

PENGARUH VARIASI MEDIA *QUENCHING* TERHADAP SIFAT MEKANIS RANTAI ELEVATOR FRUIT KELAPA SAWIT

¹Zulfiqar Andhika Suprayogi, ²Saufik Luthfianto, ³Drajat Samyono.

^{1,3}Program Studi Teknik Mesin
²Program Studi Teknik Industri,
Universitas Pancasakti Tegal
Jawa Tengah, Indonesia

Email: ^{1,3}mesinfutps@gmail.com, ²saufik.ti.upstegal@gmail.com

ABSTRAK

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah mengetahui pengaruh proses *heat treatment* dengan media pendingin air+garam terhadap sifat mekanis rantai elevator, mengetahui pengaruh proses *heat treatment* dengan media pendingin oli 20w – 50w terhadap sifat mekanis rantai elevator, mengetahui pengaruh proses *heat treatment* dengan media pendingin air laut terhadap sifat mekanis rantai elevator. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Berdasarkan hasil penelitian diketahui hasil uji *one way ANOVA* yang telah dilakukan mengindikasikan bahwa F_{hitung} uji kuat tarik sebesar 2,046, yang lebih kecil dari F_{tabel} sebesar 5,14 artinya uji kuat tarik pada ketiga jenis media tidak signifikan berbeda atau terdapat kesamaan kuat tarik yang signifikan diantara ketiga jenis penggunaan media. Hasil uji *one way ANOVA* yang telah dilakukan mengindikasikan bahwa F_{hitung} uji kekerasan pada *Quenching* sebesar 16,471, lebih besar F_{tabel} sebesar 3,40 artinya uji kekerasan pada *Quenching* untuk ketiga jenis media signifikan berbeda atau terdapat perbedaan kekerasan yang signifikan diantara ketiga jenis penggunaan media.

Kata Kunci : *Quenching*, Rantai elevator fruit, Eksperimen

Abstract

The aim of this research are to determine the effect of heat treatment with cooling medium water+salt of the mechanical properties of the chain elevators, knowing the effect of heat treatment with cooling medium oil 20w-50w of the mechanical properties of the chain elevators, knowing the effect of heat treatment by the media seawater cooling the mechanical properties of the chain elevator. The method used in this research is the experimental method. Based on the survey results revealed one way ANOVA test results that have been done indicate bring F_{hitung} tensile strength of 2,046, which is smaller than F_{table} by 5.14 means tensile strength test on all three media types are not significantly different or there are significant similarities between the tensile strength of the third types of media use. One way ANOVA test results that have been done indicate F_{hitung} brought on *Quenching* hardness test of 16.471, the larger F_{tabel} of 3.40 means hardness test on *Quenching* for three different types of media or there are significant differences were significant violence between the three types of media use.

Keywords: *Quenching*, Chain elevators fruit, Experiment

PENDAHULUAN

Latar belakang

Bidang industri yang memproduksi berbagai macam kebutuhan manusia sedang berkembang sangat pesat. Permintaan pasar yang sangat tinggi mendorong bidang industri besar maupun kecil untuk meningkatkan produktifitas perusahaan. Komponen mesin produksi berbahan dasar logam besi dipilih untuk menunjang produktifitas. Dalam industri besar komponen mesin diambil dari bahan yang memiliki kualitas yang baik dan tersertifikasi sehingga terjamin kualitas dan ketahanannya. Dalam industri kecil atau industri rumahan biasanya menggunakan proses perlakuan panas atau *heat treatment* untuk meningkatkan kekuatan, kualitas, dan ketahanan masa pakai komponen mesin tersebut. Perlakuan panas adalah suatu perlakuan yang diberikan pada suatu bahan dengan tujuan agar diperoleh sifat-sifat yang diinginkan. Perubahan sifat yang dihasilkan merupakan akibat dari perubahan struktur mikro yang terjadi sesuai dengan kecepatan laju pendinginan. Perlakuan yang dilakukan pada coran adalah: pelunakan temperatur rendah, pelunakan, penormalan, pengerasan dan penemperan. *Heat treatment* hanya bisa dilakukan pada logam campuran yang pada temperatur ruang mempunyai struktur dua fase atau lebih. Sedangkan pada temperatur yang lebih tinggi fase-fase tersebut akan larut menjadi satu fase. Logam yang telah melewati proses perlakuan panas (*heat treatment*) tidak semuanya menghasilkan kekuatan, kualitas dan kekerasan sesuai dengan yang dibutuhkan seperti pada penelitian Purwanto (2011) menunjukkan bahwa nilai kekerasan mengalami peningkatan yang kurang signifikan seiring dengan peningkatan suhu pemanasan benda kerja, dan kandungan karbon yang terdapat pada solar tidak mempengaruhi hasil peningkatan kekerasan pada proses *quenching*. Hasil yang tidak sesuai dapat dipengaruhi oleh temperatur pemanasan, lama pada temperatur tersebut, laju pendinginan, komposisi kimia, kondisi permukaan, ukuran dan berat benda kerja. Kekerasan maksimum didapatkan dari pembentukan fase *martensite* atau fase karbida pada struktur mikro baja. Pada penelitian Haryadi (2015) yaitu meneliti tentang Chain-pin yang merupakan salah satu komponen penting dalam rangkaian chain-link menghasilkan setelah proses tempering adalah ukuran batas butir *chain pin* yang semakin membesar dan semakin kasar, nilai

kekerasan *chain pin* menurun dan keuletan meningkat. Dari penelitian diatas dapat didukung oleh data yang diperoleh dari hasil pengamatan pada *home industry* yang memproduksi komponen mesin rantai elevator yang akan digunakan untuk mengolah kelapa sawit di PT.Musi Waras yang berlokasi di kota Garut Provinsi Jawa Barat. Pada hasil produksi rantai elevator tersebut, terdapat kekurangan pada kekuatan tarik 560,74 N/mm² dan kekerasannya 155 HRB yang hanya mampu bertahan kurang dari 2 tahun. Adanya beban yang diterima pada komponen rantai keraung lebih 4-6 ton menyebabkan material logam tidak bisa bertahan dalam waktu lama. Sehingga diperlukan perlakuan permukaan yaitu proses *quenching*.

Landasan Teori

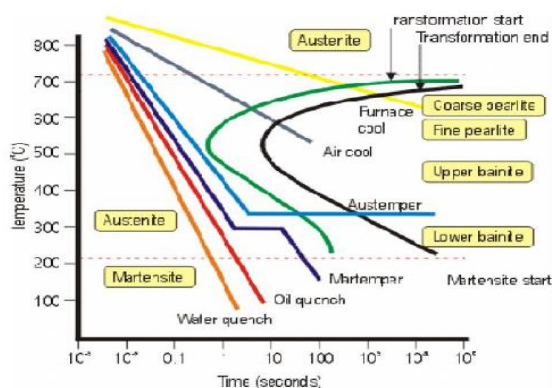
Baja St 60

Baja St 60 merupakan baja karbon menengah yang digunakan sebagai bahan pembuatan poros dan komponen mesin lainnya. Adapun profil baja St 60 menurut Beumer (1985:96) adalah carbon (C) $\pm 0,2-0,6\%$, silikon (Si) $\pm 0,50\%$, mangan (Mn) $\pm 0,6\%$, besi (Fe) $\pm 98\%$, kalsium (Ca) $\pm 0,20\%$, skandium (Sc) $\pm 0,045\%$, khrom (Cr) $\pm 0,17\%$, Nikel (Ni) $\pm 0,048\%$, cuprum (Cu) $\pm 0,25\%$, zing (Zn) $\pm 0,02\%$, lanthanum (La) $\pm 0,02\%$, europium $\pm 0,50\%$, renium (Re) $\pm 0,05\%$, osmium (Os) $\pm 0,11\%$, kekuatan tarik $\pm 62,15$ kgf/mm². Baja ini termasuk dalam baja tempa campuran yang dapat dikeraskan dan biasanya digunakan dalam konstruksi mesin. Dengan karbon yang dimiliki baja St 60 menjadikan baja ini memiliki sifat-sifat pengerjaan dan kekuatan yang sangat baik. Apabila baja ini diberi perlakuan yang tepat maka akan didapatkan kekerasan dan keuletan sesuai yang diinginkan. Baja ini juga dapat diselesaikan dengan pengerjaan dingin dengan cara merendam atau mencelupkan baja kedalam larutan asam yang berguna untuk mengeluarkan lapisan oksigennya.

Quenching

Quenching merupakan proses pengerjaan logam dengan pendinginan secara cepat. Sehingga melalui *quenching* akan mencegah adanya proses yang dapat terjadi pada pendinginan lambat seperti pertumbuhan butir. Secara umum, *quenching* akan menyebabkan menurunnya ukuran butir dan dapat meningkatkan nilai kekerasan pada suatu paduan logam. Laju *quenching* tergantung pada beberapa faktor yaitu

medium, panas spesifik, panas pada penguapan, konduktivitas termal medium, viskositas, dan agitasi (aliran media pendingin). Kecepatan pendinginan dengan air lebih besar dibandingkan pendinginan dengan oli, sedangkan pendingin dengan udara memiliki kecepatan yang paling kecil. Pada umumnya baja yang telah mengalami proses quenching memiliki kekerasan yang tinggi serta dapat mencapai kekerasan yang maksimum tetapi agak rapuh. Dengan adanya sifat yang rapuh, maka kita harus menguranginya dengan melakukan proses lebih lanjut seperti tempering. Merupakan salah satu dari beberapa proses perlakuan panas yang bertujuan untuk meningkatkan kekuatan dan kekerasan baja dengan cara memanaskan logam tersebut pada temperatur tertentu, biasanya antara 845-870 °C, kemudian didinginkan secara cepat pada media pendingin untuk mendapatkan struktur martensit. Pada baja – baja jenis tertentu, terdapat titik – titik laju pendinginan kritis yang dapat menghasilkan kekerasan maksimal dari transformasi struktur austenite pada suhu tinggi menjadi struktur martensit tanpa terjadi pembentukan struktur perlit atau bainit.



Gambar 1. Kurva proses quenching
Sumber: Ach. Nurfanani, 2013

Pengujian sifat mekanis

Pengujian tarik

Pengujian tarik dilakukan terhadap batang uji yang standar. Pada bagian tengah batang uji merupakan bagian yang menerima tegangan yang seragam, dan pada bagian ini diukur panjang uji (*gauge length*), yaitu bagian yang dianggap menerima pengaruh dari pembebanan. Pada bagian inilah yang selalu diukur panjangnya dalam proses pengujian. Dasar yang digunakan untuk mengetahui kekuatan tarik dari suatu material adalah kurva tegangan dan regangan. Komponen-komponen utama dari kekuatan

tarik adalah kekuatan maksimum (*tensile strength*), tegangan luluh dari material, regangan yang terjadi saat penarikan dan pengurangan luas penampang. Untuk memudahkan dalam mengetahui kekuatan tarik dari suatu bahan diadakan pengujian tarik pada bahan tersebut. Pengujian tarik dilakukan dengan memberikan suatu gaya tarik pada suatu spesimen yang bentuk dan ukurannya standar. Pembuatan spesimen disesuaikan dengan bentuk awal bahannya. Apabila bahan awal berbentuk silindris maka spesimen tarikanyapun dikerjakan dengan proses permesinan sehingga berbentuk silindris pula, demikian juga untuk bahan yang berbentuk plat, maka spesimen tariknya akan berbentuk plat pula dengan dimensi-dimensi yang telah ditetapkan. Hasil pengukuran dari pengujian tarik adalah suatu kurva yang memberikan hubungan antara gaya yang dipergunakan dan perpanjangan yang dialami oleh spesimen.

Uji kekerasan

Pengujian kekerasan sering dilakukan untuk mengetahui kekerasan suatu material maka (secara umum) juga dapat diketahui beberapa sifat mekanis lainnya, seperti kekuatan. Pengujian kekerasan logam ini secara garis besar ada tiga metode yaitu penekanan, goresan, dan dinamik (Koswara, 1991:15) Adapun beberapa bentuk penetrator atau cara pengetasan ketahanan permukaan yang dikenal yaitu: *Ball indentation test (Brinell)*,

Metode Brinell

Pengujian kekerasan dengan metode *Brinell* bertujuan untuk menentukan kekerasan suatu material dalam bentuk daya tahan material terhadap bola baja (identor) yang ditekan pada permukaan material uji tersebut (*spesiment*). Idealnya, pengujian *brinell* diperuntukan bagi material yang memiliki kekerasan *brinell* sampai 400 HB, jika lebih dari nilai tersebut maka disarankan menggunakan metode pengujian *Rockwell* ataupun *Vickers*. Angka kekerasan *Brinell* (HB) didefinisikan sebagai hasil bagi (koefisien) dari beban uji (F) dalam Newton yang dikalikan dengan angka faktor 0,102 dan luas permukaan bekas luka tekan (injakan) bola baja (A) dalam millimeter persegi. Identor (Bola baja) biasanya telah dikeraskan dan *dipating* ataupun terbuat dari bahan Karbida Tungsten. Jika diameter identor 10 mm maka beban yang digunakan (pada mesin uji)

adalah 3000 N sedangkan jika diameter indentornya 5 mm maka beban yang digunakan (pada mesin uji) adalah 750 N. Dalam praktiknya, pengujian *Brinell* biasa dinyatakan dalam (contoh) : HB 5 / 750 / 15 hal ini berarti bahwa kekerasan *Brinell* hasil pengujian dengan bola baja (Identor) berdiameter 5 mm, beban uji adalah sebesar 750 N per 0,102 dan lama pengujian 15 detik. Mengenai lama pengujian itu tergantung pada material yang diuji. Untuk semua jenis baja lama pengujian adalah 15 detik sedangkan untuk material bukan besi lama pengujiannya adalah 30 detik.

Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah pertama bagaimana pengaruh proses *quenching* dengan media pendingin air+garam 3,33:6 liter pada kekuatan tarik dan kekerasan rantai elevator? Kedua bagaimana pengaruh proses *quenching* dengan media pendingin oli 20–50w 4liter pada kekuatan tarik dan kekerasan rantai elevator? Ketiga bagaimana pengaruh proses *quenching* dengan media pendingin air laut 10 liter pada kekuatan tarik dan kekerasan rantai elevator?

Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian adalah pertama mengetahui pengaruh proses *quenching* dengan media pendingin air+garam terhadap kekuatan tarik dan kekerasan rantai elevator, kedua mengetahui pengaruh proses *quenching* dengan media pendingin oli 20 – 50w terhadap kekuatan tarik dan kekerasan rantai elevator, ketiga mengetahui pengaruh proses *quenching* dengan media pendingin air laut terhadap kekuatan tarik dan kekerasan rantai elevator

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, yaitu melakukan 3 pengujian pada 12 potong spesimen plat baja ST 60 dengan pengujian setiap spesimen menggunakan uji komposisi kimia, uji tarik, dan uji kekerasan. Bahan dasar sebelum proses *heat treatment* diuji sebanyak 3 spesimen, dan 9 spesimen lainnya dilakukan setelah proses *quenching*.

Sampel penelitian:

Sampel dari penelitian ini adalah bahan dasar baja plat St 60 akan digunakan untuk komponen rantai elevator.

Variabel penelitian

Variabel bebas: Variabel bebas pada penelitian ini adalah variasi pada media proses *quenching* yaitu: air garam 3,33:6 liter, air laut 10 liter, dan oli 20-50w.

Variabel terikat: Variabel terikat pada penelitian ini adalah sifat mekanis pada baja plat St 60 meliputi uji tarik, uji kekerasan dan uji komposisi kimia

Prosedur penelitian:

Uji Komposisi Material Awal

Bahan dasar atau raw material yang diambil dari tempat produksi yang berjumlah 3 potong dilakukan pengujian tarik, kekerasan, dan komposisi kimia terlebih dahulu untuk mendapatkan data sebelum diberi perlakuan panas. Berdasarkan hasil uji komposisi diketahui bahwa spesimen mempunyai kandungan karbon sebesar 0,35% sehingga material tersebut termasuk baja karbon rendah.

Heat treatment

Setelah material dilakukan pengujian awal kemudian dilanjutkan proses perlakuan panas atau *Heat treatment* dengan suhu 830° C dengan penahanan waktu \pm 20 menit setelah itu dilanjutkan proses *quenching* menggunakan media air + garam dengan perbandingan 3,33:6 liter, air laut 10 liter, dan oli 20-50w 4 liter. Spesimen yang telah dingin dilakukan pengujian ulang yaitu uji tarik, dan uji kekerasan

Pengujian Tarik

Proses pengujian tarik dilakukan pada spesimen yang dibuat sesuai dengan standar JIS Z2201 no. 6. Pengujian tarik dilakukan untuk melihat perbandingan antara kekuatan tarik dari material dasar dan material setelah mengalami *quenching* sehingga dapat mengetahui sifat mekanis dari benda uji yaitu kekuatan tarik, kekuatan luluh dan perpanjangan. Pengujian kekerasan Spesimen pengujian kekerasan dilakukan dengan metode *Rockwell C* dengan beban 150 kg untuk mengetahui kekerasan hasil *quenching*. Setiap spesimen diambil tiga titik untuk diuji kekerasannya, kemudian diambil nilai rata-rata kekerasannya pada setiap spesimen untuk mendapatkan nilai kekerasan spesimennya

HASIL PENELITIAN

Setelah dilakukan pengujian awal kemudian dilanjutkan proses perlakuan panas atau *Heat treatment* dengan suhu 830° C dengan penahanan waktu ± 20 menit setelah itu dilanjutkan proses *quenching* menggunakan media air + garam dengan perbandingan 3,33:6 liter, air laut 10 liter, dan oli 20-50w 4 liter. Spesimen yang telah dingin dilakukan pengujian ulang yaitu uji tarik, dan uji kekerasan. Adapun unsur kimia yang telah dilakukan proses *quenching* adalah sebagai berikut:

Tabel. 1 Hasil Komposisi Kimia Setelah

Quenching Air+garam							
Unsur	C	Si	Mn	Ni	Cr	Cu	Fe
Jumlah	0,37	0,49	1,01	0,06	0,21	0,15	96,9
Quenching Air laut							
Jumlah	0,36	0,13	0,49	0,07	0,15	0,21	98,2
Quenching Oli							
Jumlah	0,34	0,15	0,57	0,12	0,18	0,25	98,0

Proses Quenching

Uji Kuat Tarik



Gambar 2. Pengujian Tarik
Sumber: dokumen penelitian, 2016

Pengujian kuat tarik pada ke 3 media Oil, Air Laut dan Air + Garam dengan menggunakan analisis varian Anova dengan langkah analisis sebagai berikut :

a) Uji *Normalitas* Data

Pengujian *normalitas* bertujuan untuk mengetahui apakah data bersifat normal atau tidak. Model *analisis of varian* (ANOVA) yang baik adalah yang memiliki data normal atau yang mendekati normal. Untuk mendeteksi apakah data berdistribusi normal atau tidak

dengan menggunakan uji *kolmogorov-smirnov* dengan bantuan program SPSS:

Tabel 2. Uji *Normalitas* Pada Pengujian Kuat Tarik

One – Simple Kolmogorov -Smirnov Test

		QKT
N		9
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	950,4978
	Std. Deviation	343,4978
Most Extreme Differences	Absolute	,202
	Positive	,202
	Negative	-,159
Kolmogorov – Smirnov Z		,606
Asymp. Sig. (2-tailed)		,857

- a. Test distribution is normal
- b. Calculated from data

Adapun hasil dari uji *normalitas* dengan menggunakan uji *kolmogorov-smirnov* kuat tarik diperoleh nilai sebesar 0,606 dengan nilai signifikan sebesar 0,857. Angka signifikan tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan angka signifikan (0,05) dimana hipotesis normalitas adalah sebagai berikut :

H₀ diterima : Sig ≥ 0,05, artinya sampel berasal dari populasi berdistribusi normal.

H₁ diterima : Sig ≤ 0,05, artinya sampel tidak berasal dari populasi berdistribusi normal.

Dengan demikian hal tersebut memberikan gambaran bahwa Sig ≥ 0,05 atau 0,857 ≥ 0,05, maka varian data uji kuat tarik berdistribusi normal.

b) Uji *Homogenitas* Data

Uji *homogenitas* data, analisis ini bertujuan apakah varian campuran dari pengujian kuat tarik tersebut sama. Asumsi dasar dari *analisis of varian* adalah bahwa seluruh kelompok yang terbentuk harus memiliki varian yang sama. Untuk menguji asumsi dasar ini adalah uji *Levene Statistik* kuat tarik.

Hipotesis yang digunakan dalam test homogenitas varian adalah sebagai berikut:

H₀ diterima: Sig ≥ 0,05, artinya sampel berasal dari varian yang sama.

H₁ diterima: Sig ≤ 0,05, artinya sampel tidak berasal dari varian yang sama.

Tabel 3. Uji Homogenitas Kuat Tarik

Test of Homogeneity of Variances

QKT			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
8,908	2	6	,016

Dari hasil perhitungan uji homogenitas *Levene Statistik* diperoleh nilai sebesar 8,908 dengan probabilitas Sig. sebesar 0,016 yang lebih kecil dari probabilitas Sig. 0,05. Artinya Sig $0,016 \leq 0,05$ menunjukkan bahwa data pengujian kuat tarik tidak berasal dari varian yang sama. Maka dapat disimpulkan bahwa data hasil pengujian kuat tarik varian dari ke 3 media tersebut memiliki varian yang berbeda atau bersifat Heterogen.

c) Uji One Way Anova

Uji *One Way Anova* kuat tarik, Uji ini digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan rata-rata untuk lebih dari dua kelompok sampel yang tidak berhubungan. Hipotesis yang dirumuskan untuk pengujian kuat tarik Anova adalah sebagai berikut :

H_0 : Ketiga rata – rata populasi sama

H_a : Ketiga rata – rata populasi berbeda

Pengambilan keputusan berdasarkan perbandingan F_{hitung} dengan F_{tabel} :

Jika $F_{hitung} < F_{tabel}$, Maka H_0 diterima atau H_a ditolak.

Jika $F_{hitung} > F_{tabel}$, maka H_a diterima atau H_0 ditolak

Tabel 4. Pengujian Kuat Tarik setelah Proses Quenching

Media	Pengujian	Kuat Tarik N/mm ²
Oil	1	716,03
	2	608,17
	3	682,67
Rata-Rata		668,96
Air Laut	1	1185,75
	2	1226,94
	3	1059,02
Rata-Rata		1157,24
Air + Garam	1	821,54
	2	1615,83
	3	638,53
Rata-Rata		1025,30 N/mm ²

Tabel 5. Analisa of Varian untuk Proses Uji Kuat Tarik

ANOVA

QKT					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	382805,2	2	191402,607	2,046	,210
Within Groups	561251,9	6	93541,984		
Total	944057,1	8			

Hasil uji one way ANOVA yang telah dilakukan mengindikasikan bahwa F_{hitung} uji kuat tarik sebesar 2,046, yang lebih kecil daripada F_{tabel} (2,6) sebesar 5,14 ($F_{hitung} < F_{tabel}$), dan diperkuat dengan nilai sig uji kuat tarik diperoleh sebesar 0,210, lebih besar dari pada nilai kritik $\alpha = 0,05$. (Jika $F_{hitung} \geq F_{tabel}$ maka H_a diterima artinya signifikan, dan jika $F_{hitung} \leq F_{tabel}$ maka H_0 di terima atau tidak signifikan), dengan demikian maka H_0 diterima yang artinya uji kuat tarik pada ketiga jenis media tidak signifikan berbeda atau terdapat kesamaan kuat tarik yang signifikan diantara ketiga jenis penggunaan media.

d) *Means Plot* (Grafik perbedaan rata-rata) *Means plot* menggambarkan grafik perbedaan rata-rata dari uji kuat tarik dengan menggunakan media yang berbeda yakni media Oil, Air Laut dan Ari Garam, adapun perbedaan rata-rata seperti yang tampak pada tabel dan grafik di bawah ini:

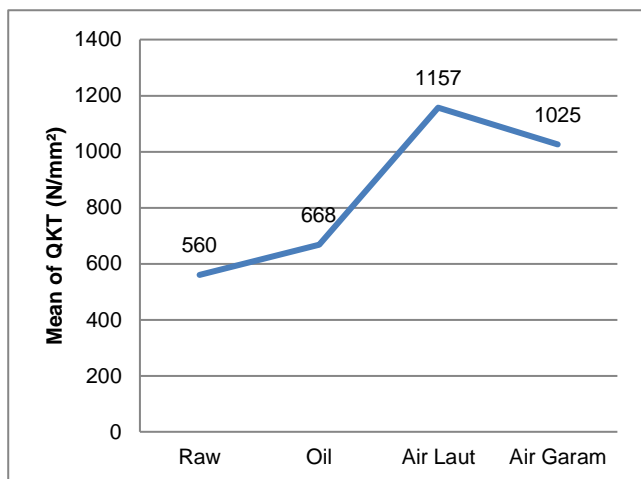
Tabel 6. Uji Perbedaan Rata – Rata Proses Uji Kuat Tarik

QKT

Duncan ^a		
Kode_Q	N	Subset for alpha = .05
Oil	3	668,9567
Air Garam	3	1025,3000
Air Laut	3	1157,2367
Sig.		,108

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.



Gambar 3. Grafik Perbedaan Rata – Rata Uji Kuat Tarik (N/mm²)

Dari gambar diatas, dapat dilihat bahwa nilai rata-rata uji kuat tarik dengan menggunakan media oil sebesar 668,96 N/mm² dengan menggunakan air Garam sebesar 1.025,30 N/mm² dan dengan menggunakan media air lau sebesar 1.157,24 N/mm² Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa media Air Laut lebih kuat dalam uji kuat tarik, kemudian diikuti oleh media Air Garam dan yang lebih lentur adalah media Oil.

Uji Kekerasan



Gambar 4. Pengujian Kekerasan
Sumber: dokumen penelitian, 2016

Pengujian kekerasan pada ke 3 media Oil, Air Laut dan Air + Garam dengan menggunakan analisis varian Anova dengan langkah analisis sebagai berikut :

a) Uji Normalitas Data

Pengujian normalitas data bertujuan untuk mengetahui apakah data bersifat normal atau tidak. Model analisis of varian (ANOVA) yang baik adalah yang memiliki data normal atau yang mendekati normal. Untuk mendeteksi

apakah data berdistribusi normal atau tidak dengan menggunakan uji *kolmogorov-smirnov* dengan bantuan program SPSS:

Tabel 7. Uji *Normalitas* pada Pengujian Kekerasan

		Kekerasan
N		27
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	274,222
	Std. Deviation	76,8607
Most Extreme Differences	Absolute	,167
	Positive	,167
	Negative	-,094
Kolmogorov-Smirnov Z		,869
Asymp. Sig. (2-tailed)		,438

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Adapun hasil dari uji *normalitas* dengan menggunakan uji *kolmogorov-smirnov* kekerasan diperoleh nilai sebesar 0,869 dengan nilai signifikan sebesar 0,438. Angka signifikan tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan angka signifikan (0,05) dimana hipotesis normalitas adalah sebagai berikut :
 H₀ diterima: Sig ≥ 0,05, artinya sampel berasal dari populasi berdistribusi normal.
 H₁ diterima: Sig ≤ 0,05, artinya sampel tidak berasal dari populasi berdistribusi normal.
 Dengan demikian hal tersebut memberikan gambaran bahwa Sig ≥ 0,05 atau 0,438 ≥ 0,05, maka varian data uji kekerasan berdistribusi normal.

b) Uji Homogenitas Data

Analisis ini bertujuan apakah varian campuran dari pengujian kekerasan tersebut sama. Asumsi dasar dari *analisis of varian* adalah bahwa seluruh kelompok yang terbentuk harus memiliki varian yang sama. Untuk menguji asumsi dasar ini adalah uji *Levene Statistik* kekerasan.

Hipotesis yang digunakan dalam test homogenitas varian adalah sebagai berikut:

H₀ diterima: Sig ≥ 0,05, artinya sampel berasal dari varian yang sama.

H₁ diterima: Sig ≤ 0,05, artinya sampel tidak berasal dari varian yang sama.

Tabel 8. Uji Homogenitas Kekerasan

Test of Homogeneity of Variances

Kekerasan

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
7,044	2	24	,004

Dari hasil perhitungan uji homogenitas *Levene Statistik* diperoleh nilai sebesar 7,044 dengan probabilitas Sig. sebesar 0,004 yang lebih kecil dari probabilitas Sig. 0,05. Artinya Sig 0,004 ≤ 0,05 menunjukkan bahwa data pengujian kekerasan tidak berasal dari varian yang sama. Maka dapat disimpulkan bahwa data hasil pengujian kekerasan varian dari ke 3 media tersebut memiliki varian yang berbeda atau bersifat Heterogen.

c) Uji *One Way Anova*

Uji *One Way Anova* Kekerasan, Uji ini digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan rata-rata untuk lebih dari dua kelompok sampel yang tidak berhubungan. Hipotesis yang dirumuskan untuk pengujian kekerasan Anova adalah sebagai berikut :

H_0 : Ketiga rata – rata populasi sama

H_a : Ketiga rata – rata populasi berbeda

Pengambilan keputusan berdasarkan perbandingan F_{hitung} dengan F_{tabel} .

Jika $F_{hitung} < F_{tabel}$, Maka H_0 diterima atau H_a ditolak.

Jika $F_{hitung} > F_{tabel}$, maka H_a diterima atau H_0 ditolak.

Tabel 9. Pengujian Kekerasan Brinell setelah Proses Quenching

Media	Pengujian	Pengujian Kekerasan Spesimen Setelah Quenching HRB		
		Titik 1	Titik 2	Titik 3
Oil	1	173	173	173
	2	210	215	220
	3	186	194	206
Rata-Rata		189,67	194	199,67
Air Laut	1	318	370	301
	2	338	382	370
	3	277	293	293

	Rata-Rata	311	348,33	321,33
Air + Garam	1	202	255	293
	2	359	424	395
	3	269	206	309
	Rata-Rata	276,67	295	332,33

Tabel 10. Analisa of Varian untuk Proses Uji Kekerasan (*Quenching*)

ANOVA

Kekerasan

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	88859,556	2	44429,778	16,471	,000
Within Groups	64737,111	24	2697,380		
Total	153596,7	26			

Hasil uji one way ANOVA yang telah dilakukan mengindikasikan bawa F_{hitung} uji kekerasan (*Quenching*) sebesar 16,471, yang lebih besar daripada F_{tabel} (2,24) sebesar 3,40 ($F_{hitung} > F_{tabel}$), dan diperkuat dengan nilai sig uji kekerasan (*Quenching*) diperoleh sebesar 0,000, lebih kecil dari pada nilai kritik $\alpha = 0,05$. (Jika $F_{hitung} \geq F_{tabel}$ maka H_a diterima artinya signifikan, dan jika $F_{hitung} \leq F_{tabel}$ maka H_0 di terima), dengan demikian maka H_a diterima yang artinya uji kekerasan (*Quenching*) pada ketiga jenis media signifikan berbeda atau terdapat perbedaan kekerasan yang signifikan diantara ketiga jenis penggunaan media.

d) *Means Plot* (Grafik perbedaan rata-rata) *Means plot* menggambarkan grafik perbedaan rata-rata dari uji kekerasan dengan menggunakan media yang berbeda yakni media Oil, Air Laut dan Air Garam, adapun perbedaan rata-rata seperti yang tampak pada table dan grafik di bawah ini :'

Tabel 11. Uji Perbedaan Rata-Rata Proses Uji Kekerasan (*Quenching*)

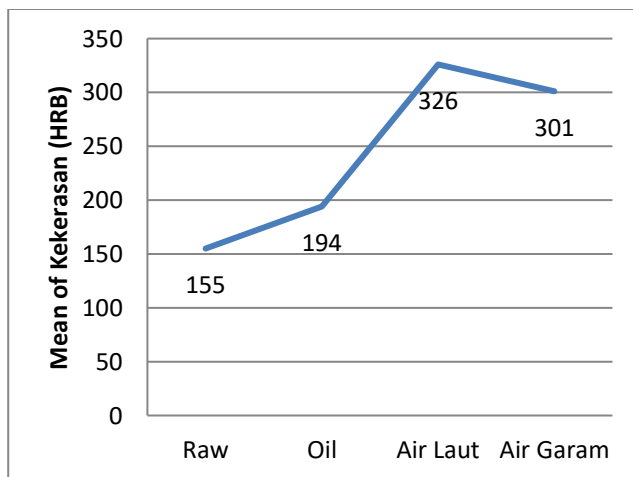
Kekerasan

Duncan^a

Kode UKB	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
Oil	9	194,444	
Air Garam	9		301,333
Air Laut	9		326,889
Sig.		1,000	,307

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.



Gambar 5. Grafik Perbedaan Rata – Rata Uji Kekerasan HRB

Dari gambar 5, dapat dilihat bahwa nilai rata-rata uji kekerasan dengan menggunakan media oil sebesar 194,44 HRB dengan menggunakan Air Garam sebesar 301,33 HRB dan dengan menggunakan media Air Laut sebesar 326,24 HRB. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa media Air Laut lebih keras dalam uji kekerasan, kemudian diikuti oleh media Air Garam dan yang lebih lentur adalah media Oil.

Pengaruh media pendingin

Kemampuan suatu jenis media dalam mendinginkan spesimen bisa berbeda-beda, perbedaan kemampuan media pendingin disebabkan oleh temperature, kekentalan, kadar larutan dan bahan dasar media pendingin (Murtiono, 2012). Biasanya oli/minyak sudah ditambah zat aditif dan secara umum, oli/minyak mempunyai laju pendinginan yang lebih lambat dibandingkan dengan air atau air garam. Oli mempunyai titik nyala yang beragam antara 130^o-290^oC. Garam dipakai sebagai bahan pendingin

disebabkan memiliki sifat mendinginkan yang teratur dan cepat. Bahan yang diinginkan dalam cairan garam yang akan mengakibatkan ikatannya menjadi lebih keras karena pada permukaan benda tersebut akan meningkat zat arang. Kekerasan akibat didinginkan dengan air laut menghasilkan sifat kekerasan lebih tinggi. Hal ini disebabkan temperatur air laut lebih rendah oleh pengaruh kadar garam. Sehingga laju pendinginan air laut lebih cepat, karbon yang terjebak dari struktur austenit (FCC) menjadi martensit (BCT) lebih banyak dan austenit sisa pada temperatur kamar yang tidak sempat bertransformasi menjadi martensit lebih sedikit.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian pada proses uji kuat tarik dan uji kekerasan dengan menggunakan ke tiga media oil, air laut dan air + garam maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Terdapat pengaruh proses *quenching* dengan media pendingin air+garam sebesar 1.025,30 N/mm² dan 301,33 HRB dengan demikian terdapat peningkatan pengujian kekuatan tarik sebesar 83% dan pengujian kekerasan sebesar 94,2%.
2. Terdapat pengaruh proses *quenching* dengan media pendingin oli 20 – 50w 4liter sebesar 668,96 N/mm² dan 194,44 HRB dengan demikian terdapat peningkatan pengujian kekuatan tarik sebesar 19,3% dan pengujian kekerasan sebesar 25,2%.
3. Terdapat pengaruh proses *quenching* dengan media pendingin air laut 10 liter diperoleh sebesar 1.157,24 N/mm² dan 326,24 HRB dengan demikian terdapat peningkatan pengujian kekuatan tarik sebesar 106,6% dan pengujian kekerasan sebesar 110,3%.

DAFTAR PUSTAKA

- Daryanto, 2010, Proses Pengolahan Besi dan Baja (Ilmu Metalurgi) Cet. 1. Bandung: Satu Nusa, 2010.
- Haryadi, Gunawan Dwi. 2015. Pengaruh Tempering Dan Perubahan Struktur Micro Bahan *Chain-Pin* Pada *Drag Chain- Coveyor* Batu Bara. Rotasi – Vol. 17, No. 1, Januari 2015: 37-44
- Muhammad Zuchry M, 2011, Pengaruh Karburasi Dengan Variasi Media Pendingin Terhadap *Micro* Struktur Baja Karbon, Palu: Mektek Tahun XIII No. 2, 2011.
- Nurfanani. Ach 2013, *Perbandingan Media Pendingin Oli SAE 5W Dan Air Garam Pada Proses Quenching Grinding Ball 40 mm Terhadap Kekerasan dan Ketahanan Aus Di PT. Semen Indonesia (PERSERO) TBK*
- Purwanto. 2011. Analisa *Quenching* Pada Baja Karbon Rendah Dengan Media Solar. Momentum, Vol. 7, No. 1, April 2011 : 36-40
- Sutiyoko, 2014, Perubahan Sifat Mekanik Material Karena Perbedaan Konsentrasi Larutan Garam NaCl Pada Proses *Quenching*, Politeknik Manufaktur Ceper, Klaten.
- Yunaidi, Saptyaji Harnowo, 2015, Pengaruh Viskositas Oli Sebagai Cairan Pendingin Terhadap Sifat Mekanis Pada Proses *Quenching* Baja St 60, Politeknik LPP, Yogyakarta.