

PENGARUH VARIASI SUHU *TEMPERING* TERHADAP KEKERASAN BAJA PEGAS JIS SUP 9 THE EFFECT OF *TEMPERING* TEMPERATURE VARIATION ON VIOLENCE OF SPRING STEEL JIS SUP 9

Ipnu Irfan Nurdianto¹⁾, Nely Ana Mufarida²⁾, Nur Halim³⁾

¹⁾Mahasiswa Program Studi S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember

²⁾Pembimbing Skripsi 1 Program Studi S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember

³⁾Pembimbing Skripsi 2 Program Studi S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember

E-mail : ipnu.merah86@gmail.com¹⁾, nelyana@unmuhjember.ac.id²⁾, halimkencong@gmail.com³⁾

Abstrak

Pada penggunaan material sering kali dibutuhkan material yang memiliki tingkat kekerasan tinggi seperti baja. Baja memiliki sifat mampu keras yang berbeda – beda tergantung dari kadar karbon, laju pendinginan dan proses pengerasannya. Perlakuan panas tergantung dari jenis baja yang akan ditingkatkan kekerasannya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh proses laku panas *hardening* dan *tempering* terhadap kekerasan baja JIS SUP 9. Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja pegas karbon sedang standart JIS *grade* SUP 9 dengan kandungan karbon menengah. Pengerjaan baja JIS SUP 9 dengan kandungan karbon sedang untuk membuat komponen pegas pada umumnya diawali dengan pengerjaan mesin. Upaya untuk memperbaiki sifat dan kualitas komponen pegas adalah dengan cara melakukan pengerjaan panas (*heat treatment*). Adapun cara pengujian kekerasan menggunakan metode *Rockwell* menggunakan standar ASTM E18 pengujian ini dilakukan dengan cara menekan indenter ke spesimen uji dan hasilnya bisa terlihat pada jam ukur (*dial gage*). Hasil penelitian ini menunjukkan semakin tinggi suhu *tempering* maka akan menurunkan nilai kekerasannya. Nilai kekerasan rata-rata tertinggi pada spesimen dengan suhu *tempering* 180 °C yakni 75,9 HRA meningkat sekitar 21 % dari kekerasan *raw*.

Kata kunci: baja pegas, *hardening*, *tempering* dan metode Rockwell.

Abstract

In the use of materials it is often needed material that has a high level of hardness such as steel. Steel has hard properties that vary depending on the carbon content, cooling rate and hardening process. Heat treatment depends on the type of steel that will increase its hardness. This study aims to determine the effect of hardening and tempering hot selling processes on the hardness of steel JIS SUP 9. The material used in this study is carbon spring steel while JIS grade SUP 9 is standard with medium carbon content. JIS SUP 9 steel work with medium carbon content to make spring components generally begin with machining. Efforts to improve the nature and quality of spring components are by conducting heat treatment. As for the method of hardness testing using the Rockwell method using the ASTM E18 standard this test is done by pressing the indenter into the test specimen and the results can be seen on the measuring clock (dial gage). The results of this study indicate that the higher tempering temperature will reduce the value of hardness. The highest average hardness value in specimens with tempering temperatures of 180 °C ie 75.9 HRA increased by about 21% from raw hardness.

Keywords: *spring steel, hardening, tempering and Rockwell method.*

PENDAHULUAN

Baja adalah salah satu logam, dengan besi sebagai unsur dasar dan karbon sebagai unsur paduan utamanya. Kandungan karbon dalam baja berkisar antara 0,2% hingga 2,1% berat sesuai tingkatannya. Karbon berfungsi sebagai unsur pegas pada logam. Pengerjaan baja JIS

SUP 9 dengan kandungan karbon sedang untuk membuat komponen pegas pada umumnya diawali dengan pengerjaan mesin. Upaya untuk memperbaiki sifat dan kualitas komponen pegas adalah dengan cara melakukan pengerjaan panas (*heat treatment*). Baja karbon sedang mengandung karbon 0,3-0,6% dan memungkinkan baja

untuk dikeraskan sebagian dengan pengerjaan panas (*heat treatment*) yang sesuai. (Amanto dan Daryanto, 1999).

Kekerasan pada baja dapat dimodifikasi tanpa menambahkan unsur lain namun dengan perlakuan panas (*heat treatment*), karena pada proses tersebut terjadi perubahan struktur di dalam baja. Pada penggunaan material sering kali dibutuhkan yang memiliki tingkat kekerasan tinggi seperti baja. Baja memiliki sifat mampu keras yang berbeda – beda tergantung dari kadar karbon, laju pendinginan dan proses pengerasannya. Perlakuan panas tergantung dari jenis baja yang akan ditingkatkan kekerasannya. Untuk itu perlu dilakukan pengujian agar dapat diketahui sifat mampu keras dari baja JIS SUP 9 sebagai bahan komponen pegas daun.

Hal ini dilakukan agar dapat dilakukan tindakan yang tepat dalam pengolahannya sehingga dapat menurunkan biaya dalam proses produksi tapi tetap mempertahankan kualitas yang diinginkan (Adawiyah, 2015). Dalam Penelitian ini, untuk mengetahui hasil kekerasan pada baja JIS SUP 9 yang telah dilakukan proses *hardening* dan *tempering* dengan temperatur yang di variasi untuk menjadi bahan dari pegas daun.

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah bagaimana pengaruh variasi suhu *tempering* pada proses perlakuan panas terhadap kekerasan baja JIS SUP 9.

Tujuan penelitian adalah mengetahui pengaruh variasi suhu *tempering* pada proses perlakuan panas terhadap kekerasan baja JIS SUP 9.

Dalam penelitian ini terdapat beberapa batasan masalah agar tidak menyimpang dari data di atas, berikut batasan masalah pada penelitian ini:

- Bahan yang digunakan adalah baja JIS SUP 9 dengan ketebalan 5 mm.
- Suhu *hardening* yang digunakan pada penelitian ini adalah 800 °C, karena pada suhu tersebut sudah mencapai daerah *austenit*.
- Variasi suhu *tempering* pada penelitian ini adalah 180 °C, 410 °C, dan 520 °C .
- Lama waktu penahanan atau *holding time* yang digunakan adalah 40 menit pada perlakuan panas *hardening* dan 30 menit untuk *tempering*.
- Media pendingin yang digunakan adalah oli SAE 20W- 50 pada proses *hardening* dan udara untuk perlakuan *tempering*.
- Waktu pemindahan spesimen uji dari *furnace* ke media pendingin setiap tahapan proses adalah sama untuk spesimen uji.
- Pengujian kekerasan dengan metode *rockwell hardness*.

Baja JIS SUP 9

Salah satu jenis kelompok baja yang khusus di pakai untuk pembuatan pegas adalah baja SUP. Aplikasinya baja SUP (JIS G4801, 1979) adalah kelompok jenis baja yang biasa di pakai didalam pembuatan pegas daun (*Leaf spring*), pegas coil (*Coil spring*), dan pegas torsi (*Torsion bar spring*). Berdasarkan standard tersebut baja SUP dibagi menjadi 8 (delapan) *grade* dengan penggunaan dari masing-masing *grade* seperti diberikan pada tabel 1. Sedangkan Komposisi kimia baja JIS SUP 9 0,50-0,60% C; 0,65-0,95% Mn; 0,35% max P; 0,15- 0,35% Si, 0,65-0,95% Cr, dan 0,35 % max S. (JIS G4801, 1979). Tabel 1 macam-macam baja SUP, dan penggunaannya, berdasarkan JIS G 4801: 1979.

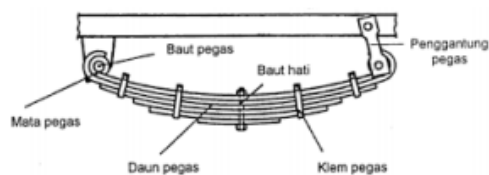
Tabel 1 Macam-macam baja SUP

SUP 3	High carbon steel	To be used mainly for laminated springs
SUP 4	street	To be used mainly for coiled springs
SUP 6	Silicon manganese steel	To be used mainly for laminated springs, Coiled spring and torsion bar spring
SUP 7		
SUP 9	Manganese	
SUP 9A	Chromium steel	
SUP 10	Chromium vanadium steel	To be used mainly for coiled spring and torsion bar spring
SUP 11A	Manganese chromium boron steel	To be used mainly for large laminated spring, coiled spring and torsion bar spring

Pegas Daun

Pegas daun merupakan salah satu komponen utama yang digunakan untuk meredam getaran atau guncangan yang ditimbulkan oleh tekanan gaya luar saat kendaraan bergerak. Komponen ini terdiri dari beberapa plat datar yang dijepit bersama untuk mendapatkan efisiensi dan daya redam kejutan yang tinggi.

Pegas daun digunakan pada sistem suspensi belakang pada kendaraan. Sistem kerjanya, bila roda-roda belakang menerima kejutan dari permukaan jalan, maka diteruskan ke rumah poros belakang yang mengakibatkan pegas daun terjadi pemanjangan atau pegas berubah bentuk dari elips mendekati lurus (pemegasan) yang konstruksinya dilengkapi dengan ayunan pegas (Mamanal dan Akhir, 2015). Gambar 1 baja pegas daun dan penggunaannya pada suspensi kendaraan.



Gambar 1 Pegas Daun

Proses Pengerasan (*Hardenning*)

Hardenning adalah perlakuan panas terhadap baja dengan sasaran meningkatkan kekerasan alami baja. Perlakuan panas menurut pemanasan benda kerja menuju suhu pengerasan dan pendinginan secara cepat dengan kecepatan pendinginan kritis (Schonmetz dan Gruber, 1985).

Hardenning dilakukan untuk memperoleh sifat tahan aus yang tinggi dan kekuatan (*strength*) yang lebih baik. Kekerasan yang dapat dicapai tergantung pada kadar karbon dalam baja dan kekerasan yang terjadi akan tergantung pada temperatur pemanasan, *holding time*, laju pendinginan yang dilakukan, dan ketebalan sampel.

Pemanasan kembali (*Tempering*)

Proses *tempering* adalah proses pemanasan kembali baja yang di keraskan. Dengan proses ini, duktilitas dapat ditingkatkan namun kekerasan dan kekuatannya menurun. Tujuan dari proses *tempering* dimaksudkan untuk memperoleh kombinasi antara kekuatan, duktilitas dan ketangguhan yang tinggi. Menurut Setiadji dalam Sahwendi (2013), mengatakan bahwa tujuan *tempering* dibedakan menjadi 3, yaitu:

- *Tempering* pada suhu rendah (150-250 °C)
- *Tempering* pada suhu menengah (350-450 °C)
- *Tempering* pada suhu tinggi (500-650 °C)

Media Pendingin

Media pendingin yang digunakan untuk proses perlakuan panas tergantung dari komposisi kimia baja yang di proses, kekerasan yang ingin di capai, besarnya distorsi dan kompleksitas bentuk benda kerja. Media pendingin yang umum digunakan adalah: air, oli, udara, garam cair dan larutan polimer. Menurut Soedjono dalam Anggun Mersilia (2016), mengatakan bahwa media pendingin yang digunakan pada proses perlakuan panas diantaranya, adalah:

- Air
- Minyak
- Udara
- Garam

Metode Rockwell

Pengujian kekerasan *Rockwell* merupakan salah satu pengujian kekerasan bahan yang banyak digunakan, dikarenakan pengujian kekerasan *Rockwell* yang sederhana, cepat, tidak memerlukan mikroskop untuk mengukur jejak, dan relatif tidak merusak.

Pengujian kekerasan *Rockwell* dilakukan dengan cara menekan permukaan spesimen (benda uji) dengan suatu

indenter. Penekanan indenter 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.

Skala pada jam ukur (*dial gage*) mesin *Rockwell* terdiri dari 100 pembagian, masing-masing pembagian sama dengan kedalaman penetrasi sejauh 0,002 mm. Pada pengujian kekerasan bahan dengan metode *Rockwell*, kedalaman penetrasi permanen yang dihasilkan dari penerapan dan pelepasan beban utama dipakai untuk menentukan angka kekerasan *Rockwell*, sebagai berikut, (ASTM E-18)

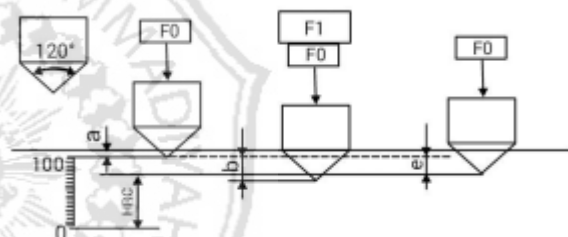
$$HR = E - e \quad (1)$$

Dimana,

E = konstanta dengan nilai 100 untuk indenter intan dan 130 untuk indenter bola.

e = kedalaman penetrasi permanen karena beban utama (F1) diukur dengan satuan 0,002 mm.

Jadi, $e = h/0,002$



Gambar 2 pengujian kekerasan *rockwell* dengan indenter kerucut intan

Keterangan :

F0 = beban pendahuluan (beban minor)

F1 = beban utama (beban mayor)

a = kedalaman penetrasi oleh beban minor

b = kedalaman penetrasi oleh beban total (F0 + F1)

e = kedalaman penetrasi setelah beban utama dilepaskan

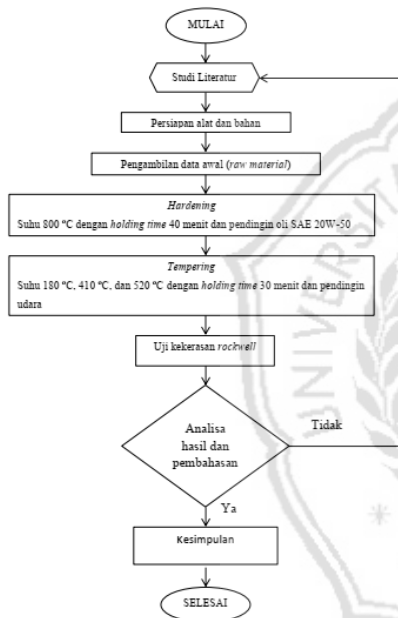
Di dalam prakteknya angka kekerasan *Rockwell* dapat dibaca langsung pada jam ukur (*dial gage*), atau ditampilkan pada layar jika menggunakan mesin pengujian kekerasan *Rockwell* digital.

Cara penulisan nilai kekerasan *Rockwell* adalah dengan menulis angka kekerasannya lalu diikuti dengan huruf HR yang artinya kekerasan *Rockwell* (*Hardness Rockwell*) dan pembubuhan nama skala yang digunakan dalam pengujian, seperti HRA untuk penggunaan skala A, HRB untuk penggunaan skala B dan seterusnya. Sebagai contoh, 32 HRC artinya '32' merupakan angka kekerasan

Rockwell dan 'HRC' artinya pengujian dilaksanakan pada skala C dari pengujian kekerasan *Rockwell*. Semakin tinggi angka pada setiap skala berarti semakin keras material yang diuji (Pusat Lingkaran,2017).

METODE PENELITIAN

Berdasarkan permasalahan dan tujuan penelitian ini Berdasarkan permasalahan dan tujuan penelitian ini penulis menggunakan jenis penelitian eksperimen (*experimental research*) yang bertujuan untuk mengetahui besarnya nilai kekerasan baja JIS SUP 9 hasil perlakuan panas *hardening* dan dengan variasi suhu *tempering*. Baja jenis ini banyak diaplikasikan pada sistem transportasi, khususnya pegas daun. Pada penelitian ini alur penelitian ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3 diagram alir

Gambar 3 menjelaskan, alur penelitian ini. Pertama, dimulai dari persiapan alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian. Kedua, Material/ spesimen dilakukan pengujian kekrasan untuk mengambil data awal nilai kekerannya. Ketiga, perlakuan panas *hardening* pada temperatur 800 °C dengan waktu tahan (*holding time*) 40 menit, menggunakan oli Mesran SAE 20W- 50 produksi PT. Pertamina sebagai media pendingin. Keempat, proses pemanasan kembali (*tempering*) dengan variasi temperatur 180 °C, 410 °C, dan 520 °C Waktu tahan (*holding time*) 30 menit, udara sebagai media pendingin. Kelima, dilakukan pengujian material / spesimen menggunakan *rockwell hardness testing macine* untuk mengetahui nilai kekerasan setelah dilakukan proses

perlakuan panas. Keenam, hasil nilai kekerasan dari pengujian dianalis dan dibahas sesuai atau tidak dengan hipotesis yang dibuat penulis.

Apabila hasil data yang didapat tidak sesuai maka perlu dilakukan peninjauan kembali dari proses perlakuan panas. Ketujuh, dari hasil data yang didapat apabila sesuai atau tidak dengan hipotesis penyusun maka penelitian ini dapat disimpulkan hasilnya.

Alat dan Bahan

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Mistar Sorong
- Mistar besi
- Gerinda Potong
- Tang Penjepit
- Sarung tangan
- Tungku pembakaran (*furnace*)



Gambar 4 tungku pembakaran

- Alat Uji Kekerasan *rockwell hardness testing machine*



Gambar 5 Rockwell hardness testing machine

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Baja JIS SUP 9



Gambar 6 baja JIS SUP 9

Variabel penelitian

Dalam penelitian ini terbagi atas 3 variabel adalah sebagai berikut:

- Variabel Terikat (*dependent variabel*)

Dalam penelitian ini variabel terikat yang digunakan adalah nilai kekerasan dengan *rockwell hardness testing machine*.

- Variabel Bebas (*Independent variabel*)

Dalam penelitian ini variabel bebas yang digunakan adalah temperatur pada proses *heat treatment* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Variabel bebas

No.	Material	Hardening (°C)	Tempering (°C)
1.	Baja JIS SUP 9	800	180
2.	Baja JIS SUP 9	800	410
3.	Baja JIS SUP 9	800	520

- Variabel Kontrol

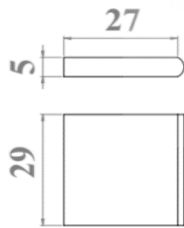
Dalam penelitian ini variabel kontrol yang digunakan adalah media pendingin dan *holding time* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Variabel kontrol

No.	Perlakuan panas	Media pendingin	Holding time (menit)
1.	Hardening	Oli SAE 20W- 50	40
2.	Tempering	Udara	30

Proses Permesinan (*Mechining Process*)

Proses *Mechining* dimulai memotong baja JIS SUP 9 menjadi ukuran panjang 29 mm, lebar 27 mm, tebal 5 mm menggunakan gerinda duduk sebanyak 12 potong spesimen.



Gambar 7 spesimen

Proses Perlakuan Panas

Adapun langkah-langkah sebagai proses perlakuan panas berikut:

- Spesimen terlebih dahulu di bersihkan dari kotoran yang menempel.
- Sembilan (9) spesimen di masukkan ke dalam tungku pembakaran (gambar 4) dan dipanaskan sampai temperatur 800 °C dengan *holding time* 40 menit.
- Setelah *holding time* terpenuhi maka sembilan (9) spesimen di *quenching* ke dalam oli SAE 20W- 50.

- Tiga (3) spesimen di panaskan kembali (*tempering*) pada suhu 180 °C dengan *holding time* 30 menit menggunakan media pendingin udara.
- Tiga (3) spesimen di panaskan kembali (*tempering*) pada suhu 410 °C dengan *holding time* 30 menit menggunakan media pendingin udara.
- Tiga (3) spesimen di panaskan kembali (*tempering*) pada suhu 520 °C dengan *holding time* 30 menit menggunakan media pendingin udara.

Tempat dan Waktu Penelitian

• Tempat Penelitian

- Laboratorium Teknik Mesin Universitas Negeri Malang untuk melakukan proses *heat treatment*.
- Laboratorium Teknik Mesin Universitas Negeri Jember untuk proses pengujian kekerasan.

• Waktu Penelitian

Waktu penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret – April 2019.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Data Penelitian

Pengujian dan pengumpulan data dilakukan pada spesimen baja JIS SUP 9 dengan ketebalan 5 mm yang telah melalui proses perlakuan panas *hardening* dan *tempering*. Data yang didapatkan dari pengujian yaitu nilai kekerasan permukaan metode *rockwell* dengan indenter intan dan beban 60 kgf. yang menghasilkan data-data yang berupa angka dalam tabel 4.

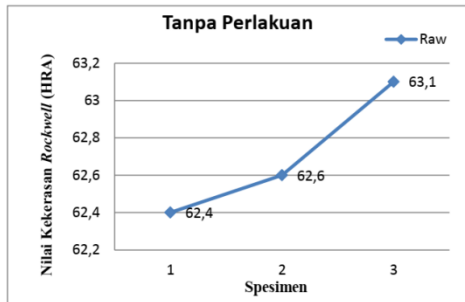
Tabel 4 Data hasil uji kekerasan permukaan

Suhu Tempering	Raw Material			180 °C			410 °C			520 °C		
Spesimen	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	D1	D2	D3
Nilai Kekerasan (HRA)	62,4	62,6	63,1	75,6	75,7	76,4	71	68,9	68,6	58,8	59,4	58,4
Rata-rata Nilai Kekerasan (HRA)	62,70			75,90			69,50			58,9		

Pembahasan

Raw Material (Tanpa Perlakuan)

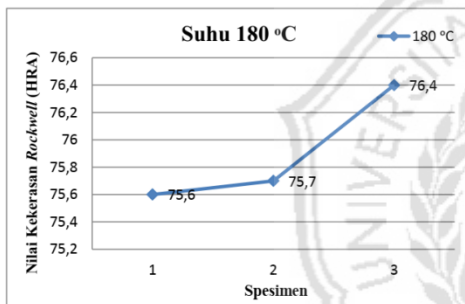
Raw material merupakan spesimen yang tidak mengalami perlakuan panas. Pada gambar 8 hasil pengujian *raw material* didapatkan nilai kekerasan terendah di spesimen 1 bernilai 62,4 HRA, sedangkan pada spesimen 3 menunjukkan nilai kekerasan tertinggi yakni 63,1 HRA dengan *range* 0,7 HRA dan rata-rata total 62,7 HRA. Perbedaan nilai kekerasan pada *raw material* diperkirakan letak titik pengujian dan akibat dari proses penggosokan / pemolesan spesimen yang tidak sama.



Gambar 8 Grafik nilai kekerasan spesimen *raw* (tanpa perlakuan)

Suhu *Tempering* 180 °C

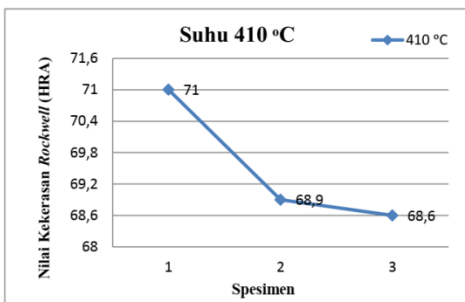
Data hasil Pengujian kekerasan *rockwell* pada spesimen baja JIS SUP 9 dengan perlakuan panas *tempering* 180 °C. Pada gambar 9 nilai kekerasan tertinggi 76,4 HRA pada spesimen 3, sedangkan di spesimen 1 nilai kekerasan terendah 75,6 HRA dengan *range* 0,8 HRA.



Gambar 9 Grafik nilai kekerasan spesimen suhu *tempering* 180 °C

Suhu *Tempering* 410 °C

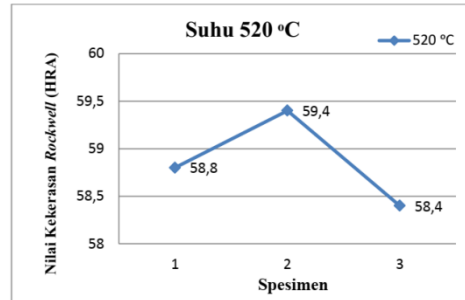
Data hasil Pengujian kekerasan *rockwell* pada spesimen baja JIS SUP 9 dengan perlakuan panas *tempering* 410 °C. Pada gambar 10 nilai kekerasan tertinggi 71,0 HRA pada spesimen 1, sedangkan di spesimen 3 nilai ekerasan terendah 68,6 HRA dengan *range* 1,4 HRA.



Gambar 10 Grafik nilai kekerasan spesimen suhu *tempering* 410 °C

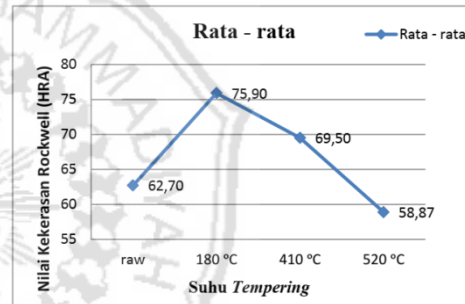
Suhu *Tempering* 520 °C

Data hasil Pengujian kekerasan *rockwell* pada spesimen baja JIS SUP 9 dengan perlakuan panas *tempering* 520 °C. Pada gambar 11 nilai kekerasan tertinggi 59,4 HRA pada spesimen 2, sedangkan di spesimen 3 nilai kekerasan terendah 58,4 HRA dengan *range* 1 HRA.



Gambar 11 Grafik nilai kekerasan spesimen suhu *tempering* 520 °C

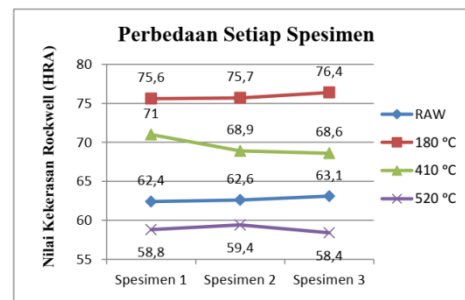
Nilai Rata – rata



Gambar 12 Grafik perbedaan nilai rata-rata masing-masing spesimen

Pada gambar 12 dapat dilihat adanya kenaikan sekitar 21% dan 11 % nilai kekerasan rata-rata dari *raw* di suhu *tempering* 180 °C dan 410 °C, tetapi pada suhu *tempering* 520 °C terjadi penurunan sekitar 5% dibawah nilai kekerasan *raw*.

Perbedaan Nilai Spesimen



Gambar 13 Grafik perbedaan nilai kekerasan masing-masing spesimen

Pada gambar 13 dapat dilihat nilai kekerasan tertinggi pada spesimen 3 di suhu *tempering* 180 °C. Berdasarkan gambar 9 pada spesimen 1 adanya meningkatnya nilai kekerasan di suhu *tempering* 180 °C 17% dan 410 °C 14%, sedangkan di suhu *tempering* 520 °C terjadi penurunan 6% dari kekerasan *raw*.

Pada spesimen 2 adanya meningkatnya nilai kekerasan di suhu *tempering* 180 °C 21% dan 410 °C 11%, sedangkan di suhu *tempering* 520 °C terjadi penurunan 5% dari kekerasan *raw*. Pada spesimen 3 meningkat nilai kekerasan pada suhu *tempering* 180 °C 21% dan 410 °C 9%, sedangkan di suhu *tempering* 520 °C terjadinya penurunan nilai kekerasan 7% dari kekerasan *raw*.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dan pembahasan pada baja JIS SUP 9 dengan ketebalan 5 mm setelah proses *hardening* dan *tempering* terhadap sifat mekanik (kekerasan), maka dapat diambil kesimpulan dari pengujian kekerasan pada baja JIS SUP 9 baru hasil proses *hardening* dan *tempering* diperoleh nilai kekerasan rata-rata tertinggi pada spesimen dengan suhu *tempering* 180 °C yakni 75,9 HRA meningkat sekitar 21 % dari kekerasan *raw*. Nilai rata-rata terendah terjadi pada suhu *tempering* 520 °C yakni 61,72 HRA menurun sekitar 2 % dari kekerasan *raw*. Pada suhu *tempering* 410 °C mendapatkan nilai kekerasan rata-rata 69,5 HRA meningkat sekitar 11 % dari kekerasan *raw*. Hal tersebut terjadi karena semakin tinggi suhu *tempering* maka akan menurunkan nilai kekerasannya.

Saran

Untuk penelitian selanjutnya perlu dilakukan pengontrolan pada proses penggosokan / pemolesan spesimen dan penentuan letak titik pengujian yang sama. Memperbanyak variasi suhu *tempering*, waktu tahan yang lebih banyak dan melakukan uji struktur mikro baja JIS SUP 9.

DAFTAR PUSTAKA

Adawiyah,R. 2015. “Pengaruh Beda Media Pendingin Pada Proses Hardening Terhadap Kekerasan Baja Pegas Daun”. Poros Teknik Volume 7, No. 1, Juni 2015 :1-53.

Amanto, H. dan Daryanto, 1999. *Ilmu Bahan*. Jakarta, Bumi Aksara.

ASTM Handbook E 18. 2007. *Standard Test Methods for Rockwell Hardness and Rockwell Superficial Hardness of Metallic Materials*. West Conshohocken: ASTM International, www.astm.org

JIS Handbook,1979. *Ferrous Material Dan Metallurgy*, Japan.

Mamanal, I. P. dan Akhir, M. 2015. *Pengaruh Temperatur Hardening Terhadap Peningkatan Sifat Mekanis Dan Struktur Mikro Leaf Spring HIJET 1000*. *Jurnal Blitek*. Vol. 5. No. 9. Hal 1-12.

Mersilia,A. 2016. *Pengaruh Heat Treatment Dengan Variasi Media Quenching Air Garam Dan Oli Terhadap Struktur Mikro dan Nilai Kekerasan Baja Pegas Daun AISI 6135*. Skripsi tidak diterbitkan.Lampung: Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam universitas Lampung.

Pusat Lingkaran. 2017. *Pengujian Kekerasan Bahan dengan Metode Rockwell*.

Sahwendi. 2013. *Pengaruh Perlakuan Panas, Variasi Suhu Tempering dan Lama Waktu Penahanan terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Baja Pegas daun Karbon Sedang*. (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung.

Schonmetz, dan Gruber, A. K. 1985. *Pengetahuan Bahan dalam Pengerjaan Logam*. Aksara. Bandung. Hal 82-85.