
	Spesimen C		61.5	
3	Spesimen A	Air garam 10%	63,5	63,3
	Spesimen B		63,5	
	Spesimen C		63	

Hasil pengujian *rockwell* yang telah dilakukan pada specimen tanpa melalui *heat treatment* dan dengan melalui *heat treatment* menggunakan variasi pada media pendingin air, air garam, dan oli SAE 40. Dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Grafik Rata-rata Hasil Uji Kekerasan Rockwell

Tabel 4.3 Data Uji Impact

No.	Spesimen Uji	Media Pendingin	Dimensi		Sudut Awal	Sudut Akhir	Nilai Impact J/mm ²
			Lebar (mm)	Tebal (mm)			
0	Spesimen A	Spesimen tanpa perlakuan	10,10	8,80	140,18	133,1	1,862
	Spesimen B		10,30	9,22	140,18	132,3	3,140
	Spesimen C		10,10	8,24	140,18	133,2	1,638
1	Spesimen A	Air	10,58	9,00	140,18	135,4	1,396
	Spesimen B		10,30	7,80	140,18	135,7	1,077
	Spesimen C		9,90	8,00	140,18	135,9	0,764
2	Spesimen A	Oli SAE 40	9,60	7,86	140,18	135,9	0,764
	Spesimen B		10,42	8,36	140,18	135,4	1,396
	Spesimen C		10,00	7,74	140,18	135,7	1,077
3	Spesimen A	Air Garam 10%	10,50	8,34	140,18	133	2,076
	Spesimen B		9,26	8,70	140,18	135,7	1,077
	Spesimen C		10,10	8,50	140,18	135,4	1,396

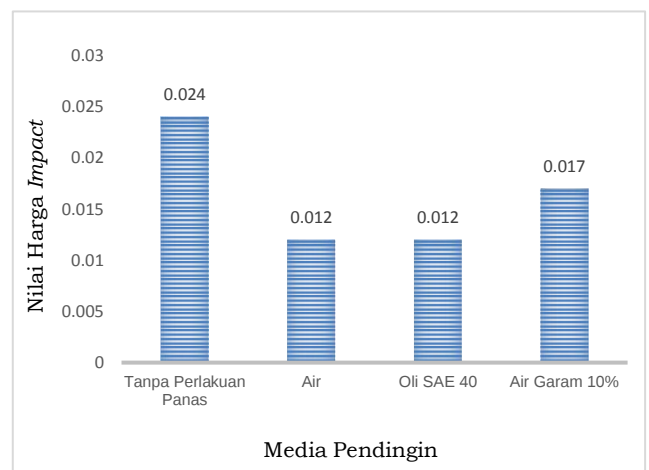
Pada spesimen uji dengan nomor (0, 1, 2, dan 3) didapatkan nilai energi yang diserap dan nilai *impact* seperti pada perhitungan yang akan ditampilkan di bawah. Kemudian dari hasil ketiga spesimen di ambil nilai rata-rata dengan menjumlahkan ketiga hasil pengujian yang telah dilakukan kemudian dibagi 3. Setiap spesimen yang telah di uji harus melalui perhitungan dengan cara yang sama.

Tabel 4.4 Harga Impact

No.	Spesimen Uji	Media Pendingin	Nilai <i>Impact</i> J/mm ²	Sudut Awal	Sudut Akhir	Harga <i>Impact</i> J/mm ²
0	Spesimen A	Spesimen tanpa perlakuan	1,862	140,18	133,1	0,020
	Spesimen B		3,140	140,18	132,3	0,033
	Spesimen C		1,638	140,18	133,2	0,019
Rata-rata						0,024

1	Spesimen A	Air	1,396	140,18	135,4	0,014
	Spesimen B		1,077	140,18	135,7	0,013
	Spesimen C		0,764	140,18	135,9	0,009
Rata-rata						0,012
2	Spesimen A	Oli SAE 40	0,764	140,18	135,9	0,010
	Spesimen B		1,396	140,18	135,4	0,015
	Spesimen C		1,077	140,18	135,7	0,013
Rata-rata						0,012
3	Spesimen A	Air Garam 10%	2,076	140,18	133	0,023
	Spesimen B		1,077	140,18	135,7	0,012
	Spesimen C		1,396	140,18	135,4	0,016
Rata-rata						0,017

Hasil pengujian *impact* yang telah dilakukan pada spesimen. Tanpa melalui *heat treatment* dan dengan melalui *heat treatment* menggunakan variasi pada media pendingin air, oli SAE 40 dan air garam. Dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Grafik Nilai Rata-rata Harga Impact

Pembahasan Hasil Uji Komposisi Kimia, Rockwell dan Impact

Hasil Uji Komposisi Kimia

Hasil pengujian pada Tabel 4.1 menunjukkan nilai keseluruhan dari unsur kimia yang terdapat pada specimen dengan nilai karbon sebesar 0,586% maka dapat diklasifikasikan termasuk baja karbon tinggi. Hasil Uji Rockwell

Hasil pengujian dan perhitungan pada Tabel 4.2 didapatkan rata-rata nilai kekerasan dari 3 kali pengujian dari setiap spesimen tanpa melalui *heat treatment* mendapatkan nilai 42,17

HRC dan dengan melalui *heat treatment* menggunakan media pendingin air mendapatkan nilai 57,5 HRC, oli SAE 40 mendapatkan nilai 60,6 HRC dan air garam mendapatkan nilai 63,3 HRC. Dari hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa spesimen tanpa melalui dan setelah melalui *heat treatment* mendapatkan nilai tingkat kekerasan yang berbeda, dengan nilai terendah terdapat pada spesimen tanpa melalui *heat treatment* dan nilai tertinggi terdapat pada spesimen yang melalui *heat treatment* dengan media pendingin air garam.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian Uji Eksperimen *Heat Treatment* Baja Pegas Dengan Variasi Media Pendinginan Terhadap Sifat Mekanis, dapat disimpulkan bahwa: Dalam penelitian ini dapat disimpulkan bahwa baja pegas daun bekas Isuzu elf sebelum dan setelah melalui proses *heat treatment* dengan variasi media pendinginan akan memberikan pengaruh terhadap nilai kekerasan pada uji *rockwell* dan ketangguhan pada uji *impact charpy*. Diketahui spesimen yang menggunakan media pendinginan air garam memiliki nilai kekerasan paling tinggi dibandingkan dengan spesimen sebelum *heat treatment* dan spesimen dengan media pendinginan lainnya. Sedangkan untuk *impact* spesimen tanpa melalui *heat treatment* mendapatkan nilai paling tertinggi dibandingkan dengan spesimen sebelum melalui *heat treatment* dan spesimen dengan media pendinginan lainnya.

Daftar Pustaka

- Anggun Mersilia, Pulung Karo Karo, dan Yayat Iman Supriyatna. (2016) *Pengaruh Heat Treatment Dengan Variasi Media Quenching Air Garam dan Oli Terhadap Struktur Mikro dan Nilai Kekerasan Baja Pegas Daun AISI 6135*. Jurusan Fisika FMIPA Unila, UPT. Badan Penelitian Teknologi Mineral LIPI
- Akhmad Faisol Nur. (2017) *Pengaruh Waktu Tempering Pada Temperatur 230° C Dengan Proses Quench Temper Terhadap Kekerasan dan Kekuatan Impak Material Baja Pegas Daun Bekas Sebagai Bahan Pisau*. DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI Fakultas Vokasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Ipinu Irfan Nurdianto, Nely Ana Mufarida, Nur Halim. (2019) *Pengaruh Variasi Suhu Tempering Terhadap Kekerasan Baja Pegas Jis Sup 9*. Program Studi S1 Teknik

Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember

- Ridho Akhbar Satria. (2020) *Tugas Akhir Analisa Pengaruh Variasi Temperatur Proses Hardening Terhadap Ketangguhan dan Struktur Mikro Bahan AISI 4140*. Sekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe Cepu
- Rudi Saputra, Estu Tyastomo. (2016) *Perbandingan Kekerasan dan Struktur Mikro Pegas Daun Yang Mengalami Proses Heat Treatment*. Program Studi Teknik Mesin S1, Institut Sains dan Teknologi Nasional, Jakarta Selatan, Indonesia BINA TEKNIKA, Volume 12 Nomor 2, Edisi Desember 2016, 185-193
- Santos, D. (2021, Juni 10). *Optical Emission Spectrometer Spectromax*. Dipetik Desember 14, 2021, dari [id.scribd.com: https://id.scribd.com/document/511353233/Optical-Emission-Spectrometer-Spectromax?language_settings_changed=Bahasa+Indonesia](https://id.scribd.com/document/511353233/Optical-Emission-Spectrometer-Spectromax?language_settings_changed=Bahasa+Indonesia)
- Yunaidi. (2016) *Pengaruh Jumlah Konsentrasi Larutan Garam Pada Proses Quenching Baja Karbon Sedang S45C*. Program Studi Teknik Mesin, Politeknik LPP, Jl. LPP No. 1A Balapan Gondokusuman Yogyakarta 55231