

PENGARUH PROSES SEPUH TERHADAP KEKERASAN MATA KAPAK HASIL PANDAI BESI DI KABUPATEN HULU SUNGAI SELATAN KALIMANTAN SELATAN

Ahmad Hendrawan⁽¹⁾

Email: ahendrawan942@gmail.com

⁽¹⁾ Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Banjarmasin

Ringkasan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana pengaruh penyepuhan terhadap kekerasan kapak yang dibuat pandai besi tradisional, menguji apakah ada perbedaan kekerasan dari mata kapak antara yang disepuh dengan yang tidak disepuh.

Metode pengujian yang dilakukan untuk mengetahui harga kekerasan benda uji adalah dengan menggunakan metode pengujian kekerasan Brinell yang dilakukan di laboratorium Pengujian Bahan dan Metrologi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Banjarmasin

Setelah pengujian kekerasan dilakukan didapatkan bahwa pada kapak yang tidak disepuh, tidak dilakukan pengerjaan panas lagi, sehingga pada saat pengujian kekerasan, kapak yang tidak disepuh agak lunak. Ini dikarenakan tidak adanya perlakuan dingin yang cepat. Setelah melakukan penempaan pendinginan hanya dengan udara saja. Sementara dari hasil analisa menggunakan SPSS didapatkan hasil perhitungan nilai t hitung (7,211) lebih besar dari t tabel (2,201) dengan hasil tersebut bisa disimpulkan bahwa perbedaan disepuh dengan tidak disepuh menyebabkan perbedaan dalam kekerasan

Kata Kunci : Mata Kapak, Sepuh, Kekerasan Brinell

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Di setiap daerah pasti mempunyai ciri khas tersendiri, termasuk dalam hal mata pencaharian masyarakatnya. Nagara adalah se-buah daerah di kabupaten Hulu Sungai Selatan. Daerah ini terdiri dari tiga kecamatan, yaitu kecamatan Daha Selatan, kecamatan Daha Utara dan kecamatan Daha Barat. Terletak di kabupaten Hulu Sungai Selatan Kalimantan Selatan. Geografis Daerah ini merupakan dataran rendah yang terhampar pada saat musim kemarau, dan bagaikan Danau Raksasa apabila musim Hujan tiba, karena digenangi air setinggi satu meter lebih. Luas wilayahnya adalah 1260 km² atau kurang lebih 126.000 Hektar. Daerah ini juga dilintasi sungai bercabang tiga yang bertemu dua muara dan satu ujung sungainya terletak dipusatnya kota Nagara.

Secara garis besar matapencaharian masyarakat nagara terdiri dari nelayan/bertambak ikan, pandai besi, kerajinan gerabah dan pengrajin perhiasan. Daerah yang terkenal dengan pandai besinya terletak di desa Tumbukan Banyu, Sungai Pinang

dan Habirau. Kerajinan yang mereka buat adalah kapak, parang atau pisau, mandau (pedang khas Kalimantan), pahat untuk menurih (pahat untuk menyadap pohon karet), dan lain-lain. Dalam pembuatan kapak pada umumnya pandai besi menggunakan cara-cara tradisional yang sederhana sebagaimana yang diwariskan oleh pendahulu-pendahulu mereka. Dalam pengerjaannya, pembuatan kapak hanya dilakukan dengan pembakaran dan pemukulan. Seperti yang biasa dilakukan industri kecil (pandai besi) tidak pernah mendalami 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 kapak.

Perumusan Masalah

Pada penelitian ini didasarkan pada masalah yaitu bagaimana proses penyepuhan pada pembuatan kapak yang melalui beberapa proses pembakaran dan proses pemben-tukan dengan melakukan pengujian kekerasan

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui sejauh mana pengaruh penyepuhan terhadap kekerasan kapak yang dibuat pandai besi tradisional, menguji apakah ada perbedaan kekerasan dari mata kapak antara yang disepuh dengan yang tidak disepuh

Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini akan dapat memberikan kontribusi untuk peningkatan kualitas hasil kerajinan kapak di desa Tumbukan Banyu, Sungai Pinang dan Habirau Nagara.

2. LANDASAN TEORI

Proses Sepuh Secara Tradisional

Seperti yang kita ketahui selama ini pandai besi tradisional berpatokan hanya kepada pengalaman dan ilmu turun-temurun yang diturunkan pendahulu mereka. Dalam pembuatan suatu benda dalam hal ini kapak mereka hanya memerlukan panas yang tidak diketahui berapa derajat panas yang dihasilkan. Mereka hanya melihat perubahan pada besi yang dipanaskan. Setelah itu dilakukan pemukulan pada benda kerja. Hal ini dilakukan berulang kali sampai terbentuk kapak, sedangkan pembuatan lubang gagang kapak dipakai batubara sebagai bahan pelican, caranya setelah besi dipanaskan lalu dilakukan penumbukan secara perlahan setelah itu kapak dibakar, setelah panas dilakukan penumbukan kembali sambil sekali-kali ditaburi serbuk batubara. Hal ini dilakukan berulang kali, fungsi serbuk batubara disini hanya sebagai pelicin agar pahak penumbuk tidak lengket.

Perlakuan Panas

Perlakuan panas adalah proses pada saat bahan dipanaskan hingga suhu tertentu dan selanjutnya didinginkan dengan cara tertentu pula. Tujuannya adalah untuk mendapatkan sifat-sifat yang lebih baik dan yang diinginkan sesuai dengan batas-batas kemampuannya. Sifat yang berhubungan dengan maksud dan tujuan perlakuan panas tersebut meliputi :

1. Meningkatnya kekuatan dan kekerasannya.
2. Mengurangi tegangan.
3. Melunakkan.
4. Mengembalikan pada kondisi normal akibat pengaruh pengerjaan sebelumnya.
5. Menghaluskan butir kristal yang akan berpengaruh terhadap keuletan bahan.

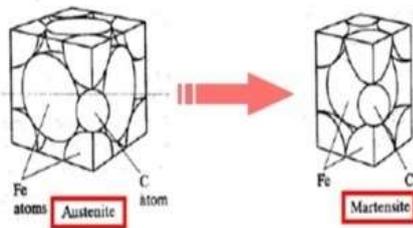
Menurut jenisnya dari perlakuan panas digolongkan menjadi tiga macam yaitu :

1. Hardening (mengeraskan) juga sering disebut dengan istilah menyepuh keras atau mengeraskan sepuh.
2. Tempering (memudakan) yaitu mendinginkan secara cepat bahan yang telah dikeraskan dengan maksud mengurangi kekerasannya.
3. Annealing (melunakan) yaitu memanaskan bahan yang telah dikeraskan agar kekerasannya berkurang tetapi kekuatannya meningkat.

Dapur Pemanas Dapur pemanas benda kerja pada proses perlakuan panas menggunakan sumber panas dari listrik, minyak atau gas panas dari pembakaran kokas. Berikut ini ada beberapa jenis dapur pemanas :

- a. Dapur Pemanas Kamar Dapur ini mempunyai ruangan bentuk kamar yang ditutup dengan sebuah pintu. Didalam ruangan tersebut diletakan benda kerja yang akan dipanaskan. Sedangkan diluar kamar dilengkapi dengan beberapa alat pengatur panas dan pengontrol temperatur. Dapur pemanas kamar dapat digunakan untuk segala macam pengolahan panas.
- b. Dapur Sepuhan Garam Dapur ini terdiri atas sebuah ruangan berbentuk bak atau bejana berisi cairan garam yang dipanaskan dengan temperatur yang dapat diatur dalam cairan garam tersebut, memungkinkan pemanasan benda kerja dengan cepat dan merata serta terhindar dari oksidasi, sebab tidak berhubungan dengan udara luar. Dapur ini dapat digunakan untuk segala macam perlakuan panas.
- c. Dapur Bak Dapur ini berbentuk bak yang ditutup pada bagian atasnya. Didalam bak tersebut dimasukan benda yang akan dipanaskan dan panas yang dikenakan pada benda kerja dapat diatur atau diukur dari peralatan pengatur. Dapur pemanas jenis ini terutama digunakan untuk benda kerja yang akan dipijarkan dan dimurnikan. dari tombol pengatur. Dalam cairan garam tersebut dimasukan benda kerja yang akan disepuh, dengan tercelupnya benda kerja

langsung ke D. Menyepuh Pengerasan baja disebut juga penyepuhan (quenching) atau sering dikatakan menyepuh baja. Menyepuh adalah memanaskan baja sampai temperatur tertentu, pada perubahan fase yang homogen dan dibiarkan beberapa waktu pada temperatur itu, kemudian didinginkan dengan cepat sehingga menimbulkan suatu susunan yang keras sampai terjadi struktur yang disebut martensit.



Gambar 1. Perubahan Struktur Logam

Pengujian Kekerasan

Pada umumnya, kekerasan menyatakan ketahanan terhadap deformasi dan merupakan ukuran ketahanan logam terhadap deformasi plastik atau deformasi permanen (Dieter, 1988). Untuk para insinyur perancang, kekerasan sering diartikan sebagai ukuran kemudahan dan kuantitas khusus yang menunjukkan sesuatu mengenai kekuatan dan perlakuan panas dari suatu logam.

Terdapat tiga jenis ukuran kekerasan, tergantung pada cara melakukan pengujian, yaitu: (1) Kekerasan goresan (scratch hardness); (2) Kekerasan lekukan (indentation hardness); (3) Kekerasan pantulan (rebound). Untuk logam, hanya kekerasan lekukan yang banyak menarik perhatian dalam kaitannya dengan bidang rekayasa. Terdapat berbagai macam uji kekerasan lekukan, antara lain: Uji kekerasan Brinell, Vickers, Rockwell, Knoop, dan sebagainya.

Uji Kekerasan Brinell

Metode uji kekerasan yang diajukan oleh J.A. Brinell pada tahun 1900 ini merupakan uji kekerasan lekukan yang pertama kali banyak digunakan serta disusun pembakuannya (Dieter, 1988). Uji kekerasan ini berupa pembentukan lekukan pada permukaan logam memakai bola baja yang dikeraskan yang ditekan dengan beban tertentu. Beban diterapkan selama waktu

tertentu, biasanya 30 detik, dan diameter lekukan diukur dengan mikroskop, setelah beban tersebut dihilangkan. Permukaan yang akan dibuat lekukan harus relatif halus, rata dan bersih dari debu atau kerak.

Angka kekerasan brinell (BHN) dinyatakan sebagai beban P dibagi luas permukaan lekukan. Pada prakteknya, luas ini dihitung dari pengukuran mikroskopik panjang diameter jejak. BHN dapat ditentukan dari persamaan berikut:

$$BHN = \frac{P}{(\pi D / 2)(D - \sqrt{D^2 - d^2})} = \frac{2P}{(\pi D)(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

dengan:

P = beban yang digunakan (kg)

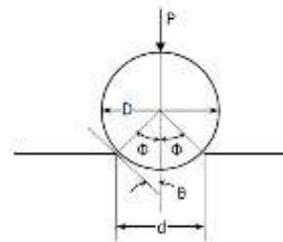
D = diameter bola baja (mm)

d = diameter lekukan (mm)

Dari gambar 2, tampak bahwa $d = D \sin \Phi$.

Dengan memasukkan harga ini ke dalam persamaan (1) akan dihasilkan bentuk persamaan kekerasan brinell yang lain, yaitu:

$$BHN = \frac{P}{(\pi / 2) D^2 (1 - \cos \phi)}$$



Gambar 2. Parameter-parameter dasar pada pengujian Brinell (Dieter, 1988)

Jejak penekanan yang relatif besar pada uji kekerasan brinell memberikan keuntungan dalam membagikan secara pukul rata ketidakseragaman lokal. Selain itu, uji brinell tidak begitu dipengaruhi oleh goresan dan kekasaran permukaan dibandingkan uji kekerasan yang lain. Di sisi lain, jejak penekanan yang besar ukurannya, dapat menghalangi pemakaian uji ini untuk benda uji yang kecil atau tipis, atau pada bagian yang kritis terhadap tegangan sehingga lekukan yang terjadi dapat menyebabkan kegagalan (failure).

Uji Kekerasan Brinell Palu Poldy

Metode pengujian kekerasan ini dibuat untuk pemakaian praktis dilapangan atau industri. Dengan metode pengujian ini benda kerja yang hendak diuji kekerasannya tidak perlu dipotong atau dibawa ke laboratorium, karena peralatan pengujian ini dapat dibawa

keluar dari laboratorium. Dengan demikian untuk benda kerja berukuran besar yang tidak mungkin dibawa ke dalam laboratorium dapat diuji kekerasannya dengan metode ini. Pada pengujian kekerasan brinell palu poldy digunakan benda uji standar yang telah diketahui harga kekerasannya sebagai referensi. Maka berdasarkan persamaan (1) kekerasan benda uji standar adalah:

$$HB_1 = \frac{2P}{(\pi D)(D - \sqrt{D^2 - d_1^2})} \text{ kg/mm}^2$$

dan kekerasan benda kerja yang hendak diukur kekerasannya adalah:

$$HB_2 = \frac{2P}{(\pi D)(D - \sqrt{D^2 - d_2^2})} \text{ kg/mm}^2$$

dengan:

D = diameter indenter = 10 mm

d1 = diameter indentasi pada benda uji standar (mm)

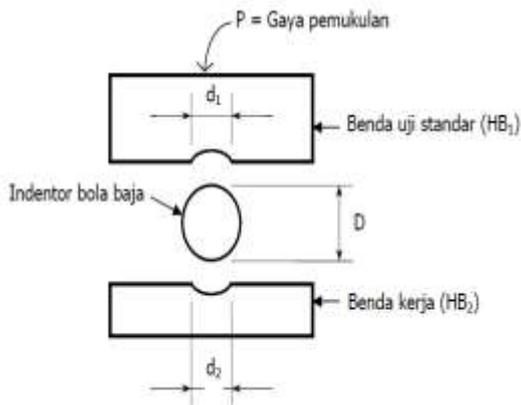
d2 = diameter indentasi pada benda kerja (mm)

HB1 = kekerasan benda uji standar yang sudah diketahui (kg/mm²)

HB2 = kekerasan benda kerja yang hendak diukur (kg/mm²)

P = Gaya pemukulan (kg)

Dengan substitusi, dari persamaan (3) dan (4) dapat dihitung harga kekerasan benda kerja.



Gambar 3. Skema pengujian kekerasan Brinell Palu Poldy

Uji Kekerasan Vickers

Uji kekerasan vickers menggunakan indenter piramida intan yang pada dasarnya berbentuk bujursangkar. Besar sudut antar permukaan-permukaan piramida yang saling berhadapan adalah 136°. Nilai ini dipilih karena mendekati sebagian besar nilai perbandingan yang diinginkan antara diameter lekukan dan diameter bola

penumbuk pada uji kekerasan brinell (Dieter, 1987).

Angka kekerasan vickers didefinisikan sebagai beban dibagi luas permukaan lekukan. Pada prakteknya, luas ini dihitung dari pengukuran mikroskopik panjang diagonal jejak. VHN dapat ditentukan dari persamaan berikut:

$$VHN = \frac{2P \sin(\theta / 2)}{d^2} = \frac{(1,854)P}{d^2}$$

dengan:

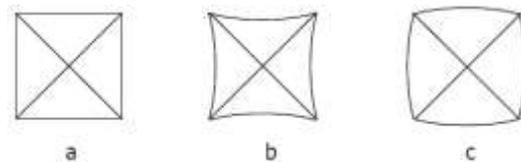
P = beban yang digunakan (kg)

d = panjang diagonal rata-rata (mm)

θ = sudut antara permukaan intan

yang berhadapan = 136°

Karena jejak yang dibuat dengan penekan piramida serupa secara geometris dan tidak terdapat persoalan mengenai ukurannya, maka VHN tidak tergantung kepada beban. Pada umumnya hal ini dipenuhi, kecuali pada beban yang sangat ringan. Beban yang biasanya digunakan pada uji Vickers berkisar antara 1 hingga 120 kg. tergantung pada kekerasan logam yang akan diuji. Hal-hal yang menghalangi keuntungan pemakaian metode vickers adalah: (1) Uji ini tidak dapat digunakan untuk pengujian rutin karena pengujian ini sangat lamban, (2) Memerlukan persiapan permukaan benda uji yang hati-hati, dan (3) Terdapat pengaruh kesalahan manusia yang besar pada penentuan panjang diagonal.



Gambar 4. Tipe-tipe lekukan piramid intan: (a) lekukan yang sempurna, (b) lekukan bantal jarum, (c) lekukan berbentuk tong (Dieter, 1988)

Lekukan yang benar yang dibuat oleh penekan piramida intan harus berbentuk bujur sangkar (gambar 4a). Lekukan bantal jarum (gambar 4b) adalah akibat terjadinya penurunan logam di sekitar permukaan piramida yang datar. Keadaan demikian terjadi pada logam-logam yang dilunakkan dan mengakibatkan pengukuran panjang diagonal yang berlebihan. Lekukan berbentuk tong (gambar 4c) akibat penimbunan ke atas logam-logam di sekitar permukaan penekan terdapat pada logam-logam yang mengalami proses pengerjaan dingin.

Uji Kekerasan Rockwell

Pengujian rockwell mirip dengan pengujian brinell, yakni angka kekerasan yang diperoleh merupakan fungsi derajat indentasi. Beban dan indenter yang digunakan bervariasi tergantung pada kondisi pengujian. Berbeda dengan pengujian brinell, indenter dan beban yang digunakan lebih kecil sehingga menghasilkan indentasi yang lebih kecil dan lebih halus. Banyak digunakan di industri karena prosedurnya lebih cepat (Davis, Troxell, dan Wiskocil, 1955). Indenter atau “penetrator” dapat berupa bola baja atau kerucut intan dengan ujung yang agak membulat (biasa disebut “brale”). Diameter bola baja umumnya 1/16 inchi, tetapi terdapat juga indenter dengan diameter lebih besar, yaitu 1/8, 1/4, atau 1/2 inchi untuk bahan-bahan yang lunak.

Tabel 1. Skala kekerasan Rockwell dan huruf awalnya (Davis, Troxell, dan Wiskocil, 1955)

Simbol skala dan huruf awalan	Indenter	Beban penekanan (kg)	Warna dal
B C	Kelompok 1: Bola baja 1/16-inchi	100	Merah
	Brale	150	Hitam
A D E F G H K	Kelompok 2: Brale	60	Hitam
	Brale	100	Hitam
	Bola baja 1/8-inchi	100	Merah
	Bola baja 1/16-inchi	60	Merah
	Bola baja 1/16-inchi	150	Merah
	Bola baja 1/8-inchi	60	Merah
	Bola baja 1/8-inchi	150	Merah
L M P R S V	Kelompok 3: Bola baja 1/4-inchi	60	Merah
	Bola baja 1/4-inchi	100	Merah
	Bola baja 1/4-inchi	150	Merah
	Bola baja 1/2-inchi	60	Merah
	Bola baja 1/2-inchi	100	Merah
	Bola baja 1/2-inchi	150	Merah

Pengujian dilakukan dengan terlebih dahulu memberikan beban minor 10 kg, dan kemudian beban mayor diaplikasikan. Beban mayor biasanya 60 atau 100 kg untuk indenter bola baja dan 150 kg untuk indenter brale. Meskipun demikian, dapat digunakan beban dan indenter sesuai kondisi pengujian. Karena pada pengujian rockwell, angka kekerasan yang ditunjukkan merupakan kombinasi antara beban dan indenter yang dipakai, maka perlu diberikan awalan huruf pada angka kekerasan yang menunjukkan kombinasi beban dan penumbuk tertentu untuk skala beban yang digunakan.

Uji t-Test

Uji *t-test* digunakan untuk membuktikan apa-kah terdapat perbedaan rata-rata antara 2 (dua) sampel independen. *Independent-samples t-test* merupakan teknik statistik parametrik dimana terdapat asumsi yang harus terpenuhi terlebih dahulu, yaitu normalnya distribusi masing-masing

kelompok data yang kemudian akan dibandingkan. Namun permasalahannya terjadi ketika asumsi tersebut tidak terpenuhi. Karena kita tidak selalu dapat membuat asumsi itu, dan memang dalam beberapa contoh data tidak dapat dibuat asumsi, maka kita dapat menganalisis data dengan metode yang dikenal sebagai metode nonparametrik atau metode tanpa distribusi. Uji-U *Mann-Whitney* untuk data independen dapat dipakai untuk menguji perbedaan antara kedua kelompok data yang tidak berdistribusi normal. Pengujian tersebut merupakan alternatif lain untuk uji-t parametrik yang paling berguna apabila peneliti ingin menghindari asumsi-asumsi dan persyaratan-persyaratan yang membatasi, yang semuanya itu diperlukan dalam *independent-samples t-test* (Siegel, 1997:159). Adapun rumus dan langkah-langkah perhitungan uji-t untuk sampel yang saling independen adalah sebagai berikut (Sudjana, 2005):

1. Melakukan uji homogenitas varians dengan derajat kebebasan sebagai berikut:

$$df_1 = n_1 - 1 = \text{Derajat kebebasan untuk numerasi}$$

$$df_2 = n_2 - 1 = \text{Derajat kebebasan untuk denominator}$$

$$n_1 = \text{jumlah sampel dengan varians yang lebih tinggi}$$

$$n_2 = \text{jumlah sampel dengan varians yang lebih rendah}$$

2. Menentukan nilai F dari tabel dengan $\alpha = 0,05$.

Jika nilai F hitung \leq F tabel, maka hal ini berarti varians bersifat homogen. Jika nilai F hitung $>$ F tabel, maka hal ini berarti varians bersifat heterogen.

3. Melakukan perhitungan uji-t independen. Rumus uji-t yang digunakan jika varians kedua kelompok homogen:

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \quad (1)$$

dengan:

$$s^2 = \frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \quad (2)$$

Kriteria uji yang digunakan: Terima H_0 dan tolak H_1 jika $-t_{1-a/2} < t < t_{1-a/2}$. Dengan $t_{1-a/2}$ diperoleh dari daftar distribusi t dengan peluang $(1-a/2)$ dan $dk = n_1 + n_2 - 2$. Sedangkan jika varians kedua kelompok heterogen, rumus uji-t yang digunakan adalah:

$$t' = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\left(\frac{s_1^2}{n_1}\right) + \left(\frac{s_2^2}{n_2}\right)}} \quad (3)$$

dengan kriteria uji, terima H_0 dan tolak H_1 jika:

$$-\frac{w_1 t_1 + w_2 t_2}{w_1 + w_2} < t' < \frac{w_1 t_1 + w_2 t_2}{w_1 + w_2} \quad (4)$$

dengan:

$$w_1 = w_1^2/n_1;$$

$$w_2 = w_2^2/n_2;$$

$$t_1 = t_{(1-\alpha/2), (n_1-1)};$$

$$t_2 = t_{(1-\alpha/2), (n_2-1)}.$$

3. METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian di desa Tumbukan Banyu, Sungai Pinang dan Habirau Nagara dan laboratorium pengujian bahan Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Banjarmasin.

Peralatan yang digunakan untuk pengujian kekerasan menggunakan Brinell Hardness Tester, sementara untuk pengolahan data dan analisa menggunakan Software SPSS t-Test dimana level kepercayaan yang digunakan adalah 95% atau menggunakan alpha 5%.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data dan Analisa Hasil Pengujian

Tabel 2. Harga Kekerasan Hasil Pengujian

	Sample	Disepuh	Tdk disepuh
Pengrajin 1	A	297,77	227,55
	B	436,05	227,55
	C	480,77	227,55
	D	478,65	227,55
Pengrajin 2	A	317,80	218,02
	B	398,94	218,02
	C	250,00	218,02
	D	297,85	218,02
Pengrajin 3	A	436,05	246,08
	B	438,07	246,08
	C	535,71	246,08
	D	480,77	246,08

Perbandingan Harga Kekerasan Kapak yang Sudah Disepuh dengan yang Tidak Disepuh

Tabel 3. Harga Kekerasan Kapak Pengrajin 1

Sample	Harga Kekerasan Setelah Disepuh	Harga Kekerasan Tidak Disepuh	Keterangan Proses Perubahan
A	297,77	227,55	1. Perlakuan panas kurang baik (pemanasan berwarna merah muda) 2. Proses pendinginan terlalu cepat 3. Mata kapak agak lunak
B	436,05	227,55	1. Mata kapak sesuai yang diinginkan (tidak terlalu keras dan tidak terlalu liat) 2. Perlakuan panas baik 3. Proses pendinginan ke air baik
C	480,77	227,55	1. Mata kapak sesuai yang diinginkan (tidak terlalu keras dan tidak terlalu liat) 2. Perlakuan panas baik 3. Proses pendinginan ke air baik
D	478,65	227,55	1. Mata kapak sesuai yang diinginkan (tidak terlalu keras dan tidak terlalu liat) 2. Perlakuan panas baik 3. Proses pendinginan ke air baik

Tabel 4. Harga Kekerasan Kapak Pengrajin 2

Sample	Harga Kekerasan Setelah Disepuh	Harga Kekerasan Tidak Disepuh	Keterangan Proses Perubahan
A	317,80	218,02	1. Mata kapak masih agak lunak 2. Perlakuan panas masih kurang baik 3. Proses pendinginan ke air masih terlalu cepat
B	398,94	218,02	1. Mata kapak sesuai yang diinginkan (tidak terlalu keras dan tidak terlalu liat) 2. Perlakuan panas baik 3. Proses pendinginan ke air baik
C	250,00	218,02	1. Perlakuan panas kurang baik (pemanasan berwarna merah muda) 2. Proses pendinginan ke air terlalu cepat 3. Mata kapak agak lunak 4. Mata kapak mudah rusak apabila berbenturan dengan benda yang agak keras
D	297,85	218,02	1. Perlakuan panas kurang baik (pemanasan berwarna merah muda) 2. Proses pendinginan ke air terlalu cepat 3. Mata kapak agak lunak 4. Mata kapak mudah rusak apabila berbenturan dengan benda yang agak keras

Tabel 5. Harga Kekerasan Kapak Pengrajin 3

Sample	Harga Kekerasan Setelah Disepuh	Harga Kekerasan Tidak Disepuh	Keterangan Proses Perubahan
A	436,05	246,08	1. Mata kapak sesuai yang diinginkan (tidak terlalu keras dan tidak terlalu liat) 2. Perlakuan panas baik 3. Proses pendinginan ke air baik
B	438,07	246,08	1. Mata kapak sesuai yang diinginkan (tidak terlalu keras dan tidak terlalu liat) 2. Perlakuan panas baik 3. Proses pendinginan ke air baik
C	535,71	246,08	1. Mata kapak agak keras 2. Perlakuan panas baik 3. Proses pendinginan ke air terlalu lama
D	480,77	246,08	1. Mata kapak sesuai yang diinginkan (tidak terlalu keras dan tidak terlalu liat) 2. Perlakuan panas baik 3. Proses pendinginan ke air baik

Dari table-table diatas, dapat disimpulkan bahwa pada kapak yang tidak disepuh, tidak dilakukan pengerjaan panas lagi, sehingga pada saat pengujian kekerasan, kapak yang tidak disepuh agak lunak. Ini dikarenakan tidak adanya perlakuan dingin yang cepat. Setelah melakukan penempaan pendinginan hanya dengan udara saja.

Sedang pada kapak yang disepuh, setelah penempaan dilakukan pemanasan lagi dan kemudian dilakukan pendinginan yang cepat. Untuk memperoleh kekerasan yang baik, proses pendinginan sangat berperan penting dalam pengerjaan pembuatan kapak.

Analisis Statistik

Menguji apakah ada perbedaan kekerasan dari mata kapak antara yang disepuh dengan yang tidak disepuh, dimana level kepercayaan yang digunakan adalah 95% atau menggunakan alpha 5%. Hipotesis null dan alternatif :

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 \text{ atau } \mu_1 - \mu_2 = 0$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2 \text{ atau } \mu_1 - \mu_2 \neq 0$$

Pengambilan keputusan adalah menerima H_0 , jika t hitung lebih kecil daripada t tabel dan menolak H_0 jika t hitung lebih besar dari t tabel.

Pair	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
1 Kapak yang disepuh	404,0358	12	91,27742	26,34052
2 Kapak yang tidak disepuh	230,5500	12	12,16824	3,51267

Pair	N	Correlation	Sig.
1 Kapak yang disepuh & Kapak yang tidak disepuh	12	,690	,013

Pair	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig. (2-tailed)
				Lower	Upper			
1 Kapak yang disepuh - Kapak yang tidak disepuh	173,48583	83,34158	24,05984	130,53112	216,43954	7,211	11	,000

Dari hasil analisis SPSS dengan uji *t-Test : Paired Sample for mean* terlihat bahwa rata-rata kekerasan kapak yang disepuh adalah 404,0358 dengan deviasi standar 91,27742 dan kekerasan kapak yang tidak disepuh adalah 230,5500 dengan deviasi standar 12,16824. Hasil korelasi menunjukkan nilai sebesar 0,690 dengan signifikansi 0,013. Itu berarti ada hubungan yang erat antara sampel atau korelasi signifikan secara statistik. Rata-rata perbedaan kekerasan antara yang disepuh dengan yang tidak disepuh adalah 173,48583 dengan standar deviasi 83,34158. Hasil perhitungan t statistik menghasilkan nilai sebesar positif 7, 211 dengan signifikansi 0,000.

Dengan hasil signifikansi sebesar 0,000 bisa diambil keputusan untuk menolak H_0 karena level signifikansi lebih kecil dari alpha (0,025). Hasil perhitungan nilai t hitung (7,211) lebih besar dari t tabel (2,201) dengan hasil tersebut bisa disimpulkan bahwa perbedaan disepuh dengan tidak disepuh menyebabkan perbedaan dalam kekerasan

5. PENUTUP

Kesimpulan

Pada kapak yang tidak disepuh, tidak dilakukan pengerjaan panas lagi, sehingga pada saat pengujian kekerasan, kapak yang tidak disepuh agak lunak. Ini dikarenakan tidak adanya perlakuan dingin yang cepat. Setelah melakukan penempaan pendinginan hanya dengan udara saja.

Rata-rata perbedaan kekerasan antara yang disepuh dengan yang tidak disepuh adalah 173,48583 dengan standar deviasi 83,34158. Hasil perhitungan t statistik menghasilkan nilai sebesar positif 7, 211 dengan signifikansi 0,000.

Dengan hasil signifikansi sebesar 0,000 bisa diambil keputusan untuk menolak H_0 karena level signifikansi lebih kecil dari alpha (0,025). Hasil perhitungan nilai t hitung (7,211) lebih besar dari t tabel (2,201)

dengan hasil tersebut bisa disimpulkan bahwa perbedaan disepuh dengan tidak disepuh menyebabkan perbedaan dalam kekerasan

Saran-Saran

Disarankan untuk penelitian selanjutnya memberikan variasi waktu pendinginan lebih banyak dan media pendinginan yang beragam.

6. DAFTAR PUSTAKA

1. Callister Jr., WD., 1997, *Materials Science and Engineering An Introduction*, 4th edition. New York: John Wiley and Sons
2. Davis, H.E., Troxell, G.E., Wiskocil, C.T., 1955, *The Testing and Inspection of Engineering Materias*. New York, USA: McGraw-Hill Book Company,.
3. Dieter George E, 1988. *Mechanical metallurgy*. New York: McGraw-Hill Book Company
4. Siegel, Sidney, 1997. *Statistik Nonparametrik Untuk Ilmu-ilmu Sosial*. Jakarta: Gramedia.
5. Soejono, 1985, *Teknik Menempa*. Bandung: Remadja Karya
6. Sudjana, 2005. *Metoda Statistika*. Bandung: Tarsito.

@PORTEK 2015@