

## ARTIKEL

# **Analisa Pengaruh Variasi Cairan Pendingin Terhadap Kekerasan Dan Kelurusan Baja AISI 1045 Pada Proses Mesin *Computer Numerical Control* (CNC).**



Oleh:

**HENDRA EKO PRASETYO**

**13.1.03.01.0035**

Dibimbing oleh :

1. Fatkur Rhozman, M. Pd.
2. M. Muslimin Ilham, M.,T

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI  
TAHUN 2018**


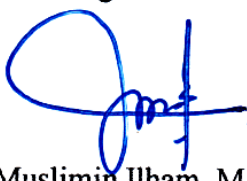
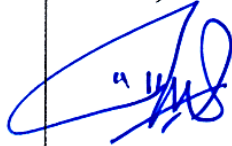
**SURAT PERNYATAAN**  
**ARTIKEL SKRIPSI TAHUN 2018****Yang bertanda tangandibawahini:**

Nama Lengkap : Hendra Eko Prasetyo  
NPM : 13.1.03.01.0035  
Telepon/HP : 085645896550  
Alamat Surel (Email) : Hendraekoprasetyo012@gmail.com  
Judul Artikel : Analisa Pengaruh Variasi Cairan Pendingin Terhadap Kekerasan Dan Kelurusan Baja AISI 1045 Pada Proses Mesin *Computer Numerical Control* (CNC).  
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:

- artikel yang saya tulis merupakan karya saya pribadi (bersama tim penulis) dan bebas plagiarisme.
- 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 pernyataani ni dan atau ada tuntutan dari pihak lain, saya bersedia bertanggung jawab dan di proses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Mengetahui		Kediri, 31 Januari 2018
Pembimbing I  Fatkur Rohman. M.,Pd. NIDN. 0728088503	Pembimbing II  M. Muslimin Ilham. M.,T NIDN. 0713088502	Penulis,  Hendra Eko Prasetyo NPM. 13.1.03.01.0035



# Analisa Pengaruh Variasi Cairan Pendingin Terhadap Kekerasan Dan Kelurusan Baja AISI 1045 Pada Proses Mesin *Computer Numerical Control* (CNC).

Hendra Eko Prasetyo

13.1.03.01.0035

Fakultas Teknik – Prodi Teknik Mesin

Email: [Hendraekoprasetyo012@gmail.com](mailto:Hendraekoprasetyo012@gmail.com)

Fatkur Rhohman. dan M. Muslimin Ilham.

UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI

## Abstrak

Proses pembentukan logam memegang peranan penting menentukan kualitas logam yang dihasilkan. Kekerasan pada komponen mesin yang terbuat dari baja dapat ditingkatkan melalui proses perlakuan panas yang dilanjutkan dengan teknik pendinginan yang tepat, namun proses pendinginan cepat, namun proses pendinginan cepat juga berdampak pada tingkat kelurusan baja.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi cairan pendingin terhadap kekerasan dan kelurusan baja AISI 1045 pada proses mesin *Computer Numerical Control* (CNC). Metode penelitian yang digunakan eksperimen murni (*true experimental*). Variasi cairan pendingin yang digunakan adalah air, larutan garam (70%:30%) dan oli SAE 40W. Analisa data menggunakan *analysis of varians* pada program *minitab 16*.

Hasil penelitian menunjukkan variasi yang mampu memberikan pengaruh paling besar terhadap kekerasan baja adalah suhu pemanasan 800°C dengan cairan pendingin air garam sebesar 35 HRC, sedangkan tingkat kelurusan baja tertinggi terdapat pada cairan pendingin oli pada semua variasi suhu pemanasan dengan penyimpangan rata-rata sebesar 0,02. Hasil analisis untuk kekerasan baja diketahui terdapat pengaruh signifikan antara variasi suhu pemanasan ( $p=0,002$ ) dan variasi cairan pendingin ( $p=0,006$ ) terhadap kekerasan baja. Sedangkan hasil uji kelurusan diketahui tidak ada pengaruh signifikan antara antara variasi suhu pemanasan ( $p=0,174$ ) dan variasi cairan pendingin ( $p=0,694$ ) terhadap kelurusan baja. Sehingga dapat disimpulkan faktor suhu pemanasan dan variasi cairan pendingin berpengaruh terhadap kekerasan baja AISI 1045 namun tidak berpengaruh signifikan terhadap kelurusan baja AISI 1045.

**Kata Kunci:** Cairan pendingin, kekerasan, kelurusan, dan Baja AISI 1045



## A. PENDAHULUAN

Proses pemesinan atau proses pembentukan logam dewasa ini sangat memegang peranan penting seiring dengan kemajuan teknologi. Pada dunia industri otomotif, konstruksi mesin dan komponen khususnya, seorang ahli teknik mesin produksi mendapat tantangan untuk dapat meningkatkan kualitas dan efisiensi dari hasil proses pemesinan tersebut. Salah satu mesin yang berperan dalam pembentukan logam dalam kondisi dingin adalah mesin *Computer Numerical Control (CNC)*.

Mesin *Computer Numerical Control* memiliki berbagai proses yang mempengaruhi berbagai parameter fisis pada benda kerja, karena proses yang terjadi pada mesin *Computer Numerical Control* baik untuk *cutting*, *drilling* maupun *machining* berpengaruh pada perubahan struktur logam akibat dari tekanan dan panas yang terjadi pada benda kerja. Panas yang terjadi pada benda kerja saat pemrosesan pada mesin *Computer Numerical Control* memberikan pengaruh pada efektifitas kerja mesin, untuk itu perlu kiranya untuk mengaplikasikan cairan pendingin.

Pengaplikasian cairan pendingin akan meningkatkan efektifitas kerja pahat-pahat pada mesin *Computer Numerical Control*

khususnya dalam upaya menjaga keausan mata pahat. Penggunaan cairan pendingin tentunya juga memberikan dampak pada perubahan sifat fisis pada benda kerja karena cairan pendingin memberikan pengaruh pada proses pendinginan pada bagian benda kerja yang mengalami pemanasan yang didinginkan akan mengalami perubahan struktur logam, yang berakibat pada terjadinya peningkatan kekerasan logam.

Selain perlunya identifikasi jenis media pendingin yang tepat, dibutuhkan pula ketelitian dalam proses pada mesin *Computer Numerical Control*. Pada proses pembubutan terdapat beberapa parameter seperti kecepatan pemakanan, kecepatan pemotongan, kedalaman pemotongan, geometri pahat dan rasio L/D. Semua parameter tersebut berpengaruh pada hasil akhir produk seperti kekasaran permukaan dan juga kesilindrisan pada suatu poros. Kualitas hasil produk komponen dapat dicapai dengan merubah kecepatan pemotongan dan rasio L/D yang merupakan parameter di dalam proses permesinan bidang manufaktur. Kemampuan mencapai kesilindrisan pada suatu produk, merupakan tujuan utama pada proses pembubutan (Anggoro, 2013). Pengaruh kecepatan *spindle* dan kedalaman pemakanan terhadap



kekasaran benda kerja terbaik adalah kombinasi antara kecepatan pemotongan yang paling tinggi dan tingkat kedalaman pemakanan yang paling rendah (Mahendra, 2014).

hipotesis penelitian ini terdapat pengaruh variasi cairan pendingin terhadap kekerasan dan kelurusan baja AISI 1045 pada proses mesin *Computer Numerical Control* (CNC)

## B. METODE PENELITIAN

Metode dalam penelitian ini adalah pendekatan kuantitatif, karena penelitian ini disajikan dengan angka-angka. Hal ini sesuai dengan pendapat (Arikunto 2006: 12) yang mengemukakan penelitian kuantitatif adalah pendekatan penelitian yang banyak dituntut menggunakan angka, mulai dari pengumpulan data, penafsiran terhadap data tersebut, serta penampilan hasilnya.

## C. HASIL DAN PEMBAHASAN

**Tabel 1.** Hasil pengujian kekerasan dengan media oli, air, air garam dan menggunakan suhu pemanas 600°C 700°C dan 800°.

**Tabel 2.** Hasil pengujian kekerasan dengan media oli, air, air garam dan menggunakan suhu pemanas 600°C 700°C dan 800°.

Berdasarkan pada hasil pengujian kekerasan yang digambarkan dalam grafik dibawah menunjukkan hasil kekerasan Baja AISI 1045 pasca perlakuan panas dengan suhu pemanasan 600°C, 700°C dan 800°C serta menggunakan media pendingin oli, air dan air garam dapat diketahui bahwa nilai kekerasan tertinggi terletak pada media pendingin air garam dengan suhu pemanasan 800°C, sedangkan nilai kekerasann terendah terletak pada media pendingin oli dengan suhu pemanasan 600°C.

No	Suhu Pemanasan	Media Pendingin	Hasil Uji I Keke- rasan (HRC )	Hasil Uji II Keke- rasan (HRC )	Rata- Rata Hasil Uji Keke- rasan (HRC )
1	600	Oli	24	25	25
2		Air	25	26	26
3		Air garam	28	30	29
4	700	Oli	27	27	27
5		Air	28	29	29
6		Air garam	32	31	32
7	800	Oli	30	29	30
8		Air	34	34	34
9		Air garam	34	35	35

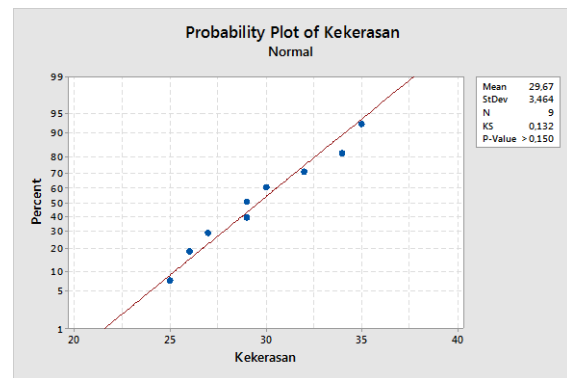


Berdasarkan pada hasil pengujian kelurusan yang digambarkan dalam grafik dibawah menunjukkan tingkat penyimpangan kelurusan baja AISI 1045 pasca perlakuan panas dengan suhu pemanasan 600°C, 700°C dan 800°C serta menggunakan media pendingin oli, air dan air garam. Nilai kelurusan tertinggi diketahui dari nilai penimpangan yang semakin kecil, adapun nilai kelurusan tertinggi adalah Baja AISI 1045 dengan dengan media pendingin oli, suhu pemanasan pada hasil penelitian ini tidak berpengaruh terhadap tingkat kelurusan baja setelah didinginkan dengan media oli. Sedangkan nilai kelurusan terendah adalah Baja AISI 1045 dengan suhu pemanasan 800°C pada media mendingin air garam.

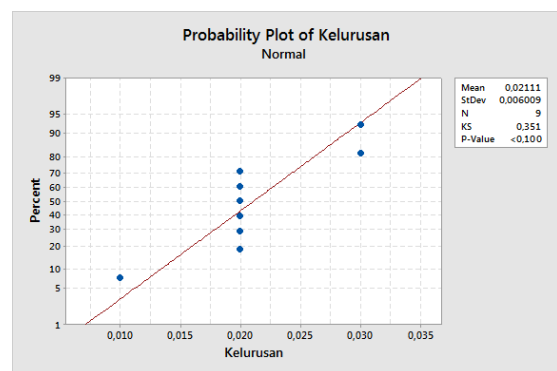
No	Suhu Pemanasan	Media Pendingin	Hasil Uji I Kelurusan	Hasil Uji II Kelurusan	Rata-rata Hasil Uji Kelurusan
1	600	Oli	0,02	0,02	0,02
2		Air	0,01	0,015	0,01
3		Air garam	0,01	0,02	0,02
4	700	Oli	0,03	0,01	0,02
5		Air	0,02	0,02	0,02
6		Air garam	0,02	0,02	0,02
7	800	Oli	0,02	0,02	0,02
8		Air	0,03	0,02	0,03
9		Air garam	0,03	0,02	0,03

**a. Uji normalitas**

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  $\alpha = 5\%$  (0.05) dengan kata lain tingkat keyakinan atau kebenaran sebesar 95%. Di bawah ini grafik dibawah merupakan Plot uji distribusi normal pada respon kekerasan.



(a)



(b)



Sehingga hipotesis yang digunakan adalah:

$H_0$  : Residual berdistribusi normal

$H_1$  : Residual tidak berdistribusi normal

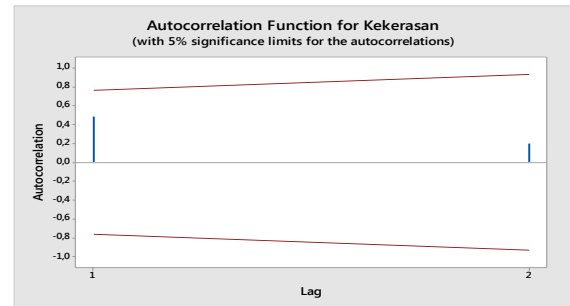
$H_0$  ditolak jika *p-value* lebih kecil dari pada  $\alpha = 0.05$ . Grafik diatas menunjukkan bahwa dengan uji Kolmogorov-Smirnov diperoleh *P-Value* data hasil uji kekerasan sebesar 0.150 sedangkan data hasil uji kelurusan sebesar 0.100 yang berarti kedua data yang diuji memiliki nilai *p-value* lebih besar dari  $\alpha = 0.05$ . Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa  $H_0$  merupakan residual berdistribusi normal.

**Gambar 1.** Plot Uji Normalitas pada variabel (a) kekerasan, (b) kelurusan.

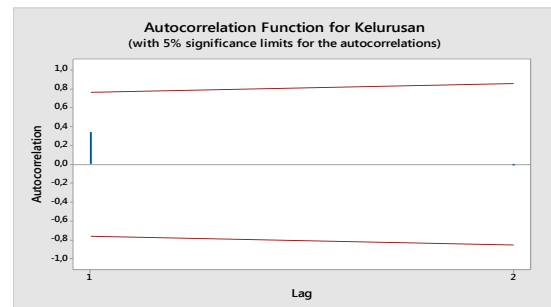
### b. Uji Independen

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.



(a)



(b)

Berdasarkan plot ACF yang ditunjukkan pada grafik 4.7 dan 4.8, tidak ada nilai AFC pada tiap *lag* yang keluar dari batas interval baik pada hasil uji kekerasan maupun hasil uji kelurusan. Hal ini membuktikan bahwa tidak ada kolerasi antar residual artinya bersifat independen.

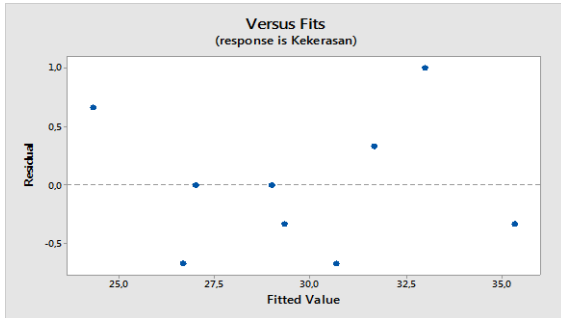
**Gambar 2.** Plot ACF pada variabel (a) kekerasan, (b) kelurusan.

### c. Uji Identik

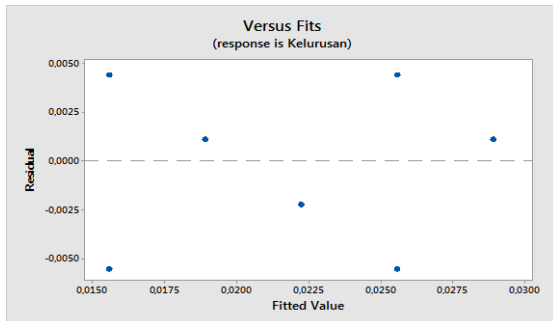
Setelah uji kenormalan kemudian uji identik untuk mengetahui apakah data penelitian yang dihasilkan identik atau tidak. Bila sebaran data pada *output* uji ini tersebar secara acak dan tidak membentuk



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.



(a)



(b)

**Gambar 3.** Plot Residual pada variabel (a) kekerasan, (b) kelurusan.

**d. Hasil uji ANOVA**

Terhadap kekerasan dapat dilihat pada tabel berikut ini:

**Tabel 4.** Analisa Variasi terhadap kekerasan

Factor Values	Type	Levels
Suhu Pemanasan 600. 700. 800	Fixed	3

Media Pendingin Fixed 3  
Air. Air garam. Oli

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS
Suhu Pemanasan	2	60,667
30,3333	45,50	0,002
Media Pendingin	2	32,667
16,3333	24,50	0,006
Error	4	2,667
0,6667		
Total	8	96,000

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0,816497	97,22%	94,44%	85,94%

uji ANOVA terhadap kelurusan dapat dilihat pada tabel berikut ini:

**Tabel 5.** Analisa Variasi terhadap kelurusan

Factor Information

Factor Values	Type	Levels
Suhu Pemanasan 600. 700. 800	Fixed	3
Media Pendingin Air. Air garam. Oli	Fixed	3

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS
Suhu Pemanasan	2	0,000156
0,000078	2,80	0,174
Media Pendingin	2	0,000022
0,000011	0,40	0,694
Error	4	0,000111
0,000028		
Total	8	0,000289

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0,0052705	61,54%	23,08%	0,00%





### e. Interpretasi Hasil Analisis Data

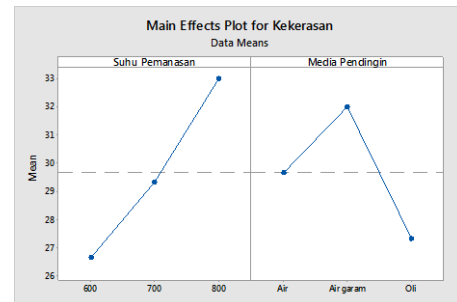
Pengujian ini untuk mengetahui apakah ada pengaruh yang diberikan variabel bebas (variasi suhu pemanasan dan variasi media pendingin) terhadap kelurusan baja. Nilai  $F_{hitung}$  pada variasi suhu pemanasan sebesar 2,80, sedangkan  $F_{hitung}$  pada variasi media pendingin sebesar 0,40. Sedangkan untuk  $P-Value$  suhu pemanasan sebesar 0.174 dan untuk  $P-Value$  media pendingin sebesar 0.694. Hasil  $F_{hitung}$  dan  $P-value$  digunakan untuk mengetahui seberapa pengaruh variabel bebas terhadap kelurusan baja.

sebesar 0,037. Hasil dari  $F_{hitung}$  dan  $P-value$  nantinya akan dijadikan acuan apakah data variabel memiliki pengaruh atau tidak.

### f. Pengujian Hipotesis

Pengujian hipotesis ini merupakan hasil dan interpretasi 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,  $\alpha$  (signifikan) 0.05. Pengujian hipotesis juga dapat dilakukan berdasarkan  $P-Value$  yang dibandingkan dengan nilai taraf signifikan 5% ( $\alpha = 0.05$ ), apabila  $P-Value$  yang dihasilkan analisis varian lebih kecil dari nilai taraf signifikan 5% ( $\alpha = 0,05$ ) maka variabel

bebas dapat dipastikan memiliki pengaruh pada variabel terikat. Dapat dilihat dari tabel 4.5 perbandingan nilai  $P-Value$  dan signifikan ( $\alpha = 0.05$ ).



**Gambar 1.** Hasil main effects plot menunjukkan suhu pemanasan 800°C memiliki hasil uji kekerasan yang lebih tinggi dibanding variasi suhu pemanasan lainnya.

Media pendingin menunjukkan air garam memiliki hasil uji kekerasan baja yang lebih tinggi dibanding media pendingin air dan oli.

**Gambar 2.** Uji main effects Plot terhadap kekerasan baja

Pada gambar 4.40 dapat dijelaskan bahwa:

1. Hasil main effects plot menunjukkan suhu pemanas 800°C memiliki hasil uji yang lebih tinggi dibanding variasi suhu pemanas lainnya.
2. Media pendingin menunjukkan air garam memiliki hasil uji kekerasan baja yang lebih tinggi dibanding media pendingin air dan oli.



#### d. Pembahasan

Berdasarkan hasil metode analisis *analysis of varians* (ANOVA) yang telah dilakukan pada penelitian ini, terdapat kombinasi yang mampu menghasilkan kekerasan baja AISI 1045 yang optimal. Variasi yang mampu memberikan pengaruh paling optimal adalah suhu pemanasan 800°C dengan media pendingin air garam. 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. Jika diperhatikan hasil pengujian kekerasan baja yang telah mengalami pemanasan dan didinginkan menunjukkan data kecenderungan semakin tinggi temperatur pemanasan semakin keras baja tersebut. Hal ini dikarenakan semakin tinggi temperatur pemanasan, austenit yang terbentuk semakin banyak dan dengan waktu penahanan yang cukup pada temperatur tersebut, austenit semakin homogen. Austenit inilah yang

memungkinkan dapat bertransformasi menjadi martensite pada saat dilakukan pendinginan cepat. Akibat dari pendingin yang sangat cepat maka struktur yang terbentuk adalah martensit, hal ini pulalah yang membuat baja semakin keras karena struktur martensit adalah struktur yang paling keras di dalam baja, sayangnya struktur ini diikuti oleh sifat yang tidak baik yaitu sifat yang getas dan sangat rentan terhadap beban selanjutnya.

Tingkat kekerasan baja optimal pada pengujian ini diperoleh dari proses pendinginan cepat dengan media air garam. Garam dipakai sebagai bahan pendinginan disebabkan memiliki sifat mendinginkan yang teratur dan cepat. Bahan yang didinginkan di dalam cairan garam akan mengakibatkan ikatannya menjadi lebih keras karena pada permukaan benda kerja tersebut akan mengikat zat arang (Soedjono, 2011). Cairan garam merupakan larutan garam dan air, titik didih larutan akan lebih tinggi daripada pelarut murninya. Keuntungan menggunakan air garam sebagai media pendingin adalah pada proses pendinginan suhunya merata pada semua bagian permukaan, tidak ada bahaya oksidasi, karburasi atau dekarburasi (Gary, 2011). Kemampuan suatu media dalam mendinginkan sampel



berbeda-beda yang dipengaruhi oleh temperatur, kekentalan, kadar larutan dan bahar dasar pendingin (Soedjono, 2011).

Media pendinginan sangat berpengaruh terhadap laju pembentukan struktur martensit dan tingkat kekerasan. Pendinginan atau *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. Penggunaan 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 menggunakan media pendinginan yang memiliki laju cepat memiliki kekurangan yaitu mengurangi tingkat ketangguhan baja.

#### **D. Simpulan dan saran**

##### **a. Simpulan**

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan peneliti, dimana suhu pemanasan

memiliki pengaruh terhadap kekerasan (*p-value* 0.002) dan kelurusan (*p-value* 0.006) baja. Sedangkan untuk media pendinginan tidak memiliki pengaruh terhadap kekerasan (*p-value* 0.024) dan kelurusan (*p-value* 0.024) baja. Variasi yang mampu memberikan pengaruh paling optimal adalah suhu pemanasan 800°C dengan media pendingin air garam. Hal ini dikarenakan pada suhu 800°C austenit yang dapat bertransformasi menjadi martensit. Selain itu penggunaan media pendingin air garam yang memiliki karakteristik pendinginan dengan laju cepat akan menghasilkan tingkat kekerasan yang tinggi meskipun memiliki dampak ketangguhan baja akan menurun.

##### **b. Saran**

1. Sebelum melakukan penelitian sebaiknya harus dipersiapkan secara optimal sehingga tidak membuang waktu dalam penelitian.
2. Untuk penelitian yang selanjutnya agar menguji faktor lain agar mendapatkan nilai kekerasan dan kelurusan baja.



## E. Daftar Pustaka

- Anggoro, WD. 2013. *Pengaruh Cutting Speed Dan Rasio L/D Terhadap Kesilindrisan Benda Kerja Hasil Finishing Pada Proses Pembubutan Tirus Divergen Dengan Aluminium 6061*. Jurnal: Kemendiknas Unibraw Fakultas Teknik Malang.
- Arikunto. 2006. *Prosedur Penelitian Suatu pendekatan praktik*. Jakarta: PT.Rineka Cipta.
- Gary, 2011, *Teknik Pemesinan Jilid 1*, Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional.
- Mahendra S. Arya, 2014, *Pengaruh Kedalaman Pemakanan, Jenis Pendinginan dan Kecepatan Spindel Terhadap Kerataan dan Kekasaran Permukaan Baja ST 42 Pada Proses Bubut Konvensional*, JTM, Volume 02, Universitas Negeri Surabaya.
- Soedjono. 2011. *Perlakuan Panas*. Fakultas Teknik Industri Jurusan Teknik Mesin Institut 10 November Surabaya.