JURNAL

Analisa Pengaruh Media Pendingin Pada Proses Perlakuan Panas Terhadap Kekuatan Tarik Material ST 41

Analysis Of Effects Of Cooling Media In Heat Treatment Process On Power Strength Of ST 41 Material

Oleh:

DWI SETYAWAN
NPM : 13.1.03.01.0148

Dibimbing oleh :

1. **FATKUR RHOHMAN, M.Pd.**
2. **AM. MUFARRIH, M. T**

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI

TAHUN 2017

Artikel Skripsi
Universitas Nusantara PGRI Kediri

SURAT PERNYATAAN
ARTIKEL SKRIPSI TAHUN 2017

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Lengkap	: Dwi Setyawan
NPM	: 13.1.03.01.0148
Telepon/HP	: 082291027201
Alamat Surel (Email)	: dwisetyawan115@gmail.com
Judul Artikel	: Analisa Pengaruh Media Pendingin Pada Proses Perlakuan Panas Terhadap Kekuatan Tarik Material ST 41
Fakultas – Program Studi	: Teknik Mesin
NamaPerguruan Tinggi	: Universitas Nusantara PGRI Kediri
Alamat PerguruanTinggi	: Jl. K.H Achmad Dahlan No. 76 Kota Kediri

Dengan ini menyatakan bahwa:

a. Artikel yang saya tulis merupakan karya saya pribadi (bersama tim penulis) dan bebas plagiarisme.
b. Artikel telah diteliti dan disetujui untuk diterbitkan oleh Dosen Pembimbing I dan II.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila dikemudian hari ditemukan ketidak sesuaian data dengan pernyataan ini dan atau ada tuntutan dari pihak lain, sayabersedia bertanggung jawabdan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Mengetahui		Kediri, 7 AGUSTUS 2017
Pembimbing I	Pembimbing II	Penulis,
Fatkur Rhohman, M. Pd. NIDN. 0728088503	Am. Mufarrih, M. T NIDN. 0730048904	Dwi Setyawan NPM : 13.1.03.01.0148

Dwi Setyawan | 13.1.03.01.0148 **simki.unpkediri.ac.id**
Fakultas Teknik – Prodi Teknik Mesin **|| 1||**

ANALISA PENGARUH MEDIA PENDINGIN PADA PROSES PERLAKUAN PANAS TERHADAP KEKUATAN TARIK MATERIAL ST 41

DWI SETYAWAN
NPM : 13.1.03.01.0148

Fakultas Teknik – Prodi Teknik Mesin
Email: dwisetyawan115@gmail.com
Fatkur Rhohman, M.Pd[1] dan Am. Mufarrih, M. T[2]

UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI

Abstrak

Kekerasan pada komponen mesin yang terbuat dari baja, dapat diperoleh melalui proses perlakuan panas atau perlakuan permukaan. Proses peningkatan kekerasan menggunakan panas kemudian dengan dinginkan dengan media pedingin serta *holding time* yang ditentukan merupakan cara yang banyak dilakukan untuk baja karbon medium dan tinggi. Penelitian untuk memperoleh hasil kekuatan tarik dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh media pendingin dan *holding* time pada proses perlakuan panas terhadap kekuatan tarik material ST 41. Metode penelitian yang digunakan eksperimen murni *(true experimental)* dengan analisa data menggunakan *analysis of* varians pada *program minitab 16*. Hasil penelitian menunjukkan variasi yang mampu memberikan pengaruh paling besar terhadap kekuatan tarik adalah *holding time* selama 15 menit dengan media pendingin air sebesar 64 kN. Hasil analisa untuk *holding time* memiliki pengaruh terhadap kekutan tarik dengan *p-value* sebesar <0,05 (nilai signifikan) sedangkan untuk media pendinginan tidak memiliki pengaruh terhadap kekuatan tarik dimana *p-value* sebesar >0,05 (nilai signifikan). Sehingga dapat disimpulkan faktor *holding time* berpengaruh terhadap kekuatan tarik dan untuk faktor media pendingin tidak berpengaruh terhadap kekuatan tarik secara signifikan.
.

Kata kunci : Media pendigin, perlakuan panas, kekuatan tarik, material ST 41

A. PENDAHULUAN

Baja adalah material yang banyak digunakan dalam konstruksi mesin, karena memiliki sifat ulet mudah dibentuk, kuat maupun keras. Selain itu baja dengan unsur utama Fe dan C bisa dipadukan dengan unsur lain seperti Cr, Ni, Ti dan sebagainya, untuk mendapatkan sifat mekanik seperti yang diinginkan. Kandungan karbon didalam struktur baja akan berpengaruh terhadap sifat keras. Sifat ini dibutuhkan untuk komponen mesin yang saling bergesekan atau karena fungsinya harus mempunyai kekerasan tertentu. Kekerasan pada komponen mesin yang terbuat dari baja, dapat diperoleh melalui proses perlakuan panas atau perlakuan permukaan. Proses peningkatan kekerasan menggunakan panas merupakan cara yang banyak dilakukan untuk baja karbon medium dan tinggi (Schonmetz, 1985).

Sebagai upaya mencari sifat logam yang sesuai dengan yang dibutuhkan diantaranya adalah dengan cara perlakuan panas. Perlu tidaknya perlakuan panas dan bagaimana perlakuan panas yang dilakukan tergantung pada sifat coran dan penggunaanya. Untuk itu perlu diketahui secara mendalam mengenai sifat-sifat baja cor tersebut. Yang dimaksud dengan perlakuan disini adalah proses untuk memperbaiki sifat-sifat dari logam dengan jalan memanaskan coran sampai temperatur yang cocok dibiarkan beberapa waktu pada temperatur itu, kemudian didinginkan ke temperatur yang lebih rendah dengan kecepatan yang sesuai. Selain perlakuan panas yang dilakukan sifat mekanis baja juga akan dipengaruhi oleh proses pendinginan yang dilakukan, apakah ada perbedaan perubahan sifat mekanis dari baja yang diperlakukan panas dengan proses pendinginan yang berbeda adalah satu hal yang dicari dalam penulisan ini.

Perlakuan panas adalah proses untuk memperbaiki sifat-sifat dari logam dengan jalan memanaskan coran sampai temperatur yang cocok, lalu dibiarkan beberapa waktu pada temperatur itu, kemudian didinginkan ke temperatur yang lebih rendah dengan kecepatan yang sesuai. Perlakuan panas yang dilaksanakan pada coran adalah : pelunakan temperatur rendah, pelunakan, penormalan, pengerasan dan penemperan (Surdia dan Chijiwa, 2009).

Heat treatment hanya bisa dilakukan pada logam campuran yang pada temperatur kamar mempunyai struktur mikro dua fase atau lebih. Sedang pada temperatur yang lebih tinggi fase-fase tersebut akan larut menjadi satu fase. Cara yang dipakai ialah dengan memanaskan

logam sehingga terbentuk satu fase, kemudian diikuti dengan pendinginan cepat. Dengan cara ini pada temperatur kamar akan terbentuk satu fase yang kelewat jenuh. Bila logam dalam keadaan tersebut dipanaskan maka fasefase yang larut akan mengendap (Sumanto, 2010).

Baja ST 41 adalah jenis baja konstruksi dengan tensile strength 40 kg/mm^2. Baja ini memiliki kandungan karbon (C) sebesar 0,10% , jadi termasuk baja karbon rendah. Baja ST 41 memiliki sifat tensile streng yang kadang kala butuh untuk dinaikan kekuatannya, salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan pemanasan dan pendinginan dengan bertahap atau cepat sesuai dengan kebutuhan. Perubahan sifat fisik baja ST 41 akan tergantung dengan cara pendinginan dan pemanasan yang dilakukan termasuk jenis media pendingin yang dilakukan.

Diperlukan upaya identifikasi jenis media pendingin yang sesuai dengan kebutuhan, oleh karena itu peneliti tertarik untuk melaksanakan penelitian dengan judul pengaruh media pendingin pada proses perlakuan panas terhadap kekuatan tarik material ST 41

B. METODE PENELITIAN

Variabel penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut: (1) Variabel Bebas adalah media pendinginan (air, oli, udara) dan holding time (5, 10 dan 15 menit). (2) Variabel Terikat adalah kekuatan tarik.. (3) Variabel Kontrol, terdiri dari: (a) material ST 41 dan suhu (b) *Normalizing* 850^{0}C (suhu standar untuk material ST-41 / 0,3% carbon).

Tahap pelaksanaan penelitian diawali dengan *study* literatur untuk mendapatkan informasi, data, dan teori yang berkaitan dengan obyek penelitian.

Kemudian dilanjutkan prosedur penelitian (1) bahan dibentuk spesimen sesuai standar yang ditentukan dan memenuhi persyaratan specimen sejumlah 3 buah pada tiap-tiap jenis jenis pendinginan. (2) Perlakuan panas dilakukan dengan *heat treatmen/normalizing* bertahap mulai suhu kamar hingga mencapai suhu 850°C kemudian ditahan (*holding time*) dengan kombinasi perlakuan 5 menit, 10 menit dan 15 menit dengan maksud agar pemanasan benar-benar merata pada seluruh lapisan spesimen. (3) Kemudian didinginkan pada masing-masing media yaitu udara, air dan oli.

Proses pengukuran (1) Catat data mesin tarik, (2) Ukur Dimensi spesimen (Panjang spesimen awal, gauge length awal,diameter awal, luas spesimen awal) dengan menghitung nilai rata-rata dari tiga

kali pengukuran (3) Sebelum spesimen dipasang pada mesin tarik, buatlah grip pada *plain end (shouldered end, threaded end, pin end, dan weld end)* agar pada saat ditarik spesimen tidak mengalami slip. (4) Spesimen dipasang pada penjepit (5) Atur skala pembebanan. (6) Kertas grafik dan pena di pasang. (7) Pemberian pembebanan (8) Selama penarikan perhatikan perubahan yang teijadi pada spesimen maupun grafik, (besarnya) beban yield, perpanjangan saat *yield*, beban maksimum, perpanjangan saat beban maksimum, beban saat patah, dan perpanjangan saat patah) (9) Setelah patah, spesimen dilepas dari penjepit. (10) Kedua bagian spesimen yang patah digabung kembali, kemudian ukur dan catat dimensi spesimen setelah patah (Panjang spesimen akhir, gauge length, diameter akhir, luas spesimen akhir, yield strength, elongation, reduction area)

Tabel 1. Rancangan Percobaan

No.	*Holding time*	Media Pendingin	Kekuatan Tarik 1	Kekuatan Tarik 2	Rata-Rata
1	5 menit	Air			
2	5 menit	Oli			
3	5 menit	Udara			
4	10 menit	Air			
5	10 menit	Oli			
6	10 menit	Udara			
7	15 menit	Air			
8	15 menit	Oli			
9	15 menit	Udara			

Teknik analisa data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis variansi (ANOVA = *Analysis of variance*). Menurut Iriawan (2006) teknik analisis variansi mempergunakan suatu rasio perbedaan yang diamati / *error term* untuk menguji kebenaran hipotesis. Rasio yang disebut rasio F (*F-ratio*) mengguna kan variansi mean kelompok sebagai ukuran bagi perbedaan kelompok yang diamati. Perhitungan ANAVA dilakukan menggunakan software *Minitab 16*.

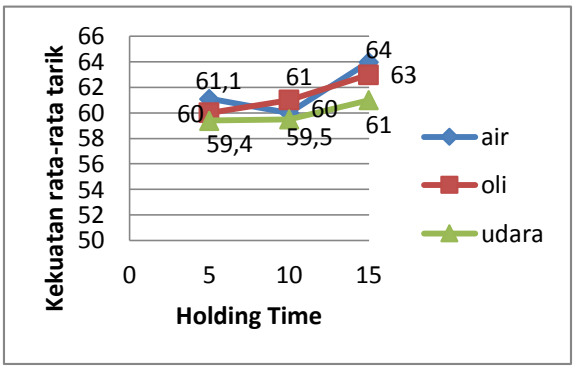
C. HASIL PENELITIAN

1. Deskripsi Data

Hasil pengujian kekuatan tarik yang digambarkan dalam grafik 4.1 diatas menunjukan hasil kekuatan tarik material ST 41 pasca perlakuan panas dengan holding time 5 menit, 10 menit dan 15 menit dengan menggunakan media pendingin air, oli dan udara dapat diketahui bahwa nilai kekuatan tarik terendah terletak pada media pendingin udara dengan holding time selama 5 menit yaitu diperoleh kekuatan tarik sebesar 54,9 kN, sedangkan nilai kekuatan tarik tertinggi terletak pada media pendingin air dengan holding time selama 15 menit yaitu sebesar 64,4 kN.

Tabel 2. Data rata-rata *Output* Daya motor yang menggunakan koil standar dan koil *racing*

No	Holding Time	Media Pendingin	Kekuatan Tarik (kN)		Rata-rata Kekuatan tarik (kN)
			Pengujian 1	Pengujian 2	
1	5 menit	Air	63,4	58,7	61,1
2		Oli	53,8	66,2	59,9
3		Udara	54,9	68,2	59,4
4	10 menit	Air	56	64	60
5		Oli	61,3	60,7	61
6		Udara	63,0	56,0	59,5
7	15 menit	Air	71	57	64
8		Oli	61,7	64,3	63
9		Udara	66,9	55,7	61



Gambar 1. Hasil Uji Tarik

Berdasarkan pada hasil pengujian kekuatan tarik yang digambarkan dalam grafik 1 diatas menunjukan hasil kekuatan tarik material ST 41 pasca perlakuan panas dengan holding time 5 menit, 10 menit dan 15 menit dengan menggunakan media pendingin air, oli dan udara dapat diketahui bahwa nilai kekuatan tarik terendah terletak pada media pendingin udara dengan holding time selama 5 menit yaitu diperoleh kekuatan tarik sebesar 54,9 kN, sedangkan nilai kekuatan tarik tertinggi terletak pada media pendingin air dengan holding time selama 15 menit yaitu sebesar 64,4 kN.

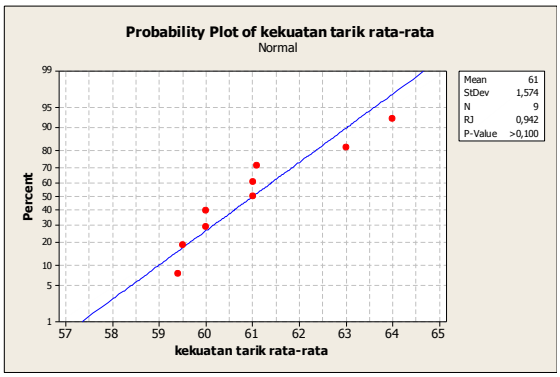
2. Analisa Data

Dalam prosedur analisa data, perlu terlebih dahulu diuji asumsi untuk mengetahui apakah data variabel dalam keadaan baik atau tidak. Serta sebagai syarat dari Anova terhadap data yang didapatkan selama eksperimen.

a. Uji Kenormalan

Uji kenormalan residual dilakukan dengan menggunakan Uji Kolmogorov-Smirnov yang terdapat pada program *minitab 16*. Uji ini dilakukan untuk mengetahui apakah data variabel berdistribusi normal atau tidak. Peneliti menggunakan taraf signifikan kesalahan sebesar α = 5% (0.05) dengan kata lain tingkat keyakinan atau kebenaran sebesar 95% (Arikunto, 2006).

Di bawah ini gambar 4.5 merupakan Plot uji distribusi normal pada respon kekuatan tarik.



Gambar 2. Plot Uji Distribusi Normal pada kekuatan tarik.

Sehingga hipotesis yang digunakan adalah:

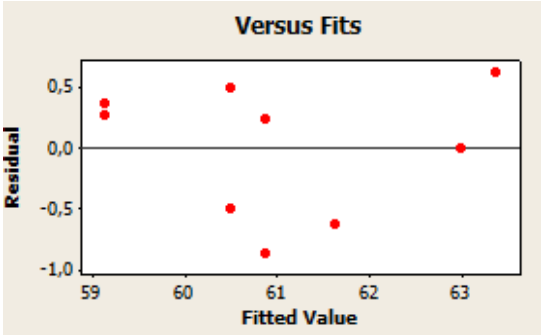
H_0 : Residual berdistribusi normal

H_1 : Residual tidak berdistribusi normal

H_0 ditolak jika *p-value* lebih kecil dari pada $\alpha = 0.05$. Gambar 4.3 menunjukan bahwa dengan uji Kolmogorov-Smirnov diperoleh *P-Value* sebesar 0.100 yang berarti lebih besar dari $\alpha = 0.05$. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa H_0 merupakan residual berdistribusi normal.

b. Uji Identik

Setelah uji kenormalan kemudian uji identik untuk mengetahui apakah data penelitian yang dihasilkan identik atau tidak. Bila sebaran data pada *output* uji ini tersebar secara acak dan tidak membentuk pola tertentu disekitar harga nol maka data memenuhi asumsi identik. Namun bila *output* uji ini tersebar secara tidak acak dan membentuk pola tertentu disekitar harga nol maka data tidak memenuhi asumsi identik yang diperlukan.

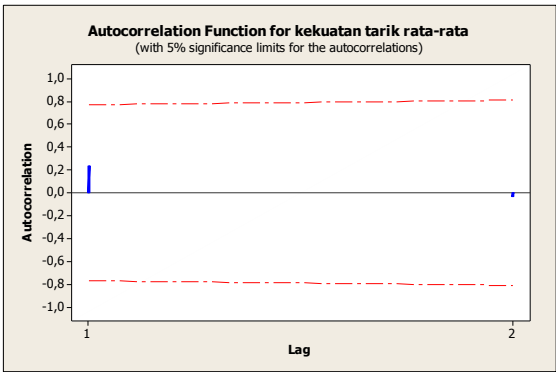


Gambar 3. Plot Residual versus pitted value

Gambar 3 menunjukkan bahwa residual terbesar secara acak disekitar harga *minus* dua dan tidak membentuk pola tertentu. Dengan demikian asumsi residual identik terpenuhi.

c. Uji Independen

Pengujian independen pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan *auto correlation function* (ACF) yang terdapat pada program *minitab 16*. Pengujian ini untuk mengetahui apakah terdapat nilai ACF yang keluar dari batas interval atau tidak. Bila tidak terdapat nilai yang melebihi batas interval maka data penelitian ini memenuhi asumsi identik, namun bila terdapat data penelitian yang melebihi batas interval maka terdapat hasil pengukuran yang terpengaruh oleh hasil pengukuran lainnya.



Gambar 4. Plot ACF pada kekuatan tarik

Berdasarkan plot ACF yang ditunjukan pada gambar 4.5, tidak ada nilai AFC pada tiap *lag* yang keluar dari batas interval. Hal ini membuktikan bahwa tidak

ada kolerasi antar residual artinya bersifat independen.

d. Hasil Analisa Data

Setelah pengujian asumsi selesai dan data penelitian sudah dalam keadaan normal, identik dan independen. Maka Bisa dilanjutkan menuju hasil analisa data menggunakan *analysis of varians* (ANOVA) dengan distribusi F perhitungan menggunakan program *minitab16* untuk mencari hipotesis disetiap variabel.

Hipotesis awal (H_0) akan ditolak apabila nilai F_{hitung} melebihi nilai F_{tabel}. Untuk F_{hitung} didapatkan dari hasil analisa program *minitab* dan untuk F_{tabel} dari hasil $F_{\alpha,\ a-1,\ N-a,}$ dimana "a" adalah banyak replikasi ditiap level faktor dan N adalah banyaknya seluruh pengamatan. Untuk mendapatkan nilai F_{tabel} dapat kita lihat tabel *Prescentage Point of the Distribution (continued)* pada halaman lampiran. Penarikan hasil untuk kekuatan tarik berdasarkan tabel distribusi untuk $F_{(0.05;\ 1,16)}$ sebesar 4,49. Selain menggunakan nilai F, kita bisa juga menggunakan *P-Value* untuk menguji hipotesis awal (H_0) akan ditolak bila *P-Value* kurang dari nilai taraf signifikan α, dalam penelitian α (signifikan) bernilai 0.05 = 5%.

Analysis of Varians (ANOVA) digunakan untuk mengetahui pengaruh variabel proses yang memiliki pengaruh signifikan terhadap kekuatan tarik. ANOVA untuk kekuatan tarik berdasarkan perhitungan program *minitab 16* dapat dilihat pada tabel 4.3 analisa variasi variabel proses terhadap kekuatan tarik.

Tabel 3 Analisa Variansi Variabel Proses terhadap kekuatan tarik

Factor	Type	Levels	Values
holding time	fixed	3	5; 10; 15
media pendingin	fixed	3	air; oli; udara

Analysis of Variance for kekuatan tarik rata-rata, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
holding time	2	12,5000	12,5000	6,2500	10,81	0,024
media pendingin	2	5,0067	5,0067	2,5033	4,33	0,100
Error	4	2,3133	2,3133	0,5783		
Total	8	19,8200				

S = 0,760482 R-Sq = 88,33% R-Sq(adj) = 76,66%

Hasil analisa dengan menggunakan anova di atas dapat dibuat uji hipotesis sebagai berikut:

1) Hipotesis $H_0 : \alpha_1 = \alpha_2$
   artinya jika H_0 ditolak maka ada pengaruh variabel bebas (α_1) terhadap variabel terikat (α_2).
2) Hipotesis $H_1 : \alpha_1 \neq \alpha_2$
   artinya jika H_1 diterima maka tidak ada pengaruh variabel bebas (α_1) terhadap variabel terikat (α_2).

e. Interprestasi Hasil Analisis Data

Setelah hasil analisa data dapat ditentukan maka untuk interprestasi mengenai hasil analisis sebagai berikut. Pengujian ini untuk mengetahui apakah ada pengaruh yang diberikan variabel bebas (variasi *holding time* dan variasi media pendingin) terhadap kekuatan tarik. Nilai F_{hitung} pada variasi *holding time* sebesar 10,81, sedangkan F_{hitung} terendah terdapat

pada variasi media pendingin yaitu sebesar 4,33. Sedangkan untuk *P-Value holding time* sebesar 0.024 dan untuk P-Value media pendingin sebesar 0.100. Hasil F_{hitung} dan P-value digunakan untuk mengetahui seberapa pengaruh varibel bebas terhadap kekuatan tarik.

C. Pengujian Hipotesis

Pengujian hipotesis ini merupakan hasil dan interprestasi analisis data yang diperoleh, dalam pengujian hipotesis untuk menarik kesimpulan sesuai analisa data dapat menggunakan dua cara yaitu yang pertama membandingkan nilai F_{hitung} yang dihasilkan dari analisis variansi dan F_{tabel} dari tabel distribusi F, α (signifikan) 0.05.

1) Untuk variabel bebas *holding time*
   Kesimpulan: F_{hitung} = 10.81 > $F_{(0.05;\ 1,\ 16)}$= 4.49, maka H_0 ditolak artinya ada pengaruh *holding time* terhadap kekuatan tarik.
2) Untuk variabel bebas media pendingin
   Kesimpulan: F_{hitung} = 4.33 > $F_{(0.05;\ 1,\ 16)}$= 4.49, maka H_0 diterima artinya tidak ada pengaruh media pendingin terhadap kekuatan tarik.

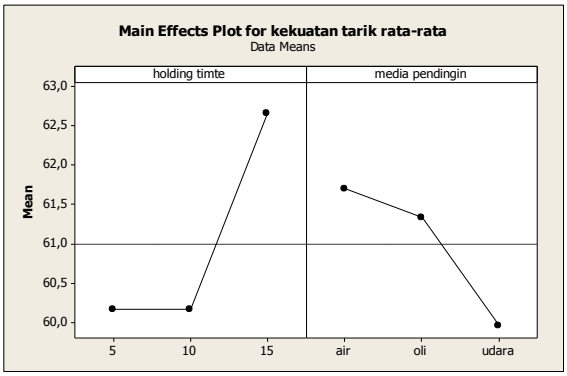
Pengujian hipotesis juga dapat dilakukan berdasarkan *P-Value* yang dibandingkan dengan nilai taraf signifikan 5% (α = 0.05), apabila *P-Value* yang dihasilkan analisi varian lebih kecil dari nilai taraf signifikan 5% (α =0,05) maka varibael bebas dapat dipastikan memiliki pengaruh pada hasil kekuatan tarik pada penelitian. Dapat dlihat dari tabel 4.4 perbandingan nilai *P-Value* dan signifikan (α = 0.05).

Tabel 4. Perbandingan *P-Value* dan α

Variabel Bebas	*P-Value*		α
Variasi *Holding Time*	0.024	<	0,05
Variasi Media Pendingin	0.100	>	0,05

Berdasarkan uji hipotesis *P-Value* pada tabel 4 dapat diketahui bahwa *P-Value* dari faktor *holding time* lebih kecil dari taraf signifikan 5% (α = 0.05). Hal ini membuktikan bahwa variasi *holding time* memil;iki pengaruh signifikan terhadap kekuatan tarik. Sedangkan hasil uji variasi mediapendingin diketahui *p-value* lebih dari taraf signifikan 5% sehingga tidak terdapat pengaruh variasi media pendingin terhadap kekuatan tarik.

Hasil pengaruh kekuatan uji tarik dapat terlihat dengan jelas melalui gambar *main effect plot* yang didapat dari uji ANOVA sebagai berikut.



Gambar 5. Plot efek yang diberikan variabel bebas terhadap kekuatan tarik.

Pada gambar 5.:

1. Hasil main effects plot menunjukkan holding time 15 menit memiliki hasil uji tarik yang lebih tinggi dibanding variasi holding time lainnya.
2. Media pendingin menunjukkan air memiliki hasil uji kekuatan tarik yang lebih tinggi dibanding media pendingin oli dan udara.

3. Pembahasan

Berdasarkan hasil metode analisis *analysis of varians* (ANOVA) yang telah dilakukan pada penelitian ini, terdapat kombinasi yang mampu menghasilkan kekuatan tarik yang optimal. Variasi yang mampu memberikan pengaruh paling optimal adalah *holding time selama 15 menit* dengan media pendingin air. *Holding time* atau waktu penahanan dilakukan untuk mendapatkan kekerasan maksimum dari suatu bahan pada proses perlakuan panas dengan menahan pada temperatur pengerasan untuk memperoleh pemanasan yang homogen sehingga struktur austenitnya homogen atau terjadi kelarutan karbida ke dalam austenit dan terjadi difusi karbon dengan unsur paduan sehinga diperoleh struktur martensit yang lebih keras.

Untuk memperoleh struktur martensit yang keras maka pada saat pemanasan harus dapat terjadi pada struktur austenit (temperatur 760 °C), karena hanya austenit yang dapat bertransformasi menjadi martensit. Bila pada saat pemanasan masih terdapat struktur lain maka setelah didinginkan akan diperoleh struktur yang tidak seluruhnya martensit. Oleh karena itu penentuan temperatur dan lamanya holding time berperan penting terhadap pembentukan martensit.

Kekuatan tarik pada baja juga tergantung pada media *quenching* yang digunakan. Media quenching sangat berpengaruh terhadap laju pembentukan struktur martensit dan tingkat kekerasan. *Quenching* merupakan proses pendinginan cepat pada saat logam telah mengalami perlakuan panas hingga pada titik temperatur tertentu dengan kecepatan pendinginan tergantung media *quenching* yang digunakan. Penggunaaan media

pendingin dengan laju cepat akan menghasilkan tingkat kekerasan yang tinggi tetapi ketangguhan baja akan menurun. Oleh karena itu penggunaan media pendingin air yang merupakan pendinginan cepat berpengaruh terhadap tingkat kekerasan baja sehingga baja mengalami peningkatan kekerasan yang cukup signifikan pada setiap spesimen perlakuan panas pada penelitian ini. Akan tetapi dengan menggunkan media pendinginan yang memiliki laju cepat memiliki kekurangan yaitu mengurangi tingkat ketangguhan baja.

D. PENUTUP

1. Simpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan peneliti, dimana holding time memiliki pengaruh terhadap kekutan tarik Hasil ini berdasarkan analisa varian (ANOVA) dengan nilai *p-value* 0.024 < 0,05 nilai signifikan. sedangkan untuk media pendinginan tidak memiliki pengaruh terhadap kekuatan tarik dimana *p-value* 0.100 > 0,05. Variasi yang mampu memberikan pengaruh paling optimal adalah *holding time selama 15 menit* dengan media pendingin air. *Holding time* atau waktu penahanan dilakukan untuk mendapatkan kekerasan maksimum dari suatu bahan pada proses perlakuan panas dengan menahan pada temperatur pengerasan untuk memperoleh pemanasan yang homogen

2. Saran

a. Sebelum melakukan penelitian sebaiknya harus dipersiapkan secara optimal sehingga tiadk membuang waktu dalam penelitian.
b. Untuk penelitian yang selanjutnya agar menguji faktor lain agar mendapatkan nilai kekutan tarik yang maksimal.

E. DAFTAR PUSTAKA

Arikunto, S. 2006. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik, Ed Revisi VI*. Jakarta: PT Rineka Cipta.

Cahyono, Azis. 2015. *Heat treatment Perlakuan Panas Dengan Cara Normalizing.* Jurnal: Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang.

Daryanto & Amanto, H. 2009. *Ilmu Bahan,* Jakarta: PT. Bumi Aksara.

Daryanto. 2010. *Proses Pengolahan Besi dan Baja Ilmu Metalurgi, Cetakan-1,* Bandung: Satu Nusa.

Donan. 2005. *A Textbook Of Machine Design S.I.Units*. New York: First Multicolor.

Dowling, N, E. 2009. *Mechanical Behavior Of Materials. 2nd edition*. United States of America.

Schonmetz, Gruber. 1982. *Perlakuan Pada Bahan Heat Treatment.* Bandung: Pustaka Pelajar.

Iriawan, N. 2006. *Mengolah Data Statistik Dengan Mudah Menggunakan. Minitab 16.* Yogyakarta: Andi.

Perdana. 2008. *Perlakuan Bahan Menggunakan Quenching*. Jurnal: Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang.

Rochiem, R. 2012. *Pengaruh Proses Perlakuan Panas Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Baja AISI 310 S.* Surabaya: Jurnal Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Schonmetz, G. 1985. *Pengetahuan Bahan dalam Pengerjaan Logam. Terjemahan Eddy D. Hardjapamekas.* Bandung: Angkasa Anggota IKA 58

Sugiyono. 2010. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif & RND*. Bandung: Alfabeta.

Suherman, W. 2008. *Perlakuan Panas*. Fakultas Teknik Industri Jurusan Teknik Mesin Institut 10 November Surabaya.

Sumanto. 2010. *Dasar-dasar Mesin Pendingin*. Penerbit Andi : Yogyakarta

Surdia, T dan Chiijiwa, K. 2009. *Pengetahuan Bahan Teknik.* Jakarta: PT Pradnya Paramita.

Tony, F. 2005. *Operating Instructions*. Instron 5582 Universal Tester.

Wiryosumarto, H. & Okumura, T. 2008, *Teknologi Pengelasan Logam, Cet. 10.* Jakarta: PT. Pradnya Paramita.

Wachid, Ichsan. 2011. *Perlakuan panas komersial Type 1045*. Jurnal: Teknik Industri Universitas Surakarta.