

Pengaruh Temperatur *Hardening* dengan Media Pendingin Udara terhadap Sifat Mekanik Baut Pengikat Ban Truck (41Cr4)

Effect of Hardening Temperature with Air Cooling Media on Mechanical Properties of Truck Tire Fastener Bolts (41Cr4)

Yulfitra^{1*}, M. Z. Haris²

¹Prodi Teknik Mesin, Universitas Harapan Medan, Jl. HM. Joni No.70 C, Medan, 20216, Indonesia

²Prodi Teknik Mesin, Institut Teknologi Medan, Jl. Gedung Arca No. 52, Medan, 20217, Indonesia

*Corresponding author: yulfitrausu@gmail.com

Diterima: 06-07-2022

Disetujui: 31-07-2022

Dipublikasikan: 31-07-2022

IRAJTMA is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.



Abstrak

Dalam perkembangan dunia saat ini, material logam sangat banyak digunakan untuk berbagai komponen yang digunakan untuk menahan beban besar dikarenakan kualitas ketahanan dan kekuatannya sangat baik, walaupun sekarang sudah ditemukannya bahan komposit sebagai pengganti logam, namun tidak semua elemen-elemen mesin bisa digantikan dengan bahan komposit sebagai fungsi logam seperti halnya baut. Dalam hal ini baut mengalami kegagalan berupa patah, oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk menganalisa kegagalan. Penelitian ini menjelaskan tentang sifat mekanik yang diperoleh dari hasil pengujian baut yang meliputi pengujian tarik, pengujian kekerasan, dan pengujian mikrostruktur dengan terlebih dahulu diberikan perlakuan panas. Hasil pengujian kekuatan tarik dari spesimen untuk kondisi tanpa perlakuan panas, temperatur hardening 850°C, temper 550°C, dan temper 500°C berturut-turut adalah 3392,78 MPa, 3478,55 MPa, 3449,95 MPa, dan 3402,30 MPa. Nilai kekerasan spesimen tanpa perlakuan, hardening 850°C, temper 550°C, temper 500°C adalah 297,4 HRC, 360,8 HRC, 343,2, dan 329,7 HRC. Dan pada pengujian struktur mikro pengaruh media pendingin udara dan perbedaan suhu menghasilkan tiga struktur mikro yaitu ferrit, perlit dan martensit.

Kata Kunci: *Hardening*, Media Pendingin Udara, Sifat Mekanik, Temperatur

Abstract

In today's development, metal materials are widely used for various components that can withstand large loads due to their excellent durability and strength. Although composite materials have been found as a substitute for metal, not all machine elements can be replaced with composite materials. as metal functions like bolts. In this case, the bolt failed in the form of a fracture. Therefore it is necessary to research to analyze the failure. This study describes the mechanical properties obtained from the results of bolt testing, which includes tensile testing, hardness testing, and microstructural testing by first being heat treated. The results of the tensile strength test of the specimen for conditions without heat treatment, hardening temperature 850°C, tempering 550°C, and tempering 500°C were 3392.78 MPa, 3478.55 MPa, 3449.95 MPa, and 3402.30 MPa respectively. The hardness values of untreated specimens, hardening 850°C, tempering at 550°C, and tempering at 500°C were 297.4 HRC, 360.8 HRC, 343.2 HRC, and 329.7 HRC. And in testing the microstructure of the influence of air conditioning media and temperature differences, it produces three microstructures ferrite, pearlite, and martensite.

Keywords: *Hardening*, Air Conditioning Media, Mechanical Properties, Temperature

1. Pendahuluan

Ilmu pengetahuan dan teknologi sangat berperan penting dalam perkembangan industri. Untuk menyikapi perkembangan yang ada, pelaku dunia industri terdorong untuk meningkatkan kebutuhan penggunaan unsur logam. Pada umumnya unsur logam banyak dipakai sebagai bahan dasar dalam pembuatan alat-alat yang digunakan dalam industri sehingga logam berperan penting dalam kehidupan manusia, dunia industri, dan teknologi. Dengan demikian, timbullah usaha-usaha manusia untuk menyempurnakan sifat-sifat dari logam tersebut sesuai fungsi masing-masing logam dengan mengubah sifat mekanis dan sifat fisiknya. Untuk mendapatkan sifat-sifat dari logam tersebut maka dilakukan pengujian terhadap unsur logam dengan proses perlakuan panas (*heat treatment*) (Rabiatul Adawiyah, Murdjani 2014; Aji and Nugroho 2014).

Salah satu proses perlakuan panas yang dapat diterapkan adalah proses *tempering*. Proses *tempering* adalah proses dimana material hasil *quenching* dipanaskan kembali pada temperatur masih dibawah temperatur kritis selama selang waktu tertentu lalu didinginkan dengan cepat, bertujuan untuk menghilangkan tegangan sisa dan meningkatkan ketangguhan material (Sumaraw 2010). Dengan adanya masalah yang terjadi yaitu berupa kegagalan produk (patah) pada baut pengikat ban truck maka, perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh temperatur *tempering* terhadap kekuatan tarik, kekerasan, dan struktur mikro pada baja paduan *chrom* (41Cr4) yang menjadi bahan untuk pembuatan baut pengikat ban truk yang mengalami kegagalan berupa patah, maka dari pada itu untuk memperbaiki sifat mekanis bahan tersebut dilakukan proses *tempering* guna memperbaiki sifat mekanis bahan tersebut.

Berbagai mikro struktur dapat terbentuk pada paduan baja, martensit merupakan yang paling keras dan kuat tetapi getas. Kekerasannya tergantung pada kandungan karbon yang ada pada paduan tersebut. Austenit lebih padat dari pada martensit, bagaimana pun pada waktu transformasi fasa dengan *quenching* volume nya akan berkurang. Kosekuensinya, sebagian besar *quenching* akan mengalami keretakan (*crack*) karena pengaruh *internal stress*. Ada beberapa pengetahuan struktur dalam baja, seperti *ferrite*, *pearlite*, *bainite*, *martensite*, dan *austenite* masing-masing struktur ini mempunyai sifat mekanik yang sangat berbeda. Oleh karena itu, memungkinkan untuk memperoleh kekuatan yang lebih tinggi dari yang lain dari salah satu struktur. Salah satu proses perlakuan panas adalah *annealing* yaitu proses pemanasan material sampai temperatur austenit lalu ditahan beberapa waktu kemudian pendinginannya dilakukan perlahan-lahan di dalam tungku (Gandavi 2010; Gunawan, Ginting, and Sinuhaji 2013).

Perlakuan panas adalah suatu proses mengubah sifat mekanis logam dengan cara mengubah struktur mikro melalui proses pemanasan dan pengaturan kecepatan pendinginan dengan atau tanpa mengubah komposisi kimia logam yang bersangkutan. Melalui proses perlakuan panas ini maka sifat-sifat mekanis pada baja *chrom* 41Cr4 dapat ditingkatkan sesuai dengan tujuan penggunaannya. Proses perlakuan panas (*Heat Treatment*) adalah suatu proses perubahan sifat logam dengan cara mengubah struktur mikro melalui proses pemanasan dan pengaturan kecepatan pendinginan dengan atau tanpa merubah komposisi kimia logam yang bersangkutan. Tujuan proses perlakuan panas adalah untuk menghasilkan sifat-sifat logam yang diinginkan. Perubahan sifat logam akibat proses perlakuan panas dapat mencakup keseluruhan bagian dari logam atau sebagian dari logam (Mulyadi 2016; Palupi 2016).

Perlakuan panas (*heat treatment*) adalah salah satu proses untuk mengubah struktur logam dengan jalan memanaskan spesimen pada *elektrik terance* (tungku) pada temperatur rekristalisasi selama periode waktu tertentu kemudian didinginkan pada media pendingin seperti udara, air, air garam, oli, dan solar yang masing-masing mempunyai kerapatan pendingin yang berbeda-beda. Sifat-sifat logam terutama sifat mekanik yang sangat

dipengaruhi oleh struktur mikro logam disamping posisi kimianya, contohnya suatu logam atau paduan akan mempunyai sifat mekanis yang berbeda-beda jika struktur mikronya diubah. Dengan adanya pemanasan atau pendinginan dengan kecepatan tertentu maka bahan-bahan logam dan paduan memperlihatkan perubahan strukturnya.

Perlakuan panas merupakan kombinasi proses pemanasan atau pendinginan suatu logam (paduannya) dalam keadaan padat untuk mendaratkan sifat-sifat tertentu. Untuk mendapatkan hal ini maka kecepatan pendinginan dan batas temperatur sangat menentukan. Perlakuan panas adalah proses pemanasan dan pendinginan material yang terkontrol dengan maksud mengubah sifat fisik untuk tujuan tertentu. Berikut ini akan dijabarkan proses pemanasan (Indah Retno Astrini 2016).

Pemanasan material sampai suhu tertentu dengan kecepatan tertentu pula.

- a. Mempertahankan suhu untuk waktu tertentu sehingga temperaturnya merata.
- b. Pendinginan dengan media pendingin (air, oli atau udara).

Ketiga hal diatas tergantung pada material yang akan diberikan perlakuan panas dan sifat akhir yang diinginkan. Melalui perlakuan panas yang tepat tegangan dalam dapat dihilangkan, besar butir diperbesar atau diperkecil, ketangguhan ditingkatkan atau dapat dihasilkan suatu permukaan yang keras di sekeliling inti yang ulet. Untuk memungkinkan perlakuan panas yang tepat, susunan kimia logam harus diketahui karena perubahan komposisi kimia, khususnya karbon (C) dapat mengakibatkan perubahan sifat fisis (Yuliyanto 2015).

Penelitian material baja karbon paduan *chrom* 41Cr4 dengan produk baut bertujuan :

1. Untuk mengetahui secara jelas sifat fisis seperti struktur mikro, dan sifat mekanis (kekerasan dan kekuatan tarik *maximum*).
2. Untuk mengetahui besar temperatur *tempering* terhadap nilai kekerasan yang optimal, dengan pertimbangan waktu yang efisien.
3. Untuk mengetahui bentuk dan susunan struktur mikro baja karbon paduan *chrom* 41Cr4 sebelum dan setelah proses *tempering*.
4. Untuk mengetahui jenis patahan yang terjadi pada baut pengikat ban *truck*.

2. Metode

2.1. Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di tiga tempat, yakni di Institut Teknologi Medan dan Universitas Negeri Medan dan Perguruan Tinggi Kimia Industri (PTKI). Pengujian kekerasan dan kekuatan tarik di lakukan di Institut Teknologi Medan. Pengujian struktur mikro dilakukan di Universitas Negeri Medan. Berikut ini akan dipaparkan dalam Tabel 1 untuk memperjelas tempat dan jenis pengujian dalam penelitian.

Tabel 1. Tempat dan Jenis Pengujian Penelitian

No.	Tempat Penelitian	Jenis Pengujian
1.	Universitas Negeri Medan	Pengujian tarik, kekerasan, struktur mikro
2.	Universitas Negeri Medan	Perlakuan Panas/ <i>Heat Treatment</i>
3.	PTKI	Pengujian Mikro Struktur

2.2. Bahan Penelitian

Pada penelitian ini bahan yang akan digunakan dalam pengujian adalah baja paduan *chrom* 41Cr4. Berdasarkan hasil pengujian komposisi yang telah dilakukan pada sampel baut yang patah, bahan baut adalah berupa baja paduan *chrom* 41Cr4. Bahan ini kemudian dibentuk

menjadi spesimen pengujian kekuatan tarik, kekerasan, mikro struktur dengan pengujian metalografi dan pengujiansem.

2.3. Alat

Jenis-jenis peralatan yang digunakan dalam penelitian ini digolongkan pada dua jenis,yakni peralatan utama dan peralatan keselamatan kerja. Berikut ini akan dijabarkan peralatan-peralatan yang digunakan dalam penelitian ini.

2.3.1. Peralatan Utama

a. Mesin *Hardness*

Mesin *Hardness* digunakan untuk mengukur kekerasan material.Kekerasan (*Hardness*) adalah salah satu sifat mekanik (*Mechanical properties*) dari suatu material. Kekerasan suatu material harus diketahui khususnya untuk material yang dalam penggunaanya akan mangalami pergesekan (*frictional force*) dan deformasi plastis. Deformasi plastis sendiri suatu keadaan dari suatu material ketika material tersebut diberikan gaya maka struktur mikro dari material tersebut sudah tidak bisa kembali ke bentuk asal artinya material tersebut tidak dapat kembali ke bentuknya semula. Lebih ringkasnya kekerasan didefinisikan sebagai kemampuan suatu material untuk menahan beban identasi atau penetrasi (penekanan). Bentuk dari mesin hardness dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Mesin Hardness.

b. Mesin Uji Tarik

Mesin uji tarik digunakan untuk mengetahui tingkat kekuatan material. Untuk mengetahui sifat-sifat suatu bahan, tentu kita harus mengadakan pengujian terhadap bahan tersebut. Ada empat jenis uji coba yang biasa dilakukan, yaitu uji tarik (tensile test), uji tekan (compression test), uji torsi (torsion test), dan uji geser (shear test). Dalam tulisan ini kita akan membahas tentang uji tarik dan sifat-sifat mekanik logam yang didapatkan dari interpretasi hasil uji tarik.



Gambar 2. Mesin Uji Tarik.

c. Mesin Rotary Grinder

Mesin rotary grinder digunakan untuk proses pengamplasan spesimen. Setelah dilakukan pengelasan selanjutnya dilakukan pemolesan. Bentuk dari mesin *rotary grinder* dapat dilihat pada Gambar 3.

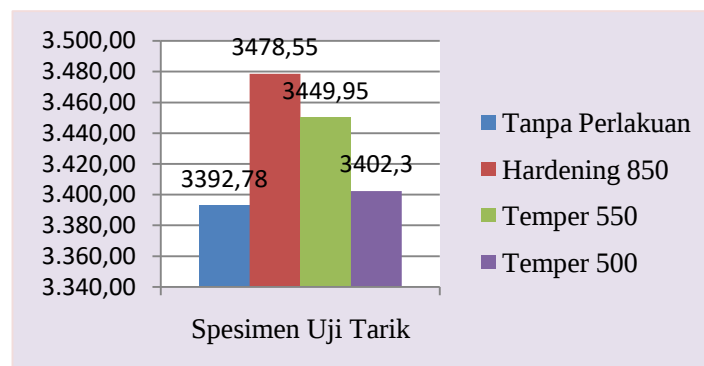


Gambar 3. Mesin Rotary Grinder.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Grafik Kekuatan Uji Tarik

Dari keempat data yang di dapat termasuk data dari spesimen tanpa perlakuan (acuan) dan juga tiga spesimen uji yang di beri perlakuan maka, dapat dilihat rata-rata nilai kekuatan tarik masing-masing spesimen seperti dari Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Uji Tarik Rata-Rata

Pada Gambar 4 diatas dapat disimpulkan bahwa nilai kekuatan tarik spesimen tanpa perlakuan panas didapat harga rata-rata sebesar 3392,78 MPa, sedangkan pada spesimen proses hardening suhu 850°C dengan media pendingin udara, harga kekuatan tarik rata-rata mengalami kenaikan sebesar 2,5% dari kekuatan spesimen acuan (spesimen tanpa perlakuan) yaitu menjadi 3478,55 MPa, yang disebabkan oleh adanya perubahan ukuran partikel fasa perlit menjadi makin kecil dengan jumlahnya menurun dan fasa ferit nya cenderung meningkat dan ketika spesimen memasuki proses tempering 550°C nilai kekuatan tarik juga mengalami kenaikan sebesar 1,6% dengan nilai rata-rata 3449,95 MPa, dari spesimen acuan, dengan struktur mikro partikel fasa perlit nya menjadi lebih membesar, sedangkan dari spesimen yang di hardening dengan suhu 850°C, mengalami penurunan sebesar 0,8 %, kemudian pada saat tempering 500°C nilai kekuatan rata-rata mengalami kenaikan hanya 0,2% dari kekuatan spesimen acuan dikarenakan fasa perlit ferrit nya tersebar merata, dan nya hampir membesar dengan nilai kekuatan 3402,30 MPa

3.2 Hasil Pengujian Kekerasan

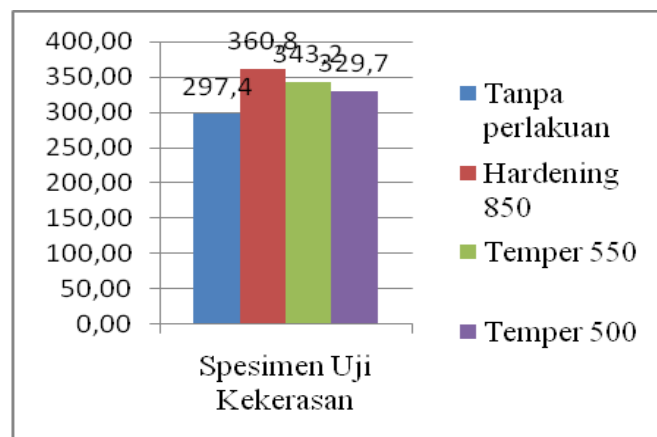
Pengujian kekerasan bertujuan mengetahui nilai kekerasan dari material yang diuji, baik sebelum maupun setelah proses perlakuan panas diberikan terhadap spesimen uji. Pada

penelitian ini pengujian kekerasan dilakukan sebanyak 3 kali tekanan. Hasil pengujian ini dikelompokkan menjadi 4 kelompok yaitu dengan tanpa perlakuan panas (spesimen acuan), hardening 850°C, tempering 550°, dan tempering 500°. dengan media pendingin yang digunakan (quenching) udara. Hasil pengujian kekerasan dapat ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Kekerasan dengan Media Pendingin Udara

Temp.	Total (HV)			Rata-Rata Σ/n
	T.Tekan 1	T.Tekan 2	T.Tekan 3	
Acuan	305,7	295,2	291,3	297,4
850 °C	357,5	361,8	363,2	360,8
550 °C	346,9	342,7	339,9	343,2
500 °C	326,7	332,5	329,8	329,7

Berdasarkan Tabel 2 diatas dapat disimpulkan bahwa nilai spesimen tanpa perlakuan panas memiliki nilai lebih rendah dari pada spesimen yang telah diberi perlakuan. Untuk itu dapat dilihat dari nilai rata-rata bahwasannya semakin tinggi suhu yang diberikan semakin tinggi nilai kekerasan yang didapatkan. Grafik hasil pegujian kekerasan dapat dilihat pada Gambar 5. Nilai kekerasan spesimen tanpa perlakuan (spesimen acuan), merupakan nilai kekerasan yang paling terendah yaitu sebesar 297,4 HRC, sedangkan pada spesimen *hardening* 850°C dengan menggunakan media pendingin udara nilai rata-rata mengalami kenaikan 21,31% menjadi 360,8 HRC, dikarenakan adanya fasa ferrit yang cenderung meningkat. Ketika spesimen memasuki proses tempering 550°C nilai kekerasan rata-rata mengalami penurunan 15,40% dengan nilai menjadi 343,2 HRC yang dipengaruhi oleh fasa perlit yang jumlahnya menurun dan juga pemberian suhu juga menurun, dan kemudian pada spesimen perlakuan *tempering* dengan suhu 500°C nilai kekerasan rata-rata mengalami penurunan 10,86% dengan nilai 329,7 HRC yang dimana penurunan nilai tersebut juga di pengaruhi oleh susunan dan jumlah mikrostruktur yang terjadi oleh pengaruh suhu yang diberlakukan pada spesimen uji.



Gambar 5. Grafik Pengujian Kekerasan Rata-Rata.

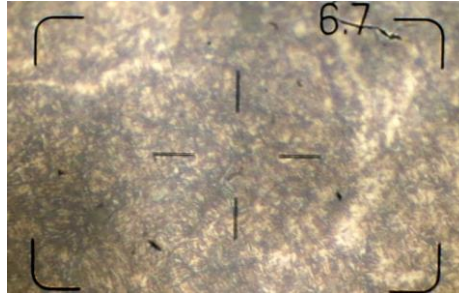
3.3 Hasil Pengamatan Struktur Mikro

Untuk memperkuat data hasil pengujian kekerasan dan pengujian tarik, Maka dilakukan pengujian metalografi yang bertujuan untuk melihat struktur mikro dari material baut, struktur mikronya terdiri dari ferit dan perlit. Bila dilihat dari hasil pengujian untuk spesimen uji sebelum mengalami perlakuan panas, perlit lebih banyak (mendominasi) dan mempunyai ukuran butir yang lebih kecil bila dibandingkan dengan benda setelah mengalami perlakuan panas.

Hal ini yang menyebabkan benda uji mempunyai nilai kekerasan yang paling tinggi. Dan untuk benda uji setelah mengalami perlakuan panas ferit lebih mendominasi dan mempunyai ukuran yang lebih besar bila dibandingkan dengan benda uji sebelum mengalami perlakuan panas. Hal ini yang menyebabkan harga kekerasannya menurun dan lebih bersifat ulet.

a. Struktur Mikro Spesimen Acuan

Pengamatan struktur mikro dilakukan pada spesimen pertama yaitu spesimen yang tidak diberi perlakuan. Berikut ini hasil pengujian struktur mikro dapat dilihat pada Gambar 6.



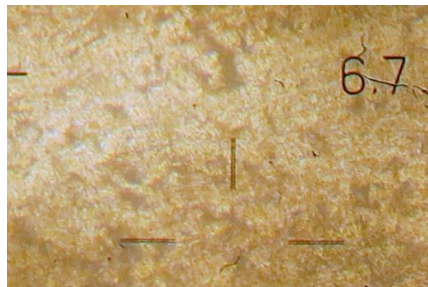
500 x Pembesaran

Gambar 6. Struktur mikro tanpa perlakuan panas

Pada Gambar 6 merupakan struktur mikro material baja paduan *Chrom 41Cr4*. Terdapat fasa perlit berwarna hitam dan ferrit berwarna putih. Fasa perlit tersebar merata dan diameter partikelnya relatif berukuran kecil-kecil, pada 500 x pembesaran dengan tidak diberi perlakuan, sedangkan fasa martensit juga terlihat jelas dan tidak beraturan.

b. Struktur Mikro Spesimen Pertama

Pengambilan photo mikrostruktur spesimen pertama yang diberi perlakuan (*hardening*), dengan menggunakan media pendingin udara pada suhu 850°C. Berikut ini hasil pengujian struktur mikro dapat dilihat pada Gambar 7.



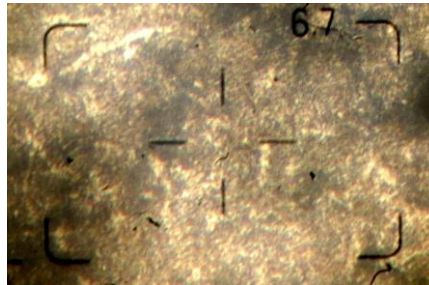
500 x Pembesaran

Gambar 7. Struktur mikro *hardening* 850°C

Untuk pengamatan struktur mikro pada spesimen kedua dengan media pendingin udara dengan perlakuan *hardening* 850°C, terdapat perubahan susunan dan jumlah partikel fasa martensit yang tersebar merata dan cenderung meningkat. Yang dimana bentuk fasa martensit yang di maksud adalah yang berwarna putih dan seperti jarum, dan fasa perlit terlihat berwarna hitam seperti garis yang berjumlah sedikit, sedangkan fasa ferrit hampir tidak terlihat.

c. Struktur Mikro Spesimen Kedua

Pengambilan spesimen ketiga di ambil dari baja paduan *chrom 41Cr4* selama 15 menit di dalam tungku pemanasan, dengan menggunakan media pendingin udara pada suhu temper 550°C. Berikut ini hasil pengujian struktur mikro dapat dilihat pada Gambar 8.



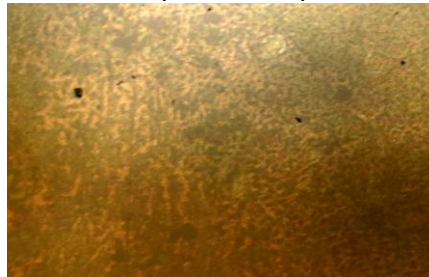
100 x Pembesaran

Gambar 8. Struktur mikro dengan pendinginan udara 550°C

Pada foto struktur mikro spesimen ketiga terlihat dengan jelas partikel fasa perlit nya menjadi lebih membesar tidak merata, dan fasa ferritnya juga terlihat membesar dan tidak merata, namun untuk fasa martensit semakin mengecil atau hampir tidak terlihat.

d. Struktur Mikro Spesimen Ketiga

Spesimen ketiga di ambil dari baja paduan chrom 41Cr4 selama 20 menit di dalam tungku pemanasan, dengan menggunakan media pendingin udara pada suhu tempering 500°C, Berikut ini hasil pengujian struktur mikro dapat dilihat pada Gambar 9.



500 x Pembesaran

Gambar 9. Struktur mikro dengan pendinginan udara 500°C

Pada pengamatan struktur mikro spesimen keempat didapat fasa perlit nya hampir merata diseluruh permukaan dan fasa ferrit juga tersebar merata di permukaan. sedangkan fasa martensit nya semakin rapat dan hampir tidak terlihat.

3.4 Pembahasan

3.4.1. Komposisi Kimia

Dari hasil pengujian unsur kimia terhadap baut pengikat yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa baut pengikat ban truck merupakan jenis baja paduan chrom 41Cr4 pada kategori baja karbon sedang (*Medium carbon Steel*), karena unsur penyusun utamanya pada besi (Fe = 97,2%), unsur karbon berada antara standart persentase baja karbon sedang yaitu (C = 0,455%), sedangkan dalam standart persentase baja karbon sedang (C = 0,3% -0,6%).

3.4.2. Struktur Mikro

Pada hasil pengamatan struktur mikro, spesimen tanpa perlakuan atau spesimen acuan terlihat struktur ferrit, perlit dan martensit. struktur ferrit terlihat lebih terang sedangkan pearlite tampak tanpak sperti garis hitam, dan martensit terlihat seperti garis—garis seperti jarum. Hasil pengamatan dari struktur mikro pada spesimen *hardening* dengan suhu 850°C menunjukkan hasil bahwa struktur mikro untuk fasa perlit terlihat terlihat sedikit, dan fasa ferrit hampir tidak terlihat, namun di dominasi oleh fasa martensite dikarenakan laju pendinginan yang cepat terhadap suhu yang lebih tinggi. dan dapat juga diketahui bahwa struktur perlit akan

kasar untuk pendinginan lambat dan akan menghasilkan perlit yang halus, keras dan lebih tangguh pada laju pendinginan cepat, maka fasa perlit dapat dinyatakan lebih kuat dan keras dari pada fasa ferrit. dan struktur martensit merupakan struktur yang paling keras dan getas, dengan memiliki ukuran butir besar, kasar dan bergaris-gari, yang mengakibatkan baja bersifat rapuh dan getas.

Dan untuk hasil pengamatan pertama pada spesimen yang di beri perlakuan panas dengan memakai perlakuan *hardening* pada suhu 850°C dengan media pendingin udara, terlihat perubahan ukuran partikel fasa perlit menjadi makin kecil dan jumlah nya menurun dan fasa ferrit nya hampir tidak terlihat, namun hampir seluruh permukaan di isi oleh fasa martensit. Dan pada pengujian ke dua, dengan bahan spesimen yang sama yaitu baja paduan *chrom* 41Cr4. Namun diberi suhu untuk perlakuan panas dengan suhu yaitu 550°C dengan media pendingin udara, ternyata juga berpengaruh terhadap struktur mikro baja tersebut dengan analisis fasa dimana partikel fasa perlit nya menjadi lebih membesar, sedangkan fasa ferrit nya cenderung meningkat dan lebih putih. dan pada spesimen uji ketiga tetap dengan diberi perlakuan panas (*heat treatman*) dan bahan uji spesimen yang sama namun dengan diberi suhu yang meningkat dari spesimen uji kedua dan pertama yaitu 500°C dapat kita lihat susunan dan bentuk fasa-fasa yang terjadi pada pembesaran 500x pembesaran yang dimana fasa perlit nya membesar dan merata tetapi jumlah partikelnya berkurang, karena fasa ferrit nya meluas dan makin semakin banyak.

3.4.3. Kekerasan

Dari pengujian kekerasan terhadap spesimen uji maka di dapat nilai rata-rata kekerasan spesimen uji, untuk spesimen yang tidak diberi perlakuan panas (*heat treatman*) atau spesimen acuan, didapat harga kekerasan (Σ/n) sebesar 297,4 HRC, pada spesimen proses *hardening* 850 °C dengan menggunakan media pendingin udara harga rata-rata mengalami kenaikan sebesar 21,31% menjadi 360,8 HRC, yang juga dipengaruhi oleh susunan dan jumlah fasa yang terkandung, dan ketika spesimen memasuki proses tempering dengan suhu 550°C nilai kekerasan mengalami kenaikan 15,40% dengan nilai kekerasan 343,2 HRC, untuk tempering 500°C didapat nilai kekerasan juga mengalami kenaikan 10,86% dengan nilai 329,7 HRC. Dapat diartikan semakin tinggi suhu yang di berikan semakin tinggi nilai kekerasannya.

3.4.4. Kekuatan Tarik

Dari hasil pengujian tarik untuk spesimen tanpa perlakuan panas didapat harga *max stress* sebesar 3392,78 MPa dengan nilai elongation 4,12%. Sedangkan pada spesimen proses *hardening* dengan suhu 850°C di dapat nilai *max stress* sebesar 3478,55 MPa dengan nilai elongation 5,27%, artinya nilai kekuatan tarik mengalami kenaikan 2,5% Dan pada uji tarik kedua dengan proses tempering di beri suhu 550°C di dapat nilai *max strees* sebesar 3449,95 MPa dengan nilai elongation nya 3,85%, juga mengalami kenaikan nilai kekuatan 1,6% dari spesimen acuan, namun mengalami penurunan 0,8 %, dari kekuatan spesimen *hardening* , sedangkan pada spesimen uji terkhir dengan suhu 500°C di dapat nilai *max strees* sebesar 3402,30 MPa, dengan persentase nilai *elongation* 4,17% juga mengalami kenaikan nilai kekuatan sebesar 0,2 %, dari nilai kekuatan spesimen acuan, dengan artian variasi suhu yang diberikan dan media pendingin (*quenching*) yang digunakan terhadap spesimen mempengaruhi nilai kekuatan yang berdampak pada katahanan baut untuk mengalami kegagalan.

4. Kesimpulan

Berdasarkan pengujian fisis dan mekanis yang telah dilakukan terhadap bahan baut pengikat ban *truck*, maka dapat diketahui yaitu:

1. Jenis bahan baja yang digunakan dalam pembuatan baut yaitu, jenis baja paduan *chrom* 41Cr4. yang dikategorikan kedalam baja karbon sedang dengan persentase karbon 0,455%.
2. Diketahuinya nilai kekuatan tarik dan kekerasan, spesimen acuan tanpa perlakuan mendapati nilai lebih rendah dari pada spesimen dengan perlakuan. Dengan nilai kekuatan tarik rata-rata 3392,78 MPa dengan pertambahan elongasinya sebesar 4,12%, sedangkan nilai kuat tarik dan kekerasan tertinggi pada *hardening* 850°C.
3. Bentuk patahan yang terjadi pada spesimen uji tarik di kategorikan menjadi dua jenis patahan yaitu patah getas dan patah ulet.
4. Bentuk dan susunan mikro struktur tiap perlakuannya yang terlihat pada pembesaran 500x adalah perlit, ferrit dan martensit.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Institut Teknologi Medan yang telah memberikan fasilitas penelitian, UNIMED dan PTKI Medan terimakasih atas hasil uji materialnya.

Daftar Pustaka

- Aji, Wahyu Setia, and Sri Nugroho. 2014. "Analisis Kegagalan Baut Pengikat Gearbox Pada Lokomotif Kereta Rel Diesel Elektrik (Krde)." *Jurnal Teknik Mesin* 2 (4): 413–20.
- Gandavi, Arif. 2010. "Pengaruh Perubahan Waktu Annealing Hingga 20 Menit Terhadap Struktur Mikro Dan Kuat Tarik Baja Tabung."
- Gunawan, Indra, Herli Ginting, and Perdinan Sinuhaji. 2013. "Pengaruh Waktu Penahanan Panas (Time Holding) Pada Proses Tempering Terhadap Kekuatan Tarik Dan Kekerasan Baja Karbon Menengah," no. 1: 1–7.
- Indah Retno Astrini. 2016. "Pengaruh Heat Treatment Dengan Variasi Media Quenching Air Dan Oli Terhadap Struktur Mikro Dan Nilai Kekerasan Baja Pegas Daun AISI 6135." Universitas Lampung. <https://docplayer.info/43939623-Pengaruh-heat-treatment-dengan-variasi-media-quenching-air-dan-oli-terhadap-struktur-mikro-dan-nilai-kekerasan-baja-pegas-daun-aisi-6135.html>.
- Mulyadi, Mulyadi. 2016. "Pengaruh Model Speciment Uji Tarik Pada Pengelasan Besi Fc-30 Di Lihat Dari Kekuatan Tarik Pengelasan." *Rekayasa Energi Manufaktur* 1 (2): 29. <https://doi.org/10.21070/r.e.m.v1i2.658>.
- Palupi, Okti Bela. 2016. "Pengaruh Heat Treatment Dengan Variasi Media Quenching Oli Dan Solar Terhadap Struktur Mikro Dan Nilai Kekerasan Baja Pegas Daun AISI 6135." Universitas Lampung. <https://adoc.pub/pengaruh-heat-treatment-dengan-variasi-media-quenching-oli-d.html>.
- Rabiatul Adawiyah, Murdjani, Ahmad Hendrawan. 2014. "Pengaruh Perbedaan Media Pendingin Terhadap Strukturmikro Dan Kekerasan Pegas Daun Dalam Proses Hardening." *Jurnal Poros Teknik* 6 (2): 88–95.
- Sumaraw, Elvis A. 2010. "Pengaruh Heat Treatment Terhadap Struktur Mikro Dan Kekerasan Baja CrMoV Dengan Media Quench Yang Berbeda." *Majalah Sains Dan Teknologi Dirgantara* 5 (2): 66–73.
- Yuliyanto, Ari. 2015. "Studi Pengaruh Perlakuan Panas Terhadap Struktur Mikro Dan Sifat Mekanis Baja Assab 705 M Yang Digunakan Pada Komponen Stud Pin Winder." Universitas Muhammadiyah Surakarta.