



Analisis Pengaruh Variasi Temperatur Pemanasan Dan Holding Time Pada Perlakuan Panas Baja ST-42 terhadap Sifat Mekanik

Edi Santoso¹, Ninik Martini¹

¹ Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Indonesia

Email: edisantoso@untag-sby.ac.id

ABSTRAK

Hardening adalah salah satu jenis proses perlakuan yang bertujuan untuk memperbaiki sifat mekanik diantaranya untuk memperoleh nilai kekerasan dan kekuatan yang lebih baik. Hardening dilakukan dengan memanaskan material sampai ke temperatur austenite, ditahan pada temperature tersebut untuk waktu tertentu dan dilakukan pendinginan cepat dengan media pendingin tertentu. Pada penelitian ini menggunakan material baja ST-42 yang termasuk golongan baja rendah dan dilakukan proses laku panas hardening. Pada proses laku panas hardening ini dilakukan dengan memberikan variasi pada temperature pemanasan sebesar 825°C, 875°C, 925°C dan variasi pada holding time sebesar 20 menit, 25 menit, 30 menit setelah itu dilakukan Pengujian Tarik. Dari hasil Pengujian Tarik yang dilakukan, didapatkan Kekuatan Tarik Maksimum (UTS) yang terbesar pada variasi temperature pemanasan 825 0C dan holding time 25 menit, yaitu sebesar 687kg/ [mm] ^2 dan Kekuatan Tarik Maksimum terkecil pada variasi temperature pemanasan 8250C dan holding time 30 menit yaitu sebesar 445kg/ [mm] ^2 .

Kata kunci: *Hardening, Temperatur Pemanasan, Holding Time, Baja ST-42*

PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan teknologi yang semakin maju, logam menjadi peranan yang sangat penting untuk memenuhi kebutuhan industri. Dalam hal ini baja yang merupakan logam paduan yang paling banyak digunakan, mempunyai pengaruh besar dalam sektor tersebut. Logam besi yang merupakan unsur dasar dari pembuatan baja dapat dikembangkan dengan memberikan unsur-unsur yang lain, guna untuk meningkatkan kekuatan kekerasan dan keuletan sesuai kebutuhan yang diperlukan.

Proses perlakuan panas (Heat Treatment) merupakan salah satu proses untuk mengubah struktur logam dengan cara memanaskan logam tersebut pada temperature rekristalisasi selama periode waktu tertentu kemudian

didinginkan pada media pendingin seperti Air yang masing-masing mempunyai kerapatan pendinginan yang berbeda-beda. Pada proses ini baja dapat memperoleh sifat-sifat tertentu yang dapat digunakan sesuai kebutuhan.

Baja St 42 tergolong baja karbon rendah, dimana baja karbon rendah merupakan jenis baja yang banyak digunakan sebagai bahan konstruksi dalam berbagai bidang industri sebagai rangka konstruksi

Baja ST 42 ini mempunyai kandungan karbon kurang dari 0,30 %. ST 42 ini menunjukkan bahwa baja ini dengan kekuatan Tarik ≤ 42 kg/mm². (diawali dengan ST dan diikuti bilangan yang menunjukkan kekuatan Tarik minimumnya dalam kg/mm²)

Pada operasionalnya baja ini mengalami beban kejut, sehingga baja ini harus benar-

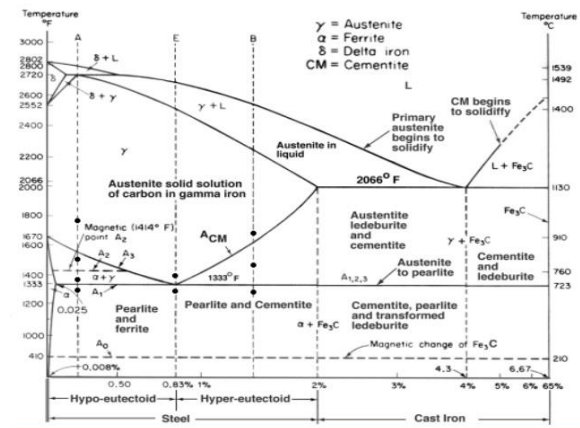
benar memiliki kekerasan dan ketahanan benturan yang baik. Berdasarkan penggunaannya baja jenis ini dapat dikembangkan dengan tujuan untuk memiliki sifat mekanik terutama kekerasan, kekuatan, ketangguhan dan keuletan yang baik. Apabila baja tersebut di panaskan kemudian dicelupkan dengan cepat maka akan menyebabkan peningkatan kekerasan dan kegetasan bahan tersebut sehingga dapat membahayakan pada penerapannya.

Proses pengerasan (Hardening) adalah suatu upaya kegiatan perlakuan panas yang dilakukan untuk memperoleh suatu benda kerja yang keras, proses ini dilakukan pada temperature austenite yang kemudian di quench pada media pendingin sampai menghasilkan martensit (varney,1962). Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan keuletan baja ST 42 melalui perlakuan heat treatment hardening Penelitian ini sangat diperlukan mengingat baja jenis ini digunakan secara luas sebagai komponen-komponen mesin

Diagram Fase

Baja merupakan logam yang sangat banyak digunakan, karena baja mempunyai banyak kegunaannya. Kegunaan baja sangat bergantung pada sifat-sifat baja yang sangat bervariasi yang diperoleh dengan pemaduan dan penerapan perlakuan panas. Sifat mekanik dari baja sangat bergantung pada struktur mikronya, sedangkan struktur mikro sangat mudah dirubah melalui proses perlakuan panas. Jika dipadu dengan karbon, transformasi yang terjadi pada rentang temperatur tertentu erat kaitannya dengan kandungan karbon. Diagram yang menggambarkan hubungan antara temperatur dimana terjadinya perubahan fasa selama proses pendinginan dan pemanasan yang lambat dengan kadar karbon disebut dengan diagram fasa (H. Anrinal, 2013).

Diagram ini merupakan dasar pemahaman untuk semua operasi-operasi perlakuan panas. Diagram ini juga merupakan dasar dari teknik paduan besi (baja dan besi tuang).



Gamnar 1. Diagram Fasa Fe-Fe₃C

Diagram kesetimbangan Fe-Fe₃C secara garis besar baja dapat juga dikelompokkan sebagai berikut:

- Baja hypo eutectoid dengan kandungan karbon 0,008%-0,80%.
- Baja eutectoid dengan kandungan karbon 0,8%.
- Baja hyper eutectoid dengan kandungan karbon 0,8%-2%.

Pada Gambar 1 ditampilkan diagram kesetimbangan Fe-Fe₃C, fasa-fasa yang terdapat pada diagram diatas dapat dijelaskan seperti berikut. A1 adalah temperatur reaksi eutectoid yaitu perubahan fasa γ menjadi α +Fe₃C (perlit) untuk baja hypoeutectoid. A2 adalah titik currie (pada temperatur 769°C), dimana sifat magnetik besi berubah dari feromagnetik menjadi paramagnetik. A3 adalah temperatur transformasi dari fasa γ menjadi α (ferit) yang ditandai pula dengan naiknya batas kelarutan karbon seiring dengan turunnya temperatur. Acm adalah temperatur transformasi dari fasa γ menjadi Fe₃C (sementit) yang ditandai pula dengan penurunan batas kelarutan karbon seiring dengan turunnya temperatur. sedangkan pada A1,2,3 adalah temperatur transformasi γ menjadi α +Fe₃C (perlit) untuk baja hyper eutectoid.

Perlakuan Panas (Heat Treatment)

Perlakuan panas merupakan suatu metode yang dipergunakan untuk merubah sifat-sifat mekanik dari suatu baja, seperti misalnya kekerasan, kekuatan, atau keuletannya.

Selama proses perlakuan panas dengan memvariasikan laju pendinginan (quenching) dari baja, ukuran butir dan pola butir dapat dikendalikan. Karakteristik butir dikendalikan untuk menghasilkan tingkat kekerasan dan kekuatan tarik yang berbeda. Secara umum, semakin cepat suatu logam didinginkan, maka ukuran butirnya akan semakin kecil.

Perlakuan panas (heat treatment) secara umum adalah sebagai berikut:

- Pemanasan material sampai suhu dan kecepatan tertentu.
- Mempertahankan suhu untuk waktu tertentu sehingga temperturnya merata antara permukaan dan inti.
- Pendinginan dengan media pendingin (air, minyak, atau udara/ media pendingin yang lain).

Ada beberapa syarat yang harus dipenuhi saat perlakuan panas (heat treatment):

- Suhu pemanasan harus naik secara teratur dan merata.
- Alat ukur suhu hendaknya seteliti mungkin.
- Laju pendinginan sesuai dengan jenis perlakuan panas yang dilakukan (R. Edy Purwanto, dkk. 2016).

Hardening

Hardening atau pengerasan biasanya dilakukan untuk memperoleh sifat tahan aus yang tinggi, dan / atau kekuatan dan fatigue limit / strength yang lebih baik. Pengerasan dilakukan dengan memanaskan baja ke daerah austenite lalu mendinginkan dengan cepat. Dengan pendinginan cepat ini terbentuk martensit, yang keras. Temperatur pemanasannya (temperatur austenitising), lamanya holding time, dan laju pendinginan untuk pengerasan ini banyak tergantung pada komposisi kimia dari baja. Kekerasan yang dapat dicapai tergantung pada kadar karbon dalam baja, keras yang terjadi akan tergantung pada temperatur pemanasan, holding

time dan laju pendinginan yang dilakukan pada proses laku panas ini, disamping juga pada hardenability baja yang dikeraskan itu.

Pengujian Tarik

Pengujian tarik bertujuan untuk menentukan ketahanan material yang diakibatkan oleh pemutusan batang uji. Pengujian ini merupakan salah satu bentuk Destructive test yang pada umumnya dilakukan pada bahan logam yang digunakan pada instalasi industri.

Dengan pengujian ini akan dapat diketahui tegangan tarik, perpanjangan (regangan), penyusutan (kontraksi) modulus elastis, tegangan mulur atau tegangan uji dari batang uji. Semua batang uji sudah dinormalisasikan dan beban tarik yang bekerja meningkat secara teratur sampai batang uji putus (Sunarya Ade, 2009). Pada saat pengujian perlu dilihat besarnya beban maksimum dan grafik yang terbentuk, sehingga nanti dapat diperoleh hasil regangan dan tegangan yang ada dalam proses uji tarik tersebut.

Pada saat material menerima beban P maka batang uji akan bertambah panjang dengan sebesar ΔL , pada batang uji bekerja sebesar :

$$\sigma = \frac{P}{A_0}$$

σ = Tegangan (kg/mm²)

P = Beban (Kg)

A_0 = Luasan batang uji mula-mula (mm²)

Pada saat terjadinya regangan pada batang uji besarnya adalah :

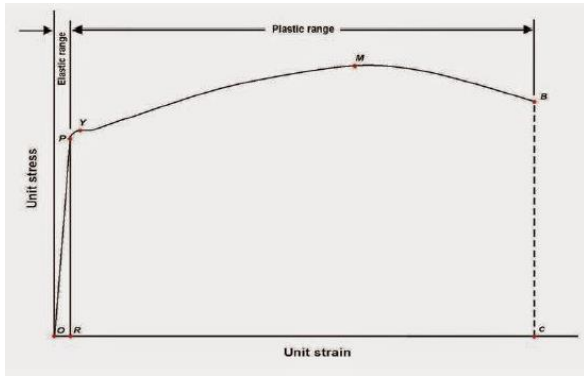
$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_0} = \frac{L - L_0}{L_0} \times 100\%$$

Dimana:

L_0 = panjang mula-mula spesimen (mm)

L = panjang benda uji yang diberikan beban (mm)

Dari diagram tegangan regangan tampak bahwa pada tegangan yang kecil berupa grafik lurus, yang berarti besarnya regangan berbanding lurus dengan besarnya tegangan yang bekerja (Hukum Hook) seperti gambar dibawah ini



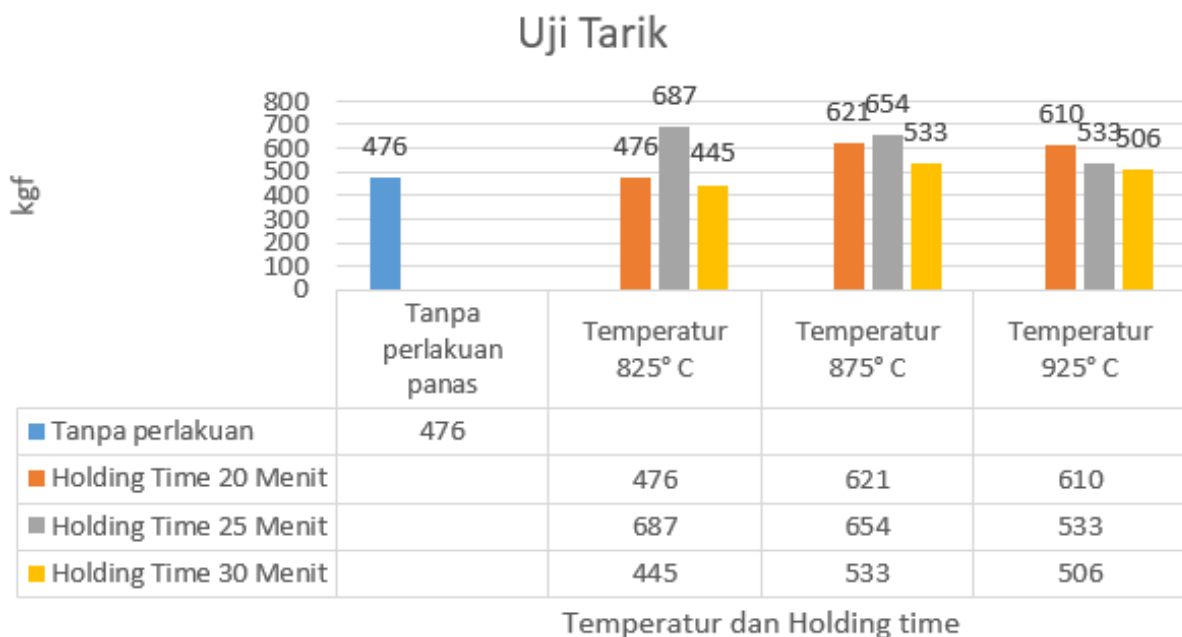
Gambar 2. Fiagram Tegangan Regangan

Apabila pengujian tarik dilakukan dengan penambahan beban secara perlahan mula mula akan terjadi penambahan panjang yang sebanding dengan penambahan gaya yang bekerja. Kesebandingan ini berlangsung terus sampai beban mencapai titik P (proporsionality limit), **setelah itu** pertambahan panjang yang terjadi sebagai akibat pertambahan beban tidak lagi berbanding lurus, pertambahan beban yang sama akan menghasilkan pertambahan panjang yang lebih besar. Dan pada suatu saat dapat terjadi pertambahan panjang tanpa adanya penambahan beban, batang uji bertambah dengan sendirinya. Pada kondisi seperti ini batang uji mengalami luluh (yield). Kondisi ini hanya berlangsung dalam beberapa saat dan sesudah itu beban akan naik lagi untuk dapat memperoleh pertambahan

panjang (tidak lagi proporsional). Keadaan beban ini akan berlangsung terus sampai maksimum, dan pada logam yang ulet (seperti pada baja karbon rendah), setelah itu beban mesin tarik akan menurun lagi tetapi pertambahan panjang terus berlangsung sampai akhirnya batang uji putus.

PROSEDUR EKSPERIMEN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dimana pada penelitian ini melibatkan variabel-variabel yang saling terkait satu sama lain. Vaeiabel- variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah variabel bebas, berupa temperature pemanasan dan holding time dan varibel terikatnya adalah hasil pengujian tarik sedangkan untuk variabel kontrolnya adalah media pendinginan air dengan volume 5 liter. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja ST 42. Sebelum dilakukan proses hardening, dibuat specimen yang menyesuaikan dengan specimen pengujian tarik standar ASTM E8. Untuk setiap variasi temperatur dan variasi holding time serta yang tidak memakai variasi tempertaur pemanasan dan holding time , masing dibuat tiga specimen untuk mendukung keakuratan hasil pengujian. Setelah specimen selesai dibuat maka dilakukan proses laku panas hardening dengan cara memanaskan



Gambar 3. Hasil Uji Tarik

specimen dengan variasi temperatur pemanasan 825°C, 875°C, 925°C dan holding time 20 menit, 25 menit, 30 menit. Kemudian baik specimen yang tanpa variasi maupun dengan variasi temperature pemanasan dan holding time dilakukan pengujian tarik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Gambar 3 memperlihatkan bahwa temperature pemanasan dan holding time berpengaruh pada hasil tegangan tarik maksimum. Terdapat 3 spesimen tanpa perlakuan dan 3 variasi temperatur dan holding time. Warna biru menunjukkan Tanpa perlakuan, warna orange menunjukkan dengan menggunakan temperatur pemanasan 825°C dan holding time 20 menit, warna abu-abu menunjukkan temperature pemanasan 875°C dan holding time 25 menit, serta warna kuning menunjukkan temperature 925°C dan holding time 30 menit.

Dari grafik di atas menunjukkan bahwa material tanpa perlakuan panas (*Haeattreatment*) memiliki Tegangan Tarik $476 \frac{kg}{mm^2}$ sedangkan Tegangan Tarik tertinggi adalah material dengan temperature pemanasan 825 °C dan holding time 25 menit, yaitu sebesar $687 \frac{kg}{mm^2}$ dan Tegangan Tarik Terendah adalah pada material dengan temperature pemanasan 825°C dan holding time 30 menit yaitu sebesar $445 \frac{kg}{mm^2}$. Dari grafik dapat menunjukkan bahwa untuk temperatur pemanasan 925°C, semakin lama holding timenya maka besar kekuatan tarik maksimumnya semakin turun sedangkan untuk holding time 25 menit, semakin besar temperature pemanasan maka kekuatan tarik maksimumnya semakin meningkat.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa kekuatan tari maksimum (UTS) yang tertinggi didapat pada variasi temperature pemanasan 825 °C dan holding time 25 menit, yaitu sebesar $687 \frac{kg}{mm^2}$ dan Tegangan Tarik Terendah adalah pada material dengan temperature pemanasan 825°C dan holding time 30 menit yaitu sebesar $445 \frac{kg}{mm^2}$.

REFERENSI

- Astrini, Indah Retno. "pengaruh heattreatmen dengan variasi media quenching air dan oli terhadap struktur mikro dan nilai kekerasan baja pegas daun aisi6135." (2016).
- George E.Dieter , Sriati Djaprie., *Metallurgi Mekanik* jilid 1 edisi ketiga 1996
- Khalid, Anhar, Dkk. "Analisa Pengaruh Beda Temperatur Pada Mikrostruktur Baja Carbon ST 42." *Jurnal INTEKNA, Tahun XIV 2* (2014): 102-209.
- Lesmono, Indra, and Yunus Yunus. "Pengaruh Jenis Pahat, Kecepatan Spindel, Dan Kedalaman Pemakanan Terhadap Tingkat Kekasaran Dan Kekerasan Permukaan Baja ST. 42 Pada Proses Bubut Konvensional." *Jurnal Teknik Mesin* 1.3 (2013): 48-55.
- Mersilia, Anggun. "Pengaruh Heat Treatment Dengan Variasi Media Quenching Air Garam dan Oli Terhadap Struktur Mikro dan Nilai Kekerasan Baja Pegas Daun AISI 6135." (2016).
- Rimpung, I. Ketut. "Pengaruh perlakuan panas terhadap kekerasan Baja (St. 42) dengan temperatur pemanasan 800° C, metode brinell, di laboratorium uji bahan politeknik negeri bali." *Logic: Jurnal Rancang Bangun dan Teknologi* 16.2 (2017): 87.
- Suarsana, K. and Astika, I.M., *Pengaruh Perlakuan Temperatur dan Waktu Penahanan Pack Carburizing*

Terhadap Umur Lelah Baja St
42. Jurnal Energi Dan
Manufaktur, 11(1), pp.21-24

T.V. Rajan, C.P. Sharma, Ashok Sharma. “**Heat Treatment: Principles and Techniques** “. Prentice-Hall of India, 1994.

Tata Surdia, Shinroku Saito. “**Pengetahuan Bahan Teknik**”. Edisi ketujuh. Jakarta: Pradya Paramita.2013

Trihutomo, Pihanto. "**Pengaruh Proses Annealing Pada Hasil Pengelasan Terhadap Sifat Mekanik Baja Karbon Rendah.**" *JURNAL TEKNIK MESIN* 22.1 (2015).