ARTIKEL

ANALISA PENGARUH TEMPERATUR DAN MEDIA PENDINGIN PADA PROSES PERLAKUAN PANAS TERHADAP KEKERASAN PISAU HASIL PANDAI BESI DESA KIPING KECAMATAN GONDANG TULUNGAGUNG

Oleh:

AGUS SETO NUGROHO

13.1.03.01.0004

Dibimbing oleh :

1. **DR. SURYO WIDODO, M.PD**
2. **AM. MUFARRIH, M.T**

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI

TAHUN 2017

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap	: Agus Seto Nugroho
NPM	: 13.1.03.01.0004
Telepun/HP	: 085749139785
Alamat Surel (Email)	: agusseto00@gmail.com
Judul Artikel	: Analisa Pengaruh Temperatur dan Media Pendingin pada Proses Perlakuan Panas terhadap Kekerasan Pisau Hasil Pandai Besi Desa Kiping Kecamatan Gondang Tulungagung
Fakultas – Program Studi	: Fakultas Teknik – Teknik Mesin
Nama Perguruan Tinggi	: Universitas Nusantara PGRI Kediri
Alamat Perguruan Tinggi	: 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 di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian data dengan pernyataan ini dan atau ada tuntutan dari pihak lain, saya bersedia bertanggungjawab dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Mengetahui		Kediri, 14 Agustus 2017
Pembimbing I	Pembimbing II	Penulis,
Dr. Suryo Widodo, M.Pd NIDN. 0002026403	Am. Mufarrih, M.T NIDN. 0730048904	Agus Seto Nugroho NPM. 13.1.03.01.0004

ANALISA PENGARUH TEMPERATUR DAN MEDIA PENDINGIN PADA PROSES PERLAKUAN PANAS TERHADAP KEKERASAN PISAU HASIL PANDAI BESI DESA KIPING KECAMATAN GONDANG TULUNGAGUNG

AGUS SETO NUGROHO
13.1.03.01.0004
Fakultas Teknik – Prodi Teknik Mesin
Email: agusseto00@gmail.com
Dr. Suryo Widodo, M.Pd[1] dan Am. Mufarrih, M.T[2]

UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI

Abstrak

Penelitian ini dilatarbelakangi hasil pengamatan peneliti, bahwa proses perlakuan panas yang dilakukan pandai besi masih seadanya dan pendingin yang digunakan hanya air biasa (H20). Akibatnya pisau menjadi mudah retak. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan mengambil 16 sampel pisau secara acak. Proses pertama adalah pemanasan dengan tungku pemanas dengan variasi suhu yang berbeda. Kemudian didinginkan dengan media pendingin yang berbeda. Proses selanjutnya adalah pengujian kekerasan dengan alat uji *rockwell*. Kesimpulan penelitian ini adalah (1) Terdapat pengaruh variasi temperatur terhadap kekerasan pisau dengan nilai kekerasan tertinggi sebesar 59.00 HRC pada temperatur 400° C. (2) Terdapat pengaruh media pendingin terhadap kekerasan pisau dengan media pendingin terbaik adalah oli. (3) Tidak terdapat interaksi antar variabel bebas temperatur dan media pendingin. Berdasarkan simpulan hasil penelitian ini, disarankan: (1) Tujuan utama proses perlakuan panas adalah untuk memperbaiki sifat logam. Oleh sebab itu pandai perlu memperhatikan prose penempaan dan pendinginan. Sebaiknya menggunakan pendingin oli setelah proses pemanasan. (2) Diperlukan penelitian lebih lanjut terhadap proses perlakuan panas pada logam pisau untuk mengetahui pengaruh temperatur dan media pendingin.

Kata kunci: Temperatur, Media Pendingin, Perlakuan Panas, Kekerasan Pisau, Pandai Besi.

A. PENDAHULUAN

Di setiap daerah pasti mempunyai ciri khas tersendiri, termasuk dalam hal mata pencaharian masyarakatnya. Desa Kiping yang terletak di Kecamatan Gondang Kabupaten Tulungagung merupakan salah satu desa dengan sebagian besar warganya bermata pencaharian sebagai pandai besi. Produk yang dihasilkanpun cukup beragam mulai dari pisau dapur, sabit, cangkul, parang dan sebagainya.

Dalam pembuatan pisau pada umumnya pandai besi menggunakan cara-cara tradisonal yang sederhana sebagaimana yang diwariskan oleh pendahulu mereka. Dalam pengerjaannya pembuatan pisau hanya dilakukan dengan pembakaran dan pemukulan. Seperti yang biasa dilakukan industri kecil (pandai besi)

tidak pernah mengalami perubahan yang terjadi pada saat pembakaran ataupun pemukulan, yang menyebabkan terjadinya perubahan sifat mekanis meliputi kekuatan atau kekerasan bahan serta metode penyepuhan yang benar dalam pembuatan pisau.

Dimasa kini industri pembuatan pisau pemotong berkembang cukup pesat, hal ini disebabkan oleh beberapa aspek yang mendukungnya terutama teknologi proses dan teknologi material. Peningkatan mutu produk pisau pemotong dihasilkan dengan cara memperbaiki sifat-sifat fisik dan mekanik dari bahan pisau tersebut. Proses perlakuan panas yang tepat pada logam sangatlah bermanfaat untuk memperbaiki sifat-sifat dari bahan pisau pemotong.

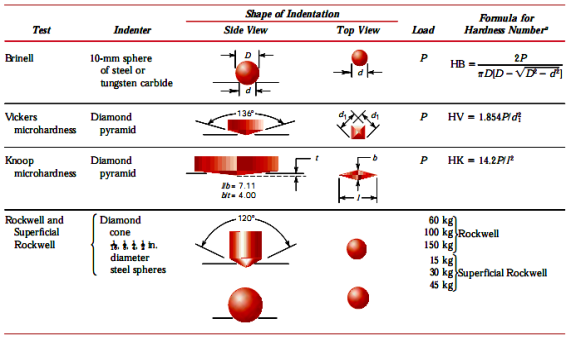
Proses perlakuan panas bertujuan untuk memperoleh logam yang keras, lunak, ulet, meningkatkan mampu mesin, menghilangkan tegangan sisa. Perlakuan panas yang dilakukan kadang sering diasosiasikan sebagai cara untuk menaikkan kekerasan material, sebenarnya dapat digunakan untuk mengubah sifat tertentu yang berguna atau dengan tujuan tertentu untuk kepentingan manufakturnya, seperti: menaikkan sifat *machining*, menaikkan sifat mudah dibentuk, mengembalikan elastisitas setelah proses *cold work*. Bahkan perlakuan panas bukan hanya sebagai penolong sifat manufaktur, tetapi juga dapat meningkatkan performa material dengan meningkatnya kekuatan atau karakteristik tertentu dari material yang telah diproses laku panas (Beumer, 1985).

Salah satu proses perlakuan panas pada baja adalah pengerasan (*hardening)*, yaitu proses pemanasan baja sampai suhu di daerah atau diatas daerah kritis disusul dengan pendinginan yang cepat dinamakan *quench*, (Djafrie, 1987).

Kekerasan benda kerja hasil proses *hardening* tergantung pada temperatur pemanasan, lama waktu pemanasan, laju pendinginan, komposisi kimia, kondisi permukaan, ukuran dan berat benda kerja (Mubarok, Fahmi, 2008).

Skala yang lazim dalam pengujian kekerasan antara lain skala *Brinell*, *Vickers*, *Rockwell* dan *Knop*. Metode *Rockwell* merupakan metode yang paling umum digunakan karena sederhana dan tidak memerlukan keahlian khusus, biasa digunakan untuk bahan paduan logam (*metal alloys*) dan *polymer* mulai dari bahan yang lunak sampai keras. Digunakan variasi *indentor* kerucut intan (*conical diamond*) dan bola baja yang dikeraskan (*spherical and hardened steel balls*) dan variasi beban sesuai dengan kekerasan

bahan seperti terlihat pada gambar dibawah.



Gambar 1 Teknik pengujian kekerasan (Callister, 2000)

Dalam penelitian ini memiliki tujuan antara lain: (1) Untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh variasi temperatur terhadap kekerasan pisau, (2) Untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh variasi media pendingin terhadap kekerasan pisau, (3) Untuk mengetahui ada tidaknya interaksi antara variasi suhu dan media pendingin terhadap kekerasan pisau

B. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini adalah dengan menggunakan metode *full factorial* yang menggunakan jumlah faktor yang diuji lebih dari satu, sehingga dengan metode faktorial ini akan terjadi interaksi antara faktor. Dengan metode ini faktor dan level akan terjadi interaksi yang akan mempengaruhi perubahan nilai respon yaitu kekerasan pisau.

Dalam penelitian ini digunakan metode percobaan faktorial dengan faktor jumlah spesimen terdiri dari 16 spesimen dengan dua kali replikasi sehingga didapat 32 spesimen. Terdiri dari kombinasi variabel bebas yang berbeda yaitu temperatur pemanasan dan media pendingin. Beberapa variable dalam penelitian ini adalah :

Table 1 Variabel Dalam Penelitian

Variabel Bebas	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4
Temperatur	100^0C	200^0C	300^0C	400^0C
Media pendingin	Air biasa	Air garam	oli	*coolant*

Variabel respon (variabel terikat) adalah variabel yang berubah sebagai hasil atau akibat dari perubahan variabel bebas atau pemanipulasian. Variabel respon dalam penelitian ini adalah kekerasan logam pisau. Variabel kontrol adalah variabel yang dijaga agar tidak mempengaruhi hasil eksperimen. Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah waktu penahanan.

Sebelum dilakukan proses pengujian, spesimen terlebih dahulu dikelompokkan kedalam beberapa bagian. Spesimen akan diberi tanda dan simbol untuk memudahkan pengelompokan data.

Gambar 2 Pengelompokan Spesimen

Spesimen akan dipanaskan sesuai dengan temperatur yang sudah ditentukan, yaitu 100^0C, 200^0C, 300^0C, dan 400^0C. Lama waktu pemanasan (penahanan) adalah 30 menit.

Gambar 3 Tungku Pemanas Logam

Media pendingin yang digunakan adalah udara, air biasa, oli, dan kapur. Setelah spesimen selesai dipanaskan dalam kurun waktu tertentu, spesimen akan langsung didinginkan dengan media pendingin tersebut.

Gambar 4 Media Pendingin

Pengujian kekerasan menggunakan alat uji *rockwell* dengan berat beban uji 1471 N. Tiap spesimen akan diambil 3 nilai kekerasan yang berbeda untuk kemudian diambil nilai rata-ratanya. Nilai rata-rata inilah yang akan menjadi data akhir yang akan digunakan untuk analisis data.

Gambar 5 Pengujian Kekerasan

Dalam penelitian ini variabel terikat yang akan menjadi data utama serta yang akan di analisis menggunakan metode statistik ANOVA adalah kekerasan (HRC) dari tiap kombinasi variabel bebas yang mengacu pada titik yang ditujukan menggunakan mesin uji kekerasan *rockwell.*

Analisis varians (*analysis of variance*) atau ANOVA adalah suatu metode analisis statistika yang dgunakan untuk menguji sampel. Dalam penelitian ini digunakan ANOVA dua arah disertai dengan beberapa pengujian, yaitu uji normalitas, uji identik dan uji independen. Semua data yang sudah terkumpul akan

dianalisis dengan bantuan program *minitab*.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Hasil Eksperimen

Dari hasil eksperimen dapat diketahui dengan beberapa uji sehingga sebelum masuk hasil uji perlu diketahui dulu deskripsi hasil data pada setiap variabel.

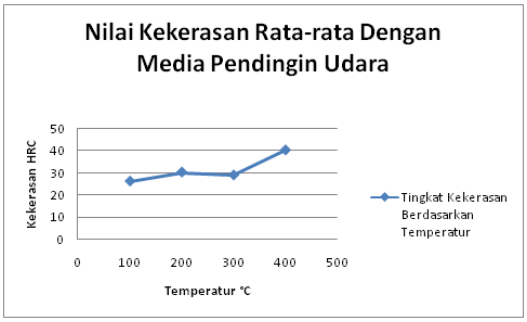
Percobaan pertama dilakukan untuk mengetahui pengaruh temperatur terhadap media pendingin. Setiap spesimen akan diuji kekerasannya sebanyak tiga kali, sehingga akan didapat tiga nilai yang berbeda untuk kemudian dirata-rata. Percobaan kedua adalah untuk mengetahui pengaruh media pendingin terhadap temperatur. Perlakuan yang akan diberikan sama tetapi dengan spesimen yang berbeda. Untuk nilai kekerasan juga akan diambil sebanyak tiga kali.

Setelah data didapat kemudian akan dirangkum dan diambil nilai rata-ratanya. Nilai rata-rata inilah yang akan menjadi data yang digunakan untuk melakukan pengujian selanjutnya. Nilai kekerasan rata-rata antara temperatur dan media pendingin dapat dilihat pada tabel 4.3 sebagai berikut:

No	Suhu	Media Pendingin	Nilai kekerasan (HRC)						Nilai rata-rata
			1	2	3	4	5	6	
1	100°C	Udara	25.5	25.2	27.0	25.2	26.4	27.8	**26.18**
2	100°C	Air biasa	38.2	36.0	39.5	37.5	38.4	39.9	**38.25**
3	100°C	Oli	42.4	48.9	43.7	28.1	28.1	28.1	**36.55**
4	100°C	Kapur	24.9	27.9	29.6	21.9	44.4	27.4	**29.35**
5	200°C	Udara	29.6	27.9	24.9	32.0	35.9	31.5	**30.30**
6	200°C	Air biasa	39.1	53.4	39.6	31.8	30.3	33.6	**37.97**
7	200°C	Oli	54.6	32.7	41.9	56.5	57.0	59.2	**50.31**
8	200°C	Kapur	22.6	26.3	22.1	30.2	39.9	40.0	**30.18**
9	300°C	Udara	26.6	28.4	29.9	28.5	32.8	27.2	**28.98**
10	300°C	Air biasa	43.0	43.0	44.6	38.7	33.1	37.7	**40.01**
11	300°C	Oli	48.8	48.7	46.2	53.7	53.3	54.2	**50.81**
12	300°C	Kapur	44.3	46.0	48.2	45.2	44.3	43.6	**45.26**
13	400°C	Udara	39.1	35.1	39.1	42.8	44.5	41.9	**40.41**
14	400°C	Air biasa	47.9	48.9	49.4	46.3	49.4	46.5	**48.06**
15	400°C	Oli	45.9	45.9	47.7	51.4	50.8	53.1	**49.13**
16	400°C	Kapur	59.7	59.8	59.2	57.0	57.6	60.7	**59.00**

Gambar 6 Tabel Data Hasil Pengujian Kekerasan

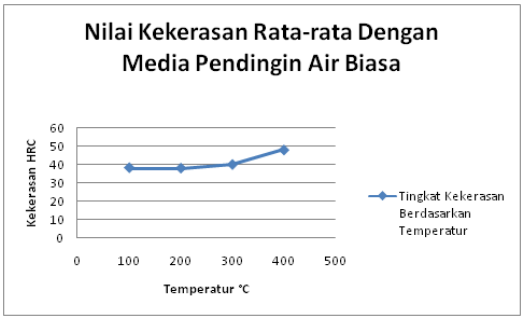
Untuk tampilan grafikhasil dari rata-rata data penelitian kekuatan tarik dapat kita lihat grafik dibawah ini.



Gambar 7 Grafik Uji Kekerasan Dengan Pendingin Udara

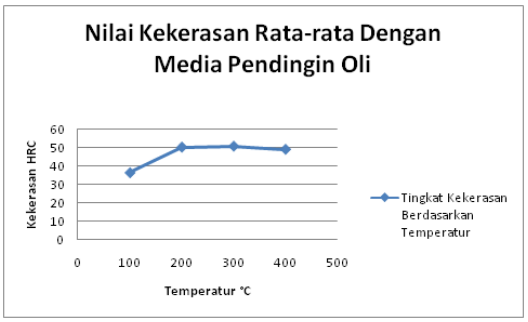
Dari gambar 7 dapat dilihat hasil pengujian kekerasan dengan menggunakan media pedingin udara. Dalam grafik tersebut dapat diketahui nilai kekerasan

tertinggi terletak pada suhu 400° C sebesar 40.41 HRC.



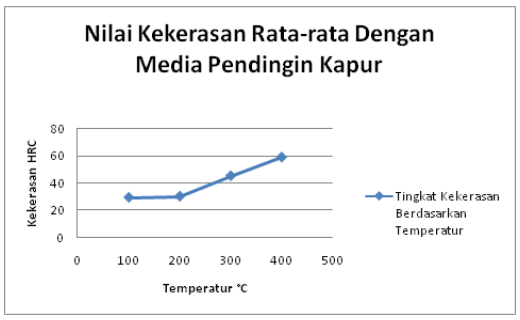
Gambar 8 Grafik Uji Kekerasan Dengan Pendingin Air Biasa

Dari gambar 8 dapat dilihat hasil pengujian kekerasan dengan menggunakan media pendingin air biasa. Dalam grafik tersebut dapat diketahui nilai kekerasan tertinggi terletak pada suhu 400° C sebesar 48,06 HRC.



Gambar 9 Grafik Uji Kekerasan Dengan Pendingin Oli

Dari gambar 9 dapat dilihat hasil pengujian kekerasan dengan menggunakan media pendingin oli. Dalam grafik tersebut dapat diketahui nilai kekerasan tertinggi terletak pada suhu 300° C sebesar 50.81 HRC.

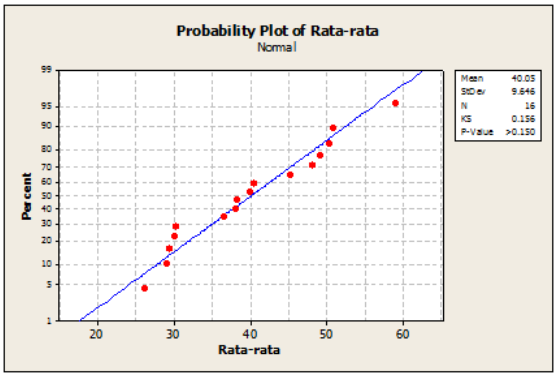


Gambar 10 Grafik Uji Kekerasan Dengan Pendingin Kapur

Dari gambar 10 dapat dilihat hasil pengujian kekerasan dengan menggunakan media pendingin kapur. Dalam grafik tersebut dapat diketahui nilai kekerasan tertinggi terletak pada suhu 400° C sebesar 59.00 HRC.

Analisa Data

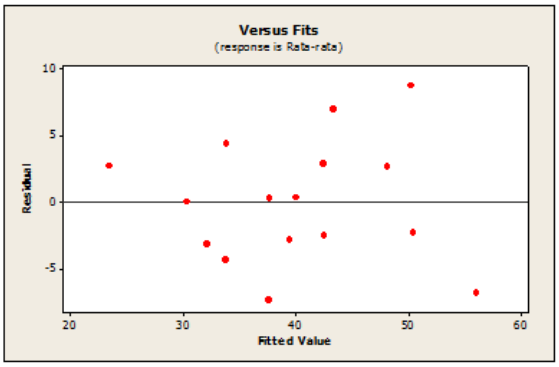
Prosedur analisa data perlu terlebih dahulu diuji dengan asumsi IIDN (Identik, Independen, dan Distribusi Normal). Pertama Uji kenormalan residual dilakukan pada program *minitab 16.*



Gambar 11 Plot Uji Distribusi Normal pada Kekerasan Rata-rata

H_0 ditolak jika *p-value* lebih kecil dari pada α = 0.05. Gambar 4.9 menunjukan bahwa dengan uji Kolmogorov-Smirnov didapat *P-Value* sebesar 0.150, yang berarti lebih besar dari α = 0.05. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa H_0 merupakan residual berdistribusi normal.

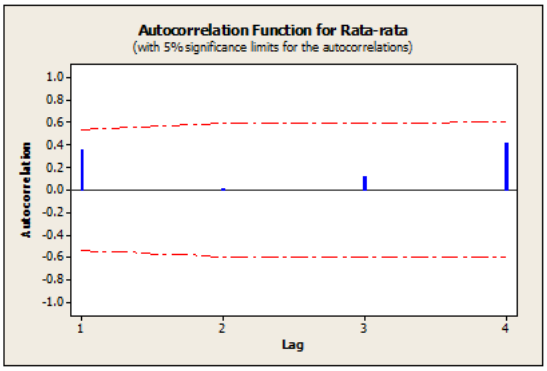
Setelah uji normalitas kemudian uji identik, dilakukan untuk mengetahui apakah data penelitian yang dihasilkan identik atau tidak. Bila sebaran data pada output uji ini tersebar secara acak dan tidak membentuk pola tertentu disekitar harga nol maka data memenuhi asumsi identik.



Gambar 12 Plot Kekerasan Rata – Rata *Versus Fitted Values*

Pada gambar tersebut mampu tersebar secara acak tanpa membentuk pola tertentu disekitar harga nol. Dengan demikian asumsi residual identik terpenuhi.

Pengujian independen pada penelitian ini dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat nilai ACF yang keluar dari batas interval atau tidak.



Gambar 13 Plot ACF pada Respon Kekerasan Rata – Rata

Berdasarkan plot ACF yang ditunjukan pada gambar 13, tidak ada nilai ACF pada tiap *lag* yang keluar dari batas interval uji independen. Hal ini membuktikan bahwa variabel respon penelitian ini bersifat independen.

Hasil Analisa Data

Analisa data menggunakan *analysis of varians* (ANOVA). Dari hasil analisa didapat tabel dibawah ini:

Two-way ANOVA: Kekerasan versus Pendingin, Suhu

Source	DF	SS	MS	F	P
Pendingin	3	952.09	317.364	9.96	0.001
Suhu	3	1208.86	402.953	12.65	0.000
Interaction	9	659.24	73.249	2.30	0.070
Error	16	509.86	31.866		
Total	31	3330.05			

S = 5.645 R-Sq = 84.69% R-Sq(adj) = 70.34%

Gambar 14 Analisa Variasi Variabel Proses terhadap Kekerasan Rata-Rata

Dari hasil analisis varian perlakuan panas, dapat dikatakan terdapat perbedaan antara media pendingin dan temperatur (suhu) terhadap kekerasan. Untuk membandingkan nilai rata-rata setiap perlakuan panas terhadap kekerasan pisau (HRC) menggunakan metode *Tukey* atau uji beda nyata jujur (BNJ). Dalam uji pembandingan ini peneliti menggunakan *software Minitab 17* untuk menguji manakah proses perlakuan panas yang pengaruhnya berbeda signifikan terhadap kekerasan pisau (HRC). Dengan metode *Tukey* diperoleh hasil sebagai berikut.

Grouping Information Using Tukey Method and 95.0% Confidence

Pendingin	N	Mean	Grouping
3	8	46.64	A
2	8	41.07	A
4	8	40.75	A B
1	8	31.45	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Gambar 15 Uji Tukey Media Pendingin

Grouping Information Using Tukey Method and 95.0% Confidence

Suhu	N	Mean	Grouping
400	8	49.15	A
300	8	41.20	A B
200	8	37.17	B
100	8	32.39	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Gambar 16 Uji Tukey Temperatur (Suhu)

Pengujian Hipotesis

Dalam pengujian hipotesis untuk menarik kesimpulan sesuai analisa data dapat menggunakan cara membandingkan nilai F_{hitung} yang dihasilkan dari analisis varian dan F_{tabel} dari tabel distribusi F, α (signifikan) 0.05.

a. Untuk variabel bebas temperatur
   Kesimpulan: $F_{hitung} = 12.65 > F_{(0.05;1,30)} = 4.13$, maka H_0 ditolak, artinya ada pengaruh temperatur terhadap kekuatan tarik rata – rata.
b. Untuk variabel bebas media pendingin
   Kesimpulan: $F_{hitung} = 9.96 > F_{(0.05;1,30)} = 4.13$, maka H_0 ditolak, artinya ada pengaruh media pendingin terhadap kekuatan tarik rata – rata.
c. Untuk interaksi variabel bebas
   Kesimpulan: $F_{hitung} = 2.30 < F_{(0.05;1,30)} = 4.13$, maka H_0 diterima, artinya tidak ada interaksi antar variabel bebas

Pembahasan

Berdasarkan hasil *analysis of varians* (ANOVA) serta beberapa pengujian yang telah dilakukan pada penelitian ini, dimana terdapat pengaruh dari semua varibel pada penelitian terhadap kekerasan rata – rata pada pisau hasil pandai besi Desa Kiping Tulungagung.

Hasil penelitian terhadap kekerasan pisau hasil pandai besi Desa Kiping yang berbahan dasar baja karbon rendah, menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu yang digunakan maka tingkat kekerasan juga akan meningkat. Sementara untuk

nilai kekerasan tertinggi terdapat pada kisaran suhu 400° C pada media pendingin kapur dengan nilai kekerasan sebesar 59 HRC. Sedangkan pada suhu 100° C angka kekerasan cenderung rendah pada setiap spesimen. Hal ini sesuai dengan pernyataan Fahmi Mubarok yang mengatakan bahwa tingkat kekerasan suatu logam dipengaruhi oleh temperatur pendinginan.

Pada penelitian ini menunjukkan media pendingin kapur menghasilkan nilai rata-rata paling tinggi dibanding pendingin lainnya. Tetapi media pendingin oli menghasilkan tingkat kekerasan yang cenderung stabil pada setiap percobaan. Sehingga pendingin oli merupakan pendingin terbaik, hal ini diperkuat dengan hasil uji *Tukey* media pendingin.

Setelah melakukan pengujian dengan ANOVA menunjukkan bahwa tidak ada interaksi antar variabel. Hal ini kemungkinan disebabkan karena media pendingin tidak terlalu berpengaruh dibandingkan dengan temperatur.

D. PENUTUP

Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah, (1) Terdapat pengaruh variasi temperatur terhadap tingkat kekerasan pisau (2) Terdapat pengaruh media pendingin terhadap tingkat kekerasan pisau (3) Tidak ada interaksi antar variabel bebas.

Saran

Beberapa saran yang dapat disampaikan peneliti adalah (1) Untuk para pengrajin pisau sebaiknya diperhatikan pemilihan media pendingin saat proses penyepuhan karena tingkat kekerasan yang terlalu tinggi belum tentu baik untuk kualitas pisau (2) Untuk proses pemanasan logam dengan menggunakan tungku pemanas, sebaiknya diperhatikan waktu penahanannya (3) Untuk proses pengujian kekerasan harus diperhatikan kondisi alat uji yang digunakan. Karena jika alat uji yang digunakan bermasalah, maka nilai yang dihasilkan juga tidak akan sesuai dan akan sering terjadi *error*.

E. DAFTAR PUSTAKA

Beumer. 1985. *Ilmu Bahan Logam Jilid II.* Jakarta: Bharata Karya Aksara.

Djafri, Sriati. 1987. *Metalurgi Mekanik*, Terjemahan dari Mechanical Metallurgy. Jakarta: Erlangga.

Mubarok, Fahmi. 2008. *Metallurgy I*. Surabaya: Laboratorium Metalurgi Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Callister, William D. 2000. *Materials science and engineering*. New York: John Wiley & Sons.