

PENGARUH PERLAKUAN PANAS *HARDENING* DAN *TEMPERING* TERHADAP KEKERASAN (*HARDNESS*) BAJA AISI 1045

Randy Rifnaldi ¹, Mulianti ²

¹Universitas Negeri Padang, Indonesia

²Universitas Negeri Padang, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Diterima: 1 Agustus 2019

Direvisi: 2 Agustus 2019

Diterbitkan: 7 Agustus 2019

KATA KUNCI

Pengaruh, *Hardening*, *Tempering*,
Kekerasan

KORESPONDEN

E-mail:

randy.rifnaldy@gmail.com

muliantihendrik@gmail.com

A B S T R A K

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh perlakuan panas hardening & tempering terhadap perubahan sifat mekanik baja karbon sedang AISI 1045. sifat mekanik yang diteliti adalah kekerasan. Pada penelitian ini baja AISI 1045 dilakukan pengujian bahan tanpa mengalami perlakuan panas sebelumnya dan menganalisis hasil pengujiannya. Kemudian dengan baja karbon yang sama (AISI 1045) di-berika perlakuan panas hardening yang di dingin secara cepat, kemudian di lanjutkan dengan perlakuan tempering dengan variasi temperatur, ditahan dan didinginkan dengan media pendingin udara. kemudian dilakuakn pengujian bahan dan menganalisis data hasil pengujian guna mengetahui perbedaan sifat mekanik baja AISI 1045 sebelum dan sesudah mengalami proses perlakuan panas yang telah diberikan. Dalam penelitian ini hasil pengujian kekerasan brinell mengalami perubahan, nilai kekerasan brinell awalnya naik seiring naiknya suhu perlakuan yang di berikan, akan tetapi dibawah suhu 300°C nilai kekerasan mengalami penurunan. Perlakuan panas yang diberikan dalam penelitian ini memberikan dampak kenaikan kekerasan yang bisa di amati pada baja AISI 1045.

PENDAHULUAN

Baja adalah sebuah senyawa antara Besi (Fe) dan Karbon (C) , dimana sering juga ditambahkan unsur lain untuk mendapatkan sifat-sifat tertentu yang dikehendaki. Baja merupakan salah satu logam yang banyak digunakan dalam berbagai bidang, terutama dibidang industri permesinan dan konstuksi. Salah satu dari sekian banyak baja adalah baja karbon AISI 1045.

Baja karbon AISI 1045 adalah jenis baja yang tergolong kedalam baja paduan karbon sedang, yang banyak digunakan sebagai bahan utama pembuatan komponen atau elemen mesin, seperti : poros, roda gigi, batang penghubung piston, dan rantai, menurut penggunaan

termasuk kedalam baja konstruksi, kandungan unsur pada baja karbon AISI 1045 menurut standar ASTM A 827-85 adalah :

Tabel 1. Unsur pada Baja Karbon AISI 1045

Unsur	%	Sifat Mekanik lainnya
Karbon	0,42-0,50	<i>Tensile strength</i>
Mangan	0,60-0,90	<i>Yield Strength</i>
Sulfur	Maks, 0,035	<i>Elongation</i>
Fosfor	Maks, 0,040	<i>Reduktion in area</i>
Silican	0,15-0,40	<i>Hardness</i>

Sumber: AISI (American Iron and Steel Institute).

AISI 1045 adalah baja karbon yang mempunyai kandungan karbon sekitar 0,45-0,50 dan termasuk golongan baja karbon sedang atau menengah. Baja karbon sedang merupakan salah satu material yang banyak diproduksi dan digunakan untuk membuat alat-alat atau bagian mesin karena baja karbon sedang memiliki sifat yang dapat dimodifikasi sedikit ulet (*dactile*) dan tangguh (*toughnes*) (Davis, 1982).

Elemen mesin yang terbuat dari baja karbon AISI 1045, seperti : (1) roda gigi yang berfungsi sebagai komponen yang mentransmisikan daya, (2) poros yang berfungsi sebagai komponen meneruskan tenaga bersama-sama dengan putaran, (3) batang penghubung piston berfungsi sebagai komponen pemindah tenaga, dan (4) rantai yang berfungsi sebagai komponen pemindah tenaga dan putaran.

Pada fenomena yang terjadi di lapangan, penggunaan elemen mesin yang terbuat dari baja karbon AISI 1045 ini tidak luput dari kerusakan, sehingga mengakibatkan kegagalan operasi. Sesuai dengan pendapat Budy, S, Zonny, A, p, dan Nofri, H (2017) menyatakan bahwa semua elemen mesin yang digunakan dalam pengoperasian akan menerima pengaruh gaya luar yang berupa tegangan- tegangan gesek, tarik, maupun tekan, sehingga mengalami deformasi dan perubahan bentuk.

Pada pengoperasian mesin, kegagalan suatu elemen mesin dapat terjadi dalam berbagai wujud seperti : *yielding*, retak, patah, piting, korosi, putus bengkok, dan penyebab kegagalan juga bermacam-macam seperti: salah disain, cacat material, temperatur lingkungan, waktu dan beban operasional atau beban mekanik .

Pemaparan fenomena yang terjadi dilapangan untuk penggunaan elemen mesin yang terbuat dari baja karbon sedang AISI 1045 dibatasi pada kegagalan elemen mesin yang diakibatkan oleh beban personal atau beban mekanik. Pada pengoperasian mesin, elemen-elemen mesin akan selalu menerima pembebanan berulang, intensitas pembebanan mengakibatkan kelelahan yang akhirnya berakibat kegagalan pada elemen mesin. Beban operasional dalam bentuk gaya, momen, tekanan, gesekan, tarikan . Adapun sifat mekanik baja karbon AISI 1045 dapat dilihat pada Tabel 2. Sebagai berikut:

Tabel 2. Sifat Mekanik Material Baja Karbon AISI 1045

Sifat Mekanik	Keterangan
Kekuatan Tarik	396 N/mm ²
Kekuatan Luluh	380 N/mm ²
<i>Elogation</i>	16 % / mm ²

Modulus Elastisitas	200 Gpa
Massa Jenis	7,89 gr/cm

Sumber: AISI (American Iron and Steel Institute).

Beban operasional elemen mesin yang terbuat dari baja karbo AISI 1045 pada : (1) Roda Gigi saat beroperasi akan menahan beban gesek, secara terus menerus selama operasi yang akan menimbulkan keadaan seperti lecet (*scufing*) permukaan, merambat ke retak (*crack*) dan patah, dan aus (*wear*). (2) Poros pada aplikasi dan saat pengoperasiannya akan sering menerima beban berupa gaya puntir, gaya tarik/tekan, gaya geser, gaya bengkok, gaya kejut. (3) Rantai pada penggaplikasiannya dan operasinya sering menerima beban berupa gaya tarik, tegangan. dan (4) Batang Penghubung Piston saat beroperasi akan menerima beban tekan, aksial, dan lenturan.

Pembebanan yang di terima dan di tahan oleh tiap-tiap elemen mesin di saat pengoperasiannya terjadi secara berulang, apabila beban yang diterima dan ditahan oleh tiap-tiap elemen mesin lebih besar dari kemampuan bahan dasar , maka akan mengakibatkan kegagalalann pada elemen mesin.

Pada dasarnya setiap material memiliki sifat-sifat tertentu seperti sifat fisik, sifat mekanik, sifat termal, sifat elektrik, sifat magnetik . Sifat fisik material merupakan karakteristik suatu material yang terjadi akibat fakto-faktor fisik, seperti masa jenis, berat jenis, pengantar listrik dan bentuk material. sifat mekanik material adalah sifat yang berhubungan dengan sespon material akibat beban yang berkerja. Menurut Rizal, Y. (2014) menyatakan sifat mekanik adalah sifat yang menyertakan kemampuan suatu material dalam menerima beban, gaya, dan energi tanpa menimbulkan kerusakan pada material. sifat mekanik dari suatu material adalah kekuatan (*streanght*), kekakuan (*stiffness*), plastisitas (*plastialy*), keuletan (*duktiliti*), ketangguhan (*toughness*), kegetasan (*brittleness*), kelelahan (*fatigue*) dan kekerasan (*hardness*).

Budy, S, Zonny, A, p, dan Nofri, H, (2017) menyatakan untuk memperbaiki sifat mekanik suatu material dapat dilakukan dengan cara perlakuan panas pada material, proses ini meliputi pemanasan material pada suhu tertentu, dipertahankan pada waktu tertentu, dan didinginkan pada media tertentu pula. Perlakuan panas mempunyai tujuan untuk meningkatkan kekerasan, menghilangkan tegangan internal, menghaluskan butiran kristal, meningkatkan kekerasan, meningkatkan tegangan tarik logam,

Berdasarkan yang telah dipaparkan di atas, dengan melakukan perlakuan panas pada material dapat meningkatkan sifat mekanik material. selanjutnya peneliti merasa perlu untuk melakukan penelitian lebih lanjut sebagai upaya menanggulangi permasalahan pada elemen mesin yang terbuat dari baja karbon AISI 1045. Peneliti menawarkan solusi dengan meningkatkan sifat kekerasan dari baja aisi 1045 melalui perlakuan panas *hardening*, Akan tetapi keuletan dan ketangguhan akan menjadi rendah, Schey , J.A, (2000) mengatakan dalam berbagai aplikasi seperti roda gigi, poros, komponen-komponen yang mengalami keausan, diharapkan ada kekerasan tinggi pada permukaannya yang di kombinasikan dengan ketangguhan yang baik di keseluruhan body komponen. utuk itu perlu dilakukan

perlakuan panas lanjutan sehingga meningkatkan keuletan dan ketangguhan baja aisi 1045 melalui pererlakuan panas tempering yang suhu nya berkisar : 200°C, 300°C, 400°C, 500°C, 550°C , 600°C.

Sehingga diharapkan hasil dari penelitian ini akan memberikan kontribusi pada baja karbon AISI 1045 yang memiliki martensit pada permukaan tetapi menjadi perlit pada bagian dalam yang artinya setelah melalui proses perlakuan panas, baja karbon AISI 1045 akan meningkat keuletan dan ketangguhan, serta kekuatan dan kekerasan yang tinggi. Untuk mengetahui nilai dari kekerasan dari baja AISI 1045 setelah mengalami perlakuan dapat kita lakukan pengujian sifat mekanik bahan, serta hasil akhir dari pengujian ini akan dilampirkan dengan diagram.

Baja adalah campuran besi dan karbon, dengan kandungan karbon maksimum 1,5%. Karbon terjadi dalam wujud karbid besi, sehingga meningkatkan kekerasan baja. Baja yang merupakan paduan besi dan karbon dapat berisi konsentrasi dari elemen campuran lainnya. Ada ribuan campuran logam lainnya yang mempunyai komposisi berbeda. Sifat mekanis dari baja sangat sensitif terhadap kandungan karbon yang mana secara normal kurang dari 2,0%. Sebagian dari baja digolongkan menurut konsentrasi karbon, yakni ke dalam baja karbon rendah, medium dan tinggi.

Menurut Wahyudin K dan Wahjoe H (1978: 46), baja karbon adalah paduan besi karbon dimana unsur karbon sangat menentukan sifat-sifatnya, sedangkan unsur-unsur paduan lainnya yang biasa terkandung di dalamnya terjadi karena proses pembuatannya. Sifat baja karbon ditentukan oleh persentase karbon dan struktur mikro. Selain oleh karbon sifat baja ditentukan pula oleh adanya unsur-unsur lain yang terpadu seperti mangan, silisium, pospor, dan belerang, yang umumnya berasal dari bahan-bahan seperti pengoksid, bahan bakar sewaktu proses peleburan dan lain-lain. Terkandungnya gas-gas seperti O₂, N₂ dan H₂ yang terjadi pada waktu proses pembuatan baja, juga bisa mempengaruhi sifat baja.

Pengaruh unsur silisium dan mangan akan mengurangi pengaruh buruk dan oksida besi, karena pada waktu proses pemurnian besi oksida tersebut dibebaskan oleh kedua unsur tersebut. Kadar silisium dalam baja antara 0,35-0,4% dan mangan 0,5-0,8%. Belerang dan posfor memberikan pengaruh buruk terhadap sifat baja, dimana belerang menurunkan sifat mekanis, terutama menurunkan keliatan serta menyebabkan pengaruh tidak baik pada mampu las dan tahan karat pada baja. Namun keberadaannya dalam konsentrasi yang kecil dapat meningkatkan sifat mampu mesin (*machine ability*) dari baja. Kadar belerang berkisar antara 0,06-0,35%. Adanya mangan akan mengurangi pengaruh buruk belerang

Pospor menimbulkan perubahan struktur kristal sehingga kekuatan tarik dan batas lumer meningkat, tetapi sifat plastis dan keliatannya sangat berkurang. Pospor menjadikan baja menjadi getas dingin. Kadar pospor dalam baja dibatasi antara 0,08-0,25%. Keberadaan pospor juga berperan dalam meningkatkan sifat mampu mesin pada baja.

Pengaruh nitrogen, oksigen dan hidrogen akan menyebabkan turunnya kekuatan pukul dan batas kelelahan. Unsur-unsur ini merupakan kotoran berupa oksida-oksida, nitrida atau

senyawa lainnya. Untuk membatasi unsur-unsur ini penguangan baja kadang dilakukan didalam vakum.

Menurut Wahyudin, K, dan Hidayat, W, (1978: 47), baja paduan adalah baja yang mengandung sebuah unsur lain atau lebih dengan kadar yang berlebih dari pada kadar biasanya dalam baja karbon. Unsur-unsur yang biasanya terdapat dalam baja karbon adalah C, Mn, Si, P dan S. agar memperoleh sifat-sifat yang lebih baik maka kadar Mn atau Si ditambah, atau unsur-unsur lain seperti Cr, Ni, Mo, Co, Ti, W dan sebagainya. Dengan demikian selain memperbaiki sifat-sifat mekanisnya juga memperbaiki sifat tahan korosi, tahan suhu tinggi, tahan aus dan sifat-sifat listrik serta magnetiknya.

Unsur-unsur paduan yang dipakai dalam pembuatan baja paduan terdiri dari satu macam unsur atau lebih dengan kadarnya yang berbeda-beda, tergantung dari keperluan sehingga baja paduan menjadi banyak macam dan jenisnya.

Menurut Wahyudin K dan Wahjoe Hidayat (1978: 47), “Menurut kadar unsur paduan, baja paduan dapat dibagi dalam dua golongan yaitu baja paduan rendah dan baja paduan tinggi atau baja paduan khusus”. Baja paduan rendah adalah baja yang sedikit mengandung unsur paduan dibawah 10%, sedangkan baja paduan tinggi dapat mengandung unsur paduan diatas 10%. Baja paduan rendah dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

- 1) Baja paduan rendah kekuatan tinggi
- 2) Baja paduan rendah biasa

Baja paduan rendah berkekuatan tinggi mempunyai sifat mekanis dan tahan korosi yang lebih baik, dari pada baja paduan rendah biasa. Baja paduan rendah dibuat melalui proses pengerolan, baik dalam keadaan dilunakkan atau dinormalkan, karena kadar karbonnya yang rendah baja ini relatif lunak dan liat, sehingga memudahkan dalam pembentukan dan pengelasan. Silisium, mangan, nikel, khrom ditambahkan dalam baja ini sebagai unsur paduan dengan jumlah total tidak melebihi 5%. Unsur-unsur ini membentuk larutan padat dengan ferit sehingga menambah kekuatan baja. Baja paduan rendah biasa umumnya mengandung paling sedikit 0,3% karbon yang dengan mudah baja dapat dikeraskan. karena adanya unsur-unsur nikel, khrom, mangan dan molibdenum maka baja ini mempunyai sifat dapat dikeraskan yang baik. Bila dikeraskan dan ditemper sampai kekerasan tertentu atau bila mana seluruhnya berstruktur martensit, maka baja-baja seperti ini mempunyai gejala yang menunjukkan sifat mekanis yang sama dengan baja karbon biasa yang berkadar karbon sama.

1. Baja AISI 1045

Baja karbon AISI 1045 merupakan salah satu jenis baja karbon rendah (0,43 – 0,50 %C berat) yang banyak digunakan dipasaran karena memiliki banyak keunggulan. Baja ini memiliki karakteristik : sifat mampu mesin yang baik, *wear resistance*-nya baik, dan sifat mekaniknya menengah. Dengan bantuan diagram fasa yang merupakan landasan untuk perlakuan panas bagi logam, dan diagram fasa besi-karbon diberlakukan untuk baja. Memahami diagram fasa menjadi sebuah tuntutan karena terdapatnya hubungan antara struktur mikrodengan sifat-sifat mekanis suatu material, yang semuanya berhubungan dengan karakteristik diagram fasanya. Diagram fasa juga memberikan informasi penting tentang titik leleh, titik kristalisasi, dan fenomenalainnya.

Tabel 4. Unsur pada Baja Karbon AISI 1045

Unsur	%	Sifat Mekanik lainnya
Karbon	0,42-0,50	<i>Tensile strength</i>
Mangan	0,60-0,90	<i>Yield Strength</i>
Sulfur	Maks, 0,035	<i>Elongation</i>
Fosfor	Maks, 0,040	<i>Reduktion in area</i>
Silican	0,15-0,40	<i>Hardness</i>

Sumber: AISI (American Iron and Steel Institute).

Tabel 5. Sifat Mekanik Material Baja Karbon AISI 1045

Sifat Mekanik	Keterangan
Kekuatan Tarik	396 N/mm ²
Kekuatan Luluh	380 N/mm ²
<i>Elongation</i>	16 % / mm ²
Modulus Elastisitas	200 Gpa
Massa Jenis	7,89 gr/cm

Sumber: AISI (American Iron and Steel Institute).

ASIS (American Society for Automotive Engineering), standarisasi dengan sistem AISI dan SAE merupakan tipe standarisasi berdasarkan pada susunan atau komposisi kimia yang ada dalam suatu baja. AISI memakai standar penomotan yang sama dengan SAE, namun menambah uruf untuk menunjukkan proses pembuatan baja. Sebagai contoh prefix “C” untuk *electric arc furnace*. Ada beberapa ketentuan dalam standarisasi baja berdasarkan AISI atau SAE yaitu dinyatakan dengan 4 atau 5 angka, angka (1) pertama menunjukkan jenis baja, (2) menunjukkan kadar unsur paduan untuk baja paduan sederhana dan modifikasi jenis baja paduan untuk baja paduan yang kompleks, (3) dua angka atau tiga angka terakhir menunjukkan kadarkarbon persatuan persen(%), (4) bila terdapat huruf di depan angka maka uruf tersebut menunjukkan proses pembuatan bajanya.

Menurut George Krauss (1989:1-4), “*The Iron-carbon (Fe-C) diagram is a map that can be used to chart the proper sequence of operations for a given heat treatment.*”

Diagram kesetimbangan besi-karbon adalah sebuah gambaran yang semestinya digunakan sebagai dasar untuk melaksanakan perlakuan panas. Penggunaan diagram ini relatif terbatas karena beberapa metode perlakuan panas digunakan untuk menghasilkan struktur yang tidak seimbang (*non-equilibrium*). Akan tetapi pengetahuan mengenai perubahan fasa pada kondisi seimbang memberikan ilmu pengetahuan dasar untuk melakukan perlakuan panas. Pada diagram Fe-C material yang mengandung karbon dibawah 2% menjadi perhatian utama dalam perlakuan panas baja. Kandungan karbon yang lebih dari 2% tergolong pada baja tuang. Metode perlakuan panas baja didasarkan pada perubahan fasa austenite pada sistem Fe-C. Transformasi austenite selama perlakuan panas ke fasa lain akan menentukan struktur mikro dan sifat yang didapatkan pada baja (George Krauss: 1989).

Menurut Wahyudin, K, dan Hidayat, W, (1978: 9), “Sifat mekanik suatu logam adalah kemampuan atau kelakuan logam untuk menahan beban-beban yang dikenakan kepadanya, baik pembebanan statis atau dinamis pada suhu biasa, suhu tinggi ataupun suhu dibawah 0°.” Beban statis yaitu beban yang tetap baik besar maupun arahnya pada setiap saat. Sedangkan

yang dimaksud dengan beban dinamis yaitu beban yang besar dan arahnya berubah menurut waktu. Beban statis dapat berupa beban tarik, tekan, lentur, punter, geser dan kombinasi dari beban tersebut. Sedangkan beban dinamis dapat berupa beban-beban tersebut, beban tiba-tiba, berubah-ubah, dan beban jalar. Sifat mekanis logam ditentukan oleh keadaan pembebanan, yaitu statis dan dinamis yang menyangkut frekuensi pembebanan, kecepatan, lamanya pembebanan, keadaan lingkungan, suhu, tekanan dan besar pembebanan.

Menurut Zainuri, A.M, (2008: 104), “Sifat-sifat mekanik logam diantaranya berupa kekakuan (*stiffness*), kekuatan (*strenght*), elastisitas (*elasticity*), keuletan (*ductility*), kegetasan (*brittleness*), kelunakan (*malleability*), ketangguhan (*tough-ness*), dan kelenturan (*resilience*).”

Menurut Bondan T. Sofyan (2010: 34), kekerasan merupakan ukuran ketahanan material terhadap deformasi plastis terlokalisasi (misal: “Indentasi kecil” atau gores). Pengujian kekerasan yang terdahulu adalah uji kekerasan Mohs, berdasarkan skala kemampuan material untuk menggores material lain (dari 1 = talk sampai dengan 10 = intan). Pada saat ini terdapat berbagai metode pengujian kekerasan, seperti Brinell, Vickers, dan Rockwell. Pada metode pengujian kekerasan tersebut, umumnya, digunakan *indentor* kecil (Berbentuk bola atau piramid) yang ditekan ke permukaan bahan dengan mengontrol besar beban dan laju pembebanan. Indentasi (besar jejak) kemudian diukur dengan mikroskop ukur.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif. Metode penelitian ini adalah metode eksperimen yang bertujuan untuk mengetahui akan pengaruh atau akibat dari suatu perlakuan (*treatment*). Penelitian ini dilaksanakan selama empat bulan (April sampai Juli 2019), mulai dari penulisan proposal, seminar proposal, pembuatan spesimen, pengujian, pengolahan data dan analisa data dan pembuatan laporan. Tempat penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Padang.

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah jenis temperatur *Heat Treatment* yang telah ditentukan yaitu *hardening* 1000 °C. *tempering* 200°C, 300°C, 400°C, 500°C, 550°C dan media pendingin yang telah ditentukan yaitu dengan menggunakan air untuk *hardening* dan suhu ruangan untuk *tempering*. Sedangkan variabel terikatnya adalah nilai kekerasan. Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah jenis perlakuan panas, waktu penahanan dan operator. Objek yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja AISI 1045. Dalam penelitian ini ada beberapa tahapan teknik pengumpulan data yang peneliti lakukan, yaitu: melakukan pengukuran spesimen uji sebelum pengujian, melakukan pengujian kekerasan (*hardness tester*) terhadap specimen, Menyiapkan tabulasi data hasil pengujian dan mencatat data hasil pengujian.

Analisis pada penelitian ini dilakukan dengan pengambilan data dari alat ukur, maka hasil pengukuran dimasukkan ke dalam tabel, di hitung sejar teoritis dan di jelaskan dalam bentuk tabel serta grafik, sehingga hasil penelitiannya mudah dipahami. Analisis data dilakukan untuk mengetahui bagaimana pengaruh perlakuan *hardening* dan *tempering* terhadap tingkat kekerasan baja AISI 1045. Angka kekerasan brinell (BHN = Brinell hardness number atau lebih umum hb) dapat di peroleh dengan menggunakan rumus berikut :

$$BHN = \frac{P}{\frac{\pi}{2}D(D - \sqrt{D^2 - d^2})} \dots\dots\dots (1)$$

Atau

$$BHN = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})} \dots\dots\dots (2)$$

- Keterangan: BHN = Nilai angka kekerasan brinell (Kg/m²)
 p = gaya atau beban uji dalam kilogram gaya (kgf)
 D = Diameter indentor bola dalam mm
 d = diameter jejeak dalam mm

HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai yang diperoleh dari pengujian kekerasan berbeda – beda dikarenakan perlakuan pada tiap spesimen, spesimen mengalami suatu keadaan yang disebut dengan perubahan fasa atau transformasi austenite, pada suhu 912° C – 1399 ° C berupa fasa besi gama (γ -Fe), fasa besi austenit merupakan larutan padat intertisi antara karbon dan besi yang memiliki struktur Fcc. Fasa besi austenite terbentuk antara temperatur 912° C sampai dengan temperatur 1399° C, kelarutan karbon pada fasa austenit lebih besar hingga mencapai temperatur 1,14% kelarutan karbon, awalnya pada suhu pemanasan 300° C hingga mencapai temperatur 727° C besi memasuki fasa ferrite, saat fasa ferrite kelarutan karbon dalam besi sekitar 0,002% C, kemudian jika temperatur suhu dinaikan mencapai temperatur 912° C besi akan berubah ke fasa austenite, apabila fasa austenit diberikan kenaikan temperatur suhu maka besi akan memasuki fasa perlit. Fasa perlit merupakan campuran antara ferrite dan sementik yang berupa seperti plat – plat disusun secara bergantian antara ferrite dan sementik . fasa perlit terbentuk saat kandungan karbon mencapai 0,76 % C.

Besi fasa perlit akan memiliki sifat keras, ulet, dan kuat. Ketika fasa perlit didinginkan dengan kecepatan pendinginan yang tinggi besi fasa perlit berubah ke fasa martensi, fasa martensi tergolong ke bentuk struktur kristal, waktu fasa martensi terjadi proses difusi menyebabkan pergeseran atom secara serentak dengan waktu yang sangat singkat, atom yang tertinggal waktu terjadi pergeseran tetap berada dalam larutan padat, besi fasa martensi memiliki sifat kuat dan keras, akan tetapi besi ini juga bersifat getas dan rapuh.

Perlakuan *hardening* diberlakukan keseluruhan spesimen uji secara konstan suhu, waktu dan media pendingin saat proses pendinginan, kemudian spesimen diberikan perlakuan panas tambahan berupa *tempering*. Dengan variasi suhu 200° C, 300° C, 400° C, 500° C, 550° C. *tempering* bertujuan untuk menurunkan kegetasan dan meningkatkan ketangguhan, *tempering* adalah proses pemanasan kembali dari baja yang telah dikeraskan, spesimen besi dengan fasa besi martensi berangsur – angsur berubah menjadi fasa sementit yang bulat – bulat dalam matrik perlit, besi dengan fasa perlit akan memiliki sifat yang keras, ulet dan kuat. Dengan suhu antara (150-300) ° C, (300-550) ° C, (550-650) ° C. makin tinggi suhu temperatur yang diberlakukan maka makin banyak perubahan fasa besi dari fasa martensi ke fasa perlit, keadaan ini yang menyebabkan perbedaan dari hasil pengujian kekerasan.

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, Nilai kekerasan baja S45C tanpa diberikan perlakuan panas dari tiga spesimen dan sembilan titik pengujian di dapat nilai kekerasan brinell berkisar 227,5 kg/mm² – 367,6 kg/mm².

Spesimen yang diberi perlakuan pemanasan hardening & tempering, dengan suhu tempering 200°C sebanyak tiga spesimen dan dilakukan pengujian sebanyak sembilan titik. Sebagian nilai kekerasan mengalami peningkatan dari nilai kekerasan spesimen tanpa perlakuan, yaitu berkisar antara 298,5 kg/mm²–477,7 kg/mm².

Spesimen yang diberi perlakuan pemanasan hardening & tempering, dengan suhu tempering 300°C sebanyak tiga spesimen dan dilakukan pengujian sebanyak sembilan titik. Sebagian nilai kekerasan mengalami peningkatan dari nilai kekerasan spesimen tanpa perlakuan, yaitu berkisar antara 298,5 kg/mm²–477,7 kg/mm².

Spesimen yang diberi perlakuan pemanasan hardening & tempering, dengan suhu tempering 400°C sebanyak tiga spesimen dan dilakukan pengujian sebanyak sembilan titik. Nilai kekerasan mengalami peningkatan dari nilai kekerasan spesimen tanpa perlakuan, yaitu berkisar antara 281,5 kg/mm²–477,7 kg/mm².

Spesimen yang diberi perlakuan pemanasan hardening & tempering, dengan suhu tempering 500°C sebanyak tiga spesimen dan dilakukan pengujian sebanyak sembilan titik. Nilai kekerasan tidak mengalami peningkatan dari nilai kekerasan spesimen tanpa perlakuan, yaitu berkisar antara 281,5 kg/mm²–367,6 kg/mm².

Spesimen yang diberi perlakuan pemanasan hardening & tempering, dengan suhu tempering 550°C sebanyak tiga spesimen dan dilakukan pengujian sebanyak sembilan titik. Nilai kekerasan tidak mengalami peningkatan dari nilai kekerasan spesimen tanpa perlakuan dan nilai yang ditunjukkan cenderung sama, yaitu berkisar antara 227,5 kg/mm²–227,5 kg/mm².

Baja AISI 1045 yang telah mengalami peningkatan dipengaruhi oleh perlakuan panas dan pendinginan, karena adanya variasi suhu saat melakukan perlakuan panas, sehingga diperoleh nilai kekerasan yang bervariasi. Berdasarkan hasil pengujian, kekerasan pada spesimen tanpa perlakuan memiliki rata-rata kekerasan yaitu 280 kg/mm², spesimen yang diberikan perlakuan hardening & tempering suhu 200°C memiliki rata-rata kekerasan yaitu 367 kg/mm², spesimen yang diberikan perlakuan hardening & tempering suhu 300°C memiliki rata-rata kekerasan yaitu 477,7 kg/mm², spesimen yang diberikan perlakuan hardening & tempering suhu 400°C memiliki rata-rata kekerasan yaitu 367 kg/mm², spesimen yang diberikan perlakuan hardening & tempering suhu 500°C memiliki rata-rata kekerasan yaitu 367 kg/mm², spesimen yang diberikan perlakuan hardening & tempering suhu 550°C memiliki rata-rata kekerasan yaitu 280 kg/mm². Perbedaan kekerasan pada daerah bahan dasar, perbedaan nilai kekerasan disebabkan oleh pengaruh perlakuan panas dan variasi suhu yang dilakukan. Dari data tersebut terlihat nilai kekerasan maksimum terdapat pada spesimen yang diberikan perlakuan hardening & tempering suhu 300°C. Peningkatan kekerasan disebabkan pengaruh perlakuan panas yang diberikan.

KESIMPULAN

Berdasarkan data hasil pengujian kekerasan brinell, menunjukkan. Kekerasan brinell yang dihasilkan pada spesimen tanpa perlakuan memiliki rata-rata kekerasan yaitu 280 kg/mm², kekerasan pada spesimen yang di hardening & tempering suhu 200°C memiliki rata-rata kekerasan yaitu 367,6 kg/mm², spesimen yang di hardening & tempering suhu 300°C memiliki rata-rata kekerasan yaitu 477,7 kg/mm², spesimen yang di hardening & tempering

suhu 400°C memiliki rata-rata kekerasan yaitu 367,6kg/mm², spesimen yang di hardening & tempering suhu 500°C memiliki rata-rata kekerasan yaitu 367,6kg/mm², spesimen yang di hardening & tempering suhu 550°C memiliki rata-rata kekerasan yaitu 280kg/mm². Dari data tersebut terlihat terdapat kenaikan nilai kekerasan pada spesimen yang diberikan perlakuan panas disebabkan pengaruh variasi suhu yang di berlakukan. Dalam penelitian ini hasil pengujian kekerasan brinell mengalami perubahan, nilai kekerasan brinell awalnya naik seiring naiknya suhu perlakuan yang di berikan, akan tetapi dibawah suhu 300°C nilai kekerasan mengalami penurunan. Perlakuan panas yang diberikan dalam penelitian ini memberikan dampak kenaikan kekerasan yang bisa di amati pada baja AISI 1045

DAFTAR RUJUKAN

- Ach.Muhib Zainuri. (2008). *Kekuatan Bahan*. Yogyakarta: Penerbit Andi.\
- AISI (American Iron and Steel Institute).
- Anrinal.(2013). *Metalurgi Fisik*. Yogyakarta: PenerbitAndi.
- ASTM Standar E10-01 Volume 03 01 (2003).
- Bondan T. Sofyan. (2010). *Pengantar Material Teknik*. Jakarta: Salemba Teknika
- Budi, S., Zonny, A.P, dan Nofri, H. 2017. *Analisis Kekerasan Baja ASSAB 705 Yang Diberikan Perlakuan Panas dan Pendingin*. Padang :Invotek-Hlm. 17-18.
- Hari Amanto dan Daryanto.(1999). *Ilmu Bahan*. Jakarta: PT. Bumi Aksara.
- Harsono Wiryosumarto. (2008). *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Schey, J.A.2009. *Proses Manufaktur*. Yogyakarta: Andi.
- Smallman R.E. dan Bishop.R.J. (1999). *Metalurgi Fisik Modern & Rekayasa Material*. Edisi Keenam. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Sugiyono. (2008). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatifdan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Wahyudin K dan Wahjoe Hidayat. (1978). *Pengetahuan Logam 2*. Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Zainuri, A.M 2008. *Kekuatan Bahan*. Yogyakarta: Andi.