

EFEK WAKTU PERLAKUAN PANAS TEMPER TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN KETANGGUHAN IMPAK BAJA KOMERSIAL

Bakri* dan Sri Chandrabakty *

Abstract

The purpose of this paper is to analyze the effect of variable tempering time of heat treatment on strength and toughness of commercial steel. The specimens both tensile strength and impact toughness were austenitized at 1000°C during 45 minute and quenched in oil, then followed by tempering during 1 hour, 2 hours, 3 hours, and 4 hours. The result represents that tensile strength and toughness value are not significantly influence of various tempering time.

Keywords: Commercial steel, tensile strength, impact toughness

Abstrak

Tujuan penulisan ini adalah untuk menganalisa efek waktu perlakuan panas temper terhadap kekuatan dan ketangguhan baja komersial. Spesimen kekuatan tarik dan ketangguhan impak di austenisasi pada temperature 1000oC selama 45 menit dan di-quenching ke dalam oli. Proses ini dilanjutkan dengan proses temper selama 1 jam, 2 jam, 3 jam dan 4 jam. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kekuatan tarik dan ketangguhan tidak terlalu signifikan perubahannya terhadap variasi waktu temper.

Kata kunci: Baja komersial, kekuatan tarik, ketangguhan impak.

1. Pendahuluan

Baja komersial yang sering dipakai sebagai bahan perkakas dalam pembuatan komponen mesin-mesin produksi teknologi tepat guna di laboratorium Teknik Mesin UNTAD diperoleh dari pasaran dengan berbagai ukuran / dimensi. Jenis baja komersial adalah baja dalam bentuk batangan.

Baja ini untuk keperluan komponen mesin produksi seperti bahan poros, bahan pasak dan sebagainya diharapkan memiliki kekuatan dan ketangguhan yang baik, agar pada saat digunakan dapat menahan beban dan bertahan dalam waktu pengoperasian.

Selama ini, bahan tersebut yang diperoleh dari pasaran tidak dilakukan perlakuan sebelum digunakan. Salah satu cara dalam memperbaiki kualitas bahan tersebut adalah dengan

perlakuan panas yang diikuti dengan pemanasan temper agar didapatkan kekuatan dan ketangguhan yang diinginkan.

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisa efek variasi waktu perlakuan panas temper terhadap kekuatan dan ketangguhan baja komersial sebagai bahan untuk komponen mesin-mesin produksi teknologi tepat guna.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Perlakuan panas

Proses perlakuan panas bertujuan untuk meningkatkan sifat keuletan, memperbaiki kualitas permesinan, menurunkan tegangan dalam, meningkatkan sifat kekerasan dan sifat kekuatan tarik, dan menghasilkan sifat tangguh.

Pada saat material dipanaskan ada tiga faktor penting yang perlu diperhatikan yaitu temperatur logam

* Staf Pengajar Jurusan D3 Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tadulako, Palu

yang dipanaskan, lamanya logam ditahan pada temperatur tersebut dan kecepatan pendingin, dan material yang berada disekeliling logam pada saat dipanaskan, seperti pada pengerasan permukaan.

Pada proses pengerasan, pemanasan suatu material dilakukan sampai mencapai temperatur tertentu atau temperatur austenisasi suatu material yang diproses. Tujuan proses ini adalah untuk memperoleh tingkat kekerasan material yang diproses. Dari proses ini diharapkan adanya perubahan yang menghasilkan struktur mikro dengan fasa martensit.

Menurut reaksi proses pendinginan, sifat kekerasan suatu material yang dihasilkan kadang kala tidak diharapkan karena tingkat kekerasannya terlalu tinggi yang menyebabkan material bersifat rapuh. Kondisi ini dapat di atasi dengan melakukan proses temper (tempering process), disamping mengurangi kekerasan material juga dapat menambah keuletan material. Proses temper dilakukan pada temperatur di bawah kira-kira 723°C.

Temper merupakan suatu perlakuan panas yang digunakan untuk mengurangi kegetasan (*brittle*) pada baja tanpa menurunkan secara signifikan dari kekerasan dan kekuatannya. Dengan temper mikrostruktur baja akan homogen dan tegangan sisa akibat pemanasan yang tinggi selama di-*quenching* tereliminasi atau dapat diminimalisasi. Baja yang dikeraskan seharusnya ditemper sebelum dii gunakan

2.2 Sifat mekanis material

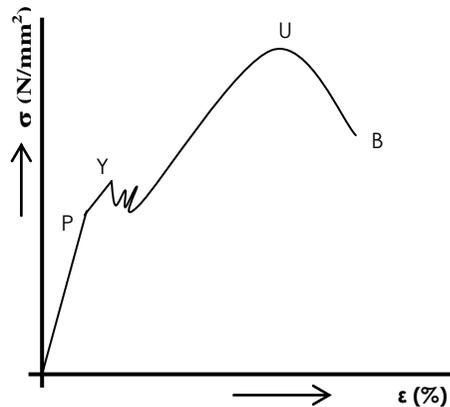
Sifat mekanis material merefleksikan hubungan antara deformasi terhadap beban atau gaya. Sifat mekanis material adalah kekuatan, keuletan, ketangguhan dan kekerasan.

Dalam penelitian ini, sifat mekanis yang ditinjau adalah sifat kekuatan dan ketangguhan.

a. Kekuatan Tarik

Kekuatan merupakan ukuran besar gaya yang diperlukan untuk

mematahkan atau merusak suatu bahan, hal ini biasa dinyatakan dalam hubungan tegangan – regangan.



Gambar 1. Grafik hubungan Tegangan - Regangan

Pada awal pembebanan hanya terjadi perubahan bentuk (perpanjangan) yang elatis, yaitu perpanjangan yang berbanding lurus dengan beban atau regangan awal berbanding lurus dengan besarnya tegangan, disamping itu ia mampu balik (*reversible*). Setelah tegangan ditiadakan, regangan lenyap. Apabila beban menjadi dua kali lebih besar, maka dalam daerah elastis perpanjangannya akan menjadi dua kali pula (hukum Hooke masih berlaku).

Pada pembebanan tertentu dimana hukum Hooke tidak berlaku garis itu mulai melengkung dan deformasi elastis masih terjadi . Bilamana beban dinaikkan akan terjadi deformasi permanen yang cukup kuat. Gejala ini disertai oleh proses mengulur. Seperti yang diperlihatkan pada Gambar 1. Deformasi permanen akan terjadi kalau beban dinaikkan sampai di atas Y.

Beban yang terendah pada kondisi mengulur ditunjukkan dengan Y (Gambar 1). Setelah melampaui fasa penguluran, beban akan naik sampai mencapai harga maksimum (U = *Ultimate*) di sertai oleh deformasi permanen (perpanjangan yang permanen). Dari grafik (Gambar 1)

terlihat bahwa di samping deformasi yang elastis terdapat pula deformasi yang permanen atau perpanjangan yang non-elastis. Walaupun volume batang mengalami sedikit penambahan, penambahan panjang yang di atas mengakibatkan reduksi penampang yang untuk sebagian bersifat elastis dan untuk sebagian bersifat non-elastis atau permanen.

Ketahanan suatu bahan terhadap deformasi plastik di kenal dengan istilah kekuatan luluh (*yield strength*). Nilai dari kekuatan luluh adalah besar gaya pada saat luluh dibagi dengan luas penampang. Untuk baja lunak, titik luluhnya dapat terlihat dengan jelas sedangkan pada bahan yang tanpa batas proporsional yang jelas, kekuatan luluhnya didefinisikan sebagai tegangan yang diperlukan untuk menghasilkan regangan plastik sebesar 0,2%.

Setelah kondisi luluh (*yielding*), tegangan sampai mencapai deformasi plastik pada bahan meningkat sampai mencapai kekuatan maksimum dan kemudian turun sampai bahan patah (*fracture*). Kekuatan tarik (*tensile strength*) suatu bahan ditetapkan dengan membagi gaya maksimum dengan luas penampang mula. Namun pada bahan yang ulet, luas penampang mengecil pada waktu beban maksimum dilampaui.

b. Ketangguhan Impak

Ketangguhan adalah jumlah energi yang diserap bahan sampai terjadi perpatahan.

Energi yang diserap tergantung dari besarnya usaha yang dilakukan terhadap luas penampang material. Material yang mempunyai kekerasan yang tinggi biasanya mempunyai ketangguhan yang lebih lebih rendah dibanding dengan bahan yang kekerasannya lebih rendah.

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengetahui korelasi sifat mekanis material terhadap pengaruh temper. Sigit Gunawan (2005) telah meneliti korelasi antara pengaruh suhu temper terhadap ketangguhan

impak dan kekuatan tarik baja AISI 420 dimana ketangguhan impak cenderung naik seiring dengan naiknya temperature temper, sebaliknya kekuatan tarik cenderung menurun dengan kenaikan temperatur temper. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Hasta Kuntara (2005) dengan baja X165CrMoV12 untuk bahan cetakan.

Pengaruh waktu tempering terhadap sifat mekanis bahan berupa kekerasan dan kekuatan dimana kekerasan turun dengan kenaikan waktu temper tetapi kekuatan tarik tidak terlalu berpengaruh terhadap waktu temper (V.N.Potluri, 2002).

3. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini, pengujian dilakukan terhadap benda uji yang telah di-temper pada temperatur 600°C dengan waktu yang berbeda-beda yaitu 1 jam, 2 jam, 3 jam dan 4 jam. Sebelum di temper benda di-austenisasi pada temperatur 1000°C selama 45 menit yang kemudian dicelupkan ke dalam oli.

Jenis pengujian yang dilakukan adalah pengujian tarik (*tensile testing*) dan pengujian impak (*impact testing*).

3.1 Pengujian Tarik

Alat uji tarik yang digunakan adalah Universal Testing Machine (UTM). Data yang diperoleh dari pengujian ini adalah :

- ❖ Beban tarik yang diberikan
- ❖ Perpanjangan (elongasi)

3.2. Pengujian Impak

Kekuatan impak dari suatu bahan adalah kemampuan bahan dalam menerima beban impak (dinamis) yang diukur dengan besarnya energi yang diperlukan untuk mematahkan batang uji dengan palu ayun.

Dalam pengujian ini digunakan uji impak Charpy.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Efek perlakuan panas temper terhadap kekuatan tarik

Pengaruh perlakuan panas temper dengan variasi waktu terhadap

kekuatan tarik material baja komersial dapat dilihat pada Tabel 1. Hasil pengujian tersebut menunjukkan pengaruh waktu temper pada baja komersial yang tidak terlalu signifikan berubahannya terhadap nilai kekuatan tarik (Gambar 2). Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh V.N. Potluri pada baja Stainless tipe 422. Namun, hasil autenisasi dan *quenching* tanpa perlakuan panas temper terlihat penurunan kekuatan tarik dan elongasi terhadap perlakuan panas temper dengan semua variasi waktunya.

Pada pengujian tarik dari baja komersial, terjadi deformasi elastis yang diikuti oleh deformasi plastis ketika terjadi penambahan panjang/elongasi dan terjadi penurunan luas penampang. *Work hardening* biasa terjadi di daerah plastis dan material menjadi lebih kuat.

Hasil temper yang telah dilakukan menghasilkan mikrostruktur baja homogen dan tegangan sisa akibat pemanasan yang tinggi selama di-*quenching* tereliminasi atau dapat diminimalisasi. Hal ini dapat terlihat dengan kenaikan elongasi (*ductility*) dari kondisi perlakuan panas austenisasi dan *quenching* ke kondisi perlakuan panas temper.

Tabel 1. Nilai kekuatan tarik dan elongasi terhadap kondisi perlakuan panas temper (Lihat bagian Lampiran)

Perlakuan Panas	Kekuatan, N/mm ²	Elongasi %
Austenisasi + Quenching	507.20	37.00
Temper 1 Jam	417.19	46.30
Temper 2 Jam	385.76	50.52
Temper 3 Jam	398.50	50.22
Temper 4 Jam	390.87	44.50

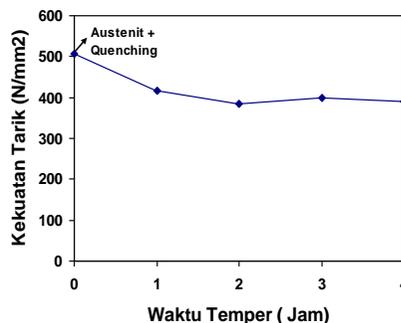
4.2. Pengaruh waktu temper terhadap ketangguhan

Ketangguhan material dapat ditentukan dengan pengujian impak. Hasil pengujian dapat dilihat di Tabel 2. Nilai ketangguhan baja komersial tidak terlalu berpengaruh dengan variasi

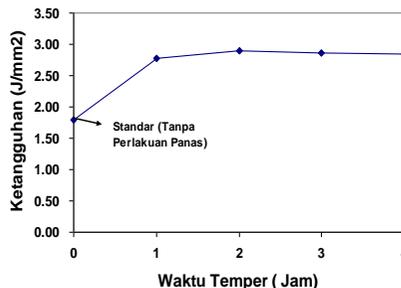
waktu temper (suhu temper 600°C) (Gambar 3). Nilai ketangguhan berfluktuasi terhadap lama waktu temper yaitu 1 jam, 2 jam, 3 jam dan 4 jam. Namun, ketangguhan material baja komersial ini naik dari kondisi standar (tanpa perlakuan) dibanding dengan material yang mengalami perlakuan panas temper untuk semua variabel waktu temper. Dalam hal ini, material baja komersial sebelum digunakan untuk keperluan komponen mesin sebaiknya dilakukan perlakuan panas temper agar ketangguhan baja bisa lebih stabil.

Tabel 2. Nilai ketangguhan terhadap kondisi perlakuan panas temper

Perlakuan Panas	Ketangguhan (J/mm ²)
Standar	1.79
Temper 1 Jam	2.78
Temper 2 Jam	2.90
Temper 3 Jam	2.87
Temper 4 Jam	2.85



Gambar 2. Hubungan kekuatan tarik Vs waktu temper.



Gambar 3. Hubungan ketangguhan vs waktu temper.

5. Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan analisa hasil pengujian dapat disimpulkan :

- 1) Kekuatan tarik dan ketangguhan baja komersial tidak terlalu berpengaruh secara signifikan terhadap variasi waktu (1 jam, 2 jam, 3 jam dan 4 jam) perlakuan panas temper (600°C).
- 2) Kekuatan tarik baja komersial yang diaustenisasi dan quenching tanpa temper lebih besar disbanding dengan kekuatan tarik dari baja komersial yang mengalami proses temper, tetapi elongasinya lebih besar.

6. Daftar Pustaka

Hasta, Kuntara, 2005, *Pengaruh Perlakuan Panas Tempering Terhadap Kekuatan Tarik dan Ketangguhan Impak Baja X165 CrMoV12 Untuk Cetakan*, Proceeding STTNas, Yogyakarta.

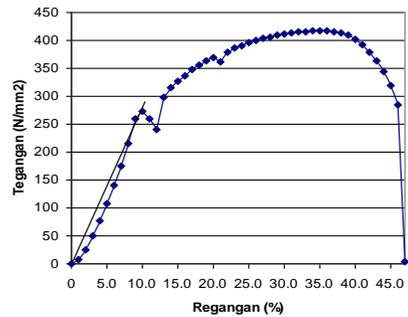
Sigit Gunawan, 2005, *Pengaruh Suhu Temper Terhadap Ketangguhan Impak dan Kekuatan Tarik Baja AISI 420*, Proceeding STTNas, Yogyakarta.

V.N.Potluri, 2004, *Effect of Heat Treatment On Deformation and Corrosion Behavior of Type 422 Stainless Steel*, Thesis of MSc in Mechanical Engineering Graduate College University of Nevada.

William D. Callister, Jr., 2001, *Material Science and Engineering- An Introduction*, John Wiley and Sons. Inc.

Lampiran-lampiran Kurva Tegangan-Regangan

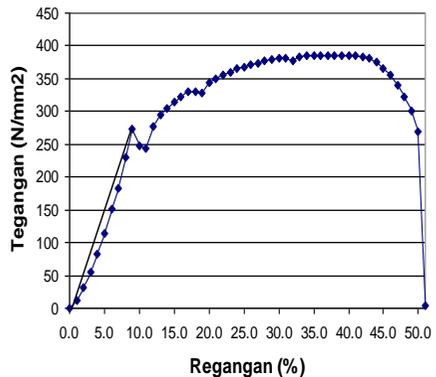
- Austenisasi + Quenching : 1000°C + Oli Temper selama 1 jam
 Diameter Spesimen : 9.47 mm
 Panjang : 50 mm
 Kekuatan Tarik Max. : 417.19 N/mm²
 Kekuatan Luluh : 272.73 N/mm²
 % elongasi : 46.30



Gambar 4 Grafik hubungan Tegangan - Regangan pada Uji tarik yang ditemper pada temperatur 600°C selama 1 Jam

Data hasil pengujian untuk Uji tarik yang ditemper pada temperatur 600°C selama 2 Jam sebagai berikut:

- Austenisasi+Quenching : 1000°C + Oli Temper selama 2 jam
 - Diameter Spesimen : 9.97 mm
 - Panjang : 50 mm
 - Kekuatan Tarik Max. : 385.75 N/mm²
 - Kekuatan Luluh : 273.23 N/mm²
 - % elongasi : 50.52

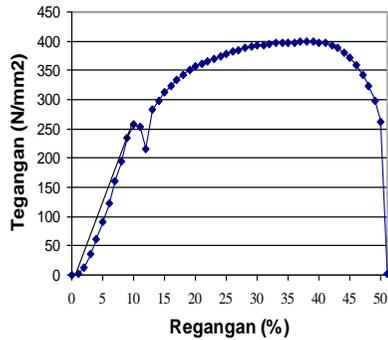


Gambar 5 Grafik hubungan Tegangan - Regangan pada Uji tarik yang ditemper pada temperatur 600°C selama 2 Jam

Data hasil pengujian untuk Uji tarik yang ditemper pada temperatur 600°C selama 3 Jam sebagai berikut:

- Austenisasi+Quenching : 1000°C + Oli

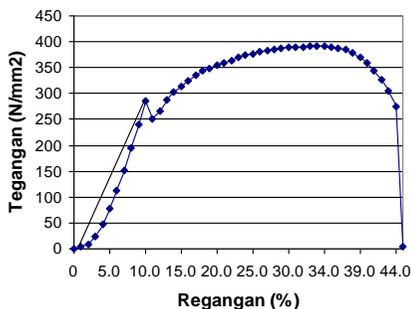
- Temper selama 3 jam
- Diameter Spesimen : 9.60 mm
 - Panjang : 50 mm
 - Kekuatan Tarik Max.: 398.50 N/mm²
 - Kekuatan Luluh : 258.76 N/mm²
 - % elongasi : 50.22



Gambar 6 Grafik hubungan Tegangan – Regangan pada Uji tarik yang ditemper pada temperatur 600°C selama 3 Jam

Data hasil pengujian untuk Uji tarik yang ditemper pada temperatur 600°C selama 4 Jam sebagai berikut:

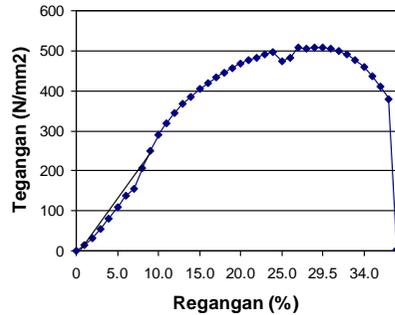
- Austenisasi+Quenching : 1000°C + Oli
Temper selama 4 jam
- Diameter Spesimen : 9.86 mm
- Panjang : 50 mm
- Kekuatan Tarik Max.: 390.87 N/mm²
- Kekuatan Luluh : 285.91 N/mm²
- % elongasi : 44.55



Gambar 7 Grafik hubungan Tegangan – Regangan pada Uji tarik yang ditemper pada temperatur 600°C selama 4 Jam

Data hasil pengujian untuk Uji tarik yang diaustenisasi dan di-*quenching* tanpa ditemper sebagai berikut:

- Austenisasi + Quenching : 1000°C + Oli
- Diameter Spesimen : 9.64 mm
- Panjang : 50 mm
- Kekuatan Tarik Max.: 507.20 N/mm²
- Kekuatan Luluh : 288.55 N/mm²
- % elongasi : 37.02



Gambar 8 Grafik hubungan Tegangan – Regangan pada Uji tarik yang diaustenisasi dan di-*quenching* tanpa ditemper