

PENGARUH FULL HARDENING DAN MEDIA QUENCHING TERHADAP KEKERASAN PADA BAJA BOHLER K-460

Fani Andrianto⁽¹⁾, Unung Lesmanah⁽²⁾, Artono Rahardjo⁽³⁾

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Malang

Jl. Mt. Haryono no. 193 Malang, 65144, Indonesia

email : fandrian76@gmail.com

ABSTRAK

Baja Bohler K-460 merupakan material yang biasa digunakan di bidang material alat perkakas potong. Metode full hardening adalah metode memanaskan baja sampai titik temperatur austenite dengan menggunakan tungku pemanas (Heating furnace) yang dilakukan secara otomatis. Metode ini mempunyai beberapa keuntungan antara lain ekonomis, mudah dalam pengoperasian, aplikatif serta waktu memanaskan baja secara bertahap dan pengerasan yang singkat. Penelitian ini dilakukan untuk menyelidiki Pengaruh Full Hardening dan Media Quenching Terhadap Kekerasan Pada Baja. Penelitian ini menggunakan baja Bohler K-460 yang dikenai berbagai perlakuan. perlakuan yang dikenakan pada masing-masing spesimen meliputi full hardening dengan suhu 450⁰, 750⁰ C, 950⁰ C, dan media Quenching air, udara, dan oli, Pengujian yang dilakukan adalah pengujian kekerasan mikro vickers. Dari pengujian kekerasan didapatkan nilai kekerasan spesimen tertinggi pada spesimen dengan perlakuan full hardening pada suhu 950⁰ C dan media Quenching oli. Nilai kekerasan tertinggi adalah 2.023,2 HV. Pada pengamatan struktur mikro, Hasil di atas berdasarkan pada standar ASTM. Dari analisis SEM (*Scanning Electron Microscope*), hasil penelitian menunjukkan bahwa dalam perlakuan media quenching oli diperoleh kadar karbon yang meningkat dari 26,97% ke 73,97%. Hal ini dapat disimpulkan bahwa baja bisa dioptimalkan menggunakan perlakuan full hardening dan media quenching sehingga meningkatkan sifat kekerasan baja secara signifikan.

Kata Kunci: Full Hardening, Media Quenching, Kekerasan

PENDAHULUAN

Semakin pesatnya perkembangan teknologi maka kebutuhan manusia akan baja menjadi semakin meningkat. Salah satu sumber yang menjadi perhatian menarik karena baja bohrer yang memiliki kandungan karbon tinggi. kemajuan perkembangan industri tidak dapat dipisahkan dari perkembangan industri Baja. Industri Baja berperan sebagai industri dasar untuk kemajuan bidang industri lainnya. Studi tentang pengolahan Baja menjadi sangat penting untuk menghasilkan kualitas Baja yang baik.

Dalam pemanfaatan baja bohrer yang ada di Indonesia, tentunya dibutuhkan suatu proses eksplorasi dan produksi yang sangat aman dan ramah lingkungan. Ada banyak masalah yang terdapat dalam pengolahan baja bohrer diantaranya dari segi peralatan dan maintenance dari peralatan tersebut. Salah satu dari masalah yang akan timbul dalam pengolahan baja bohrer adalah terjadinya degradasi pada material akibat reaksi elektro kimia lingkungan. Material baja merupakan material yang sangat umum digunakan pada dunia industri. Material baja digunakan sebagai material karena sifatnya yang mudah dimachining dan memiliki keuletan yang tinggi. Disamping itu, harganya relatif lebih murah, tetapi memiliki sifat-sifat yang baik untuk berbagai aplikasi di dunia industri. Selain itu, baja bohrer memiliki ketahanan terhadap kekerasan pada berbagai lingkungan. Salah satu kelemahan baja bohrer dalam dunia industri adalah cepat patah bila dibuat bilah panjang.

Dalam ilmu bahan, kekerasan suatu baja bohrer sangat berkaitan erat dengan kadar karbonnya. Semakin tinggi

kadar karbon dalam suatu baja maka kemampuan Baja tersebut untuk dikeraskan akan semakin baik. Teknik yang digunakan untuk mengeraskan suatu baja bohrer sangat beragam. Secara umum ada dua teknik yaitu teknik difusi termokimia dan proses difusi thermal. Teknik difusi thermo kimia yang sering dipakai adalah *carburizing*, sedang proses difusi thermal yang sering dipakai adalah *full hardening* dan *quenching*.

Hardening adalah metode pengerasan perlukaan dengan menggunakan nyala api yang dilakukan secara otomatis sehingga tidak memerlukan persyaratan kerja yang ketat. Metode ini mempunyai beberapa kelebihan antara lain :

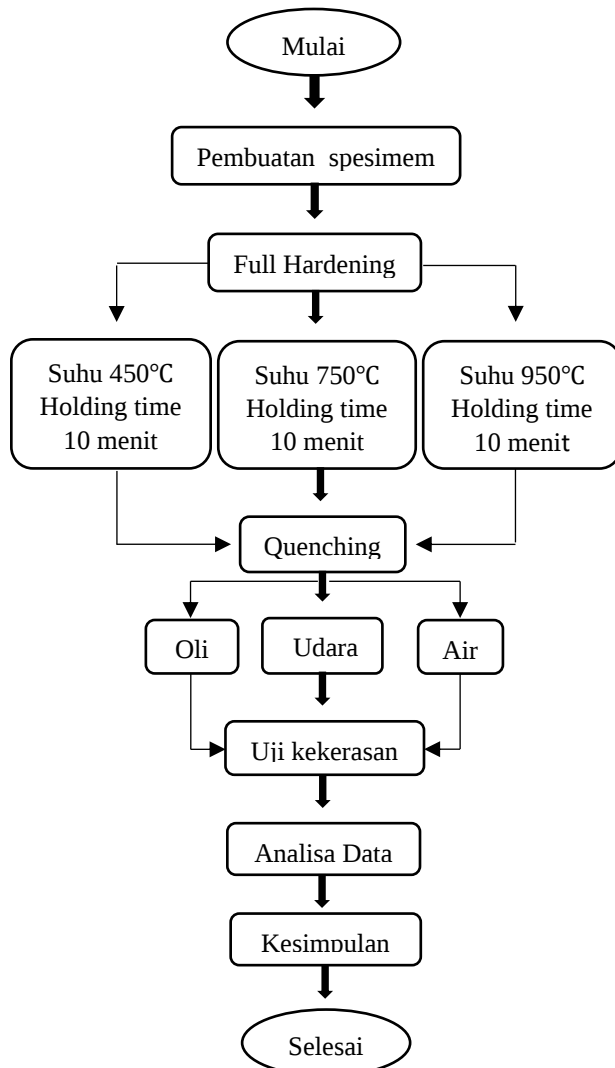
- a. Murah dalam biaya.
- b. Mudah dalam prakteknya
(menggunakan las gasoksi-asetilen).
- c. Tidak memerlukan persyaratan kerja yang ketat.

Metode ini secara aplikasi sangatlah cocok apabila dimanfaatkan pada industri Baja lokal. Berkaitan dengan pemanfaatan metode ini maka dilakukanlah penelitian mengenai pengaruh *full hardening dan media quenching* pada baja bohrer, sehingga jika metode ini berhasil maka kekerasan produk Baja lokal dapat meningkat dan diharapkan dapat bersaing secara kualitas dengan produk dari industri besar atau produk impor.

RANCANGAN PENELITIAN

Diagram alir adalah suatu gambaran utama yang dipergunakan untuk dasar dalam bertindak atau untuk menjelaskan langkah-langkah sistematis dari proses pada suatu kegiatan. Seperti halnya pada penelitian ini diperlukan suatu diagram alir yang bertujuan untuk

mempermudah dalam pelaksanaan proses perancangan. Diagram alir proses penelitian pengaruh full hardening dan media quenching pada kekerasan baja bohler K-460 secara umum yang dapat digambarkan sebagai berikut:



Metode Pengumpulan Data

Data penelitian ini diperoleh dengan melakukan Eksperimen di laboratorium, adapun data-data yang akan diambil antara lain :

- Nilai Uji kekerasan

Tabel 4.1: Data Hasil Pengujian Perlakuan Full Hardening dan Media Quenching

pada Baja Bohler k-460 dengan Pemanasan antara Suhu 450°C , 750°C, 950°C.

Suhu	Quenching	Spesimen			Rerata HV
		1	2	3	
450° c	AIR	728,2 HV	675,7 HV	715,6 HV	706,5
	OLI	736,9 HV	866,1 HV	725,1 HV	776
	UDAR A	848,9 HV	775,5 HV	692,5 HV	772,3
750° c	AIR	814 HV	721,7 HV	731,1 HV	755,6
	OLI	709,9 HV	660,1 HV	711 HV	693,6
	UDAR A	640,4 HV	732,3,HV	622,2 HV	664,9
950° c	AIR	1.204 HV	1.445,2 HV	1600,2 HV	1.416,4
	OLI	1.821,1 HV	1.581,5 HV	2023,2 HV	1.808,6
	UDAR A	873,3 HV	830 HV	777,2 HV	826,8

Metode Pengolahan Data

Untuk menganalisis data yang diperoleh dari hasil penelitian antara lain diolah dengan :

Analisis Of Varian (ANOVA)

Anova (analysis of varian) pada prinsipnya adalah melakukan analisis variabilitas data menjadi dua sumber variasi yaitu variasi didalam kelompok (within) dan variasi antar kelompok (between). Bila variasi within dan between sama (nilai perbandingan kedua varian mendekati angka satu), maka berarti tidak ada perbedaan efek dari intervensi yang dilakukan, dengan kata lain nilai mean yang dibandingkan tidak ada perbedaan. Sebaliknya bila variasi antar kelompok lebih besar dari variasi didalam kelompok, artinya intervensi tersebut memberikan efek yang berbeda, dengan kata lain nilai mean yang dibandingkan menunjukkan adanya perbedaan. Anova mempunyai dua jenis yaitu analisis varian satu faktor (*one way anova*) dan analisis varian dua faktor (*two ways anova*). One way anova digunakan untuk menguji hipotesis rata-rata k sampel, bila pada setiap sampel itu hanya terdiri atas satu kategori, sedangkan two way

anova digunakan untuk menguji hipotesis rata-rata k sampel, bila setiap sampel terdiri atas lebih dari satu kategori. Pada Penelitian ini memakai analisis varian satu faktor. (Sodiycxacun, 2010).

Langkah-langkah pada Uji ANOVA dari sampel-sampel data yang diperoleh dari hasil penelitian :

Tabel 3.1 Sampel-Sampel Random, k Sampel Dengan Anggota n

Sampel I	Sampel II	Sampel k
X_{11}	X_{12}	X_{1k}
X_{21}	X_{22}	X_{2k}
X_{31}	X_{32}	X_{3k}
...	...	...
X_{n1}	X_{n2}	X_{nk}
Means $\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_k$

X_{ij} = Individu ke-i dari sampel j

K = Banyaknya Sampel

n = Banyaknya individu sampel (untuk masing-masing populasi besarnya sampel sama)

$\bar{X}$ = Over all mean atau grand mean yakni mean dari semua observasi

$$\bar{X}_1 = \frac{\bar{X}_{11} + \bar{X}_{21} + \bar{X}_{31} + \dots + \bar{X}_{n1}}{n_1}$$

$$\bar{X}_2 = \frac{\bar{X}_{12} + \bar{X}_{22} + \bar{X}_{32} + \dots + \bar{X}_{n2}}{n_2}$$

$$\bar{X}_k = \frac{\bar{X}_{1k} + \bar{X}_{2k} + \bar{X}_{3k} + \dots + \bar{X}_{nk}}{n_k}$$

$$\bar{X} = \frac{\bar{X}_1 + \bar{X}_2 + \bar{X}_3 + \dots + \bar{X}_k}{k}$$

Kemudian Menghitung :

- a. Variance Between Means (Deviasi Standart Kuadrat dari mean-mean) dengan rumus :

$$S^2_{\bar{X}} = \frac{\sum_{j=1}^k (\bar{X}_j - \bar{X})^2}{k - 1}$$

$S^2_{\bar{X}}$ = dipandang sebagai harga estimasi dari :

$$\sigma^2_{\bar{X}} = \frac{\sigma^2}{n}$$

Dimana : σ^2 adalah variance populasi Varian between means tersebut merupakan estimasi pertama dari σ^2

$$S^2_{\bar{X}} = \frac{\sigma^2}{n}, \text{ sehingga :}$$

$$\sigma^2 = n \cdot S^2_{\bar{X}} = \frac{n \cdot \sum_{j=1}^k (\bar{X}_j - \bar{X})^2}{k - 1}$$

$k - 1$ = merupakan Degree Of Freedom

- b. Variance Within Group (varian rata-rata dari varian masing-masing sampel) :

$$\frac{S^2_1 + S^2_2 + S^2_3 + \dots + S^2_k}{k} \text{ dimana } S_1, S_2, \dots, S_k \text{ merupakan deviasi standart dari } k \text{ sampel. Ini merupakan estimasi kedua dari } \sigma^2, \text{ dengan rumus :}$$

$S_2, \dots, S_k$ merupakan deviasi standart dari k sampel. Ini merupakan estimasi kedua dari σ^2 , dengan rumus :

$$\frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k (\bar{X}_{ij} - \bar{X}_j)^2}{k(n - 1)}$$

Dimana :

$\bar{X}_j$ = mean dari sampel j

$\bar{X}_{ij}$ = nilai observasi dari sampel j

$k(n - 1)$ = Degree Of Freedom

Apabila mean populasi tersebut tidak sama, maka ariance between means akan jauh lebih besar daripada variance within group. Distribusi sampling harga statistik F yang didefinisikan sebagai F_{hitung} .

c. Perhitungan nilai F_{hitung} :

$$F_{hitung} = \frac{\text{Variance between means}}{\text{Varians within group}}$$

Analisa Data Kekerasan Dengan ANOVA (Analisis Of Variance) Pada Perlakuan Full Hardening dengan Media Quenching Air.

Langkah Langkah pada uji hipotesis :

a. Formulasi Hipotesis Statistik (H_0) :

$$- H_0 : \mu_{450^\circ C} = \mu_{750^\circ C} = \mu_{950^\circ C}$$

Artinya bahwa tidak ada perbedaan kekerasan pada perlakuan full hardening dengan media quenching air.

$$- H_1 : \mu_{450^\circ C} \neq \mu_{750^\circ C} \neq \mu_{950^\circ C}$$

Artinya bahwa terdapat perbedaan yang significant kekerasan pada perlakuan full hardening dengan media quenching air.

b. Dipilih Level Of Significance (α) 5%

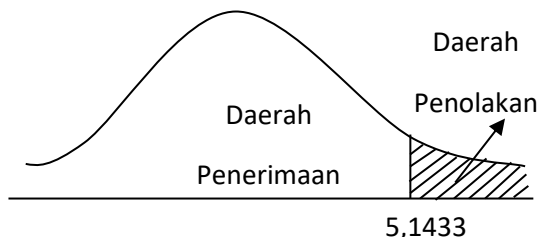
c. Kriteria Pengujian :

Degree Of Freedom (d.f)

Numerator $(k - 1) = 3 - 1 = 2$

Denominator $k(n - 1) = 3(3 - 1) = 6$

Didapat $F_{tabel} = 5,1433$



Gambar4.1

Kurva Daerah Terima Dan Daerah Tolak Uji Anova.

H_0 diterima apabila $F_{hitung} \leq 5,1433$

H_0 ditolak apabila $F_{hitung} > 5,1433$

Perhitungan nilai F_{hitung} :

Tabel 4.2 : Nilai Kekerasan Pada Perlakuan Full Hardening dengan Media Quenching Air.

Spesiment	Kekerasan Full Hardening (HV)		
	450°C	750°C	950°C
1.	728,2	814	1.204
2.	675,7	721,7	1.445,2
3.	715,6	731,1	1.600,2
Σ	2119,5	2266,8	4249,4
$\bar{X}_j$	706,5	755,6	1416,467
$\bar{X}$	959,5222		

- Variance Between Means (Varian dari mean-mean) :

$$S^2_{\bar{X}} = \frac{\sum_{j=1}^k (\bar{X}_j - \bar{X})^2}{k - 1}$$

$$S^2_{\bar{X}} = \frac{(706,5 - 959,5222)^2 + (755,6 - 959,5222)^2 + (1416,4 - 959,5222)^2}{3 - 1}$$

$$S^2_{\bar{X}} = 157201,4$$

$$\sigma^2 = n \cdot S^2_{\bar{X}} = 3 \times 157201,4 = 471604,1$$

- Variance Within Group (Varian rata-rata dari Varian masing-masing sampel) :

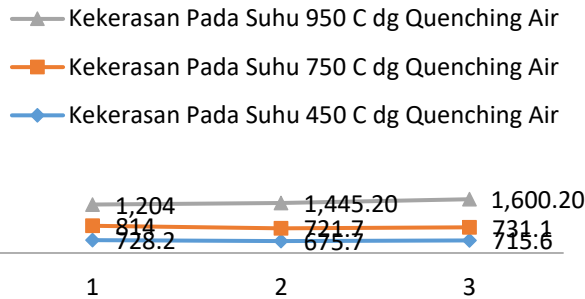
$$\frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k (\bar{X}_{ij} - \bar{X}_j)^2}{k(n - 1)} = \frac{(728,2 - 706,5)^2 + (675,7 - 706,5)^2 + (715,6 - 706,5)^2 + (814 - 755,6)^2 + (721,7 - 755,6)^2 + (731,1 - 755,6)^2 + (1.204 - 1416,467)^2 + (1.445,2 - 1416,467)^2 + (1.600,2 - 1416,467)^2}{3(3 - 1)} = 14398$$

$$F_{hitung} = \frac{471604,1}{14398} = 32,75484$$

Hasil : oleh karena $F_{hitung} > F_{Tabel}$ atau $32,75484 > 5,1433$ maka H_0 ditolak, artinya bahwa terdapat perbedaan yang sangat significant kekerasan pada perlakuan full hardening dengan media quenching air.

Gambar 4.2

Grafik Nilai Kekerasan (HV) Dengan Quenching Air



Grafik Nilai Kekerasan Pada Perlakuan Full Hardening dengan Media Quenching Air.

Analisa Data Kekerasan Dengan ANOVA (*Analysis Of Variance*) Pada Perlakuan Full Hardening dengan Media Quenching Oli.

Langkah Langkah pada uji hipotesis :

a. Formulasi Hipotesis Statistik (H_0) :

$$- H_0 : \mu_{450^\circ C} = \mu_{750^\circ C} = \mu_{950^\circ C}$$

Artinya bahwa tidak ada perbedaan kekerasan pada perlakuan full hardening dengan media quenching oli.

$$- H_1 : \mu_{450^\circ C} \neq \mu_{750^\circ C} \neq \mu_{950^\circ C}$$

Artinya bahwa terdapat perbedaan yang significant kekerasan pada perlakuan full hardening dengan media quenching oli.

b. Dipilih Level Of Significance (α) 5%

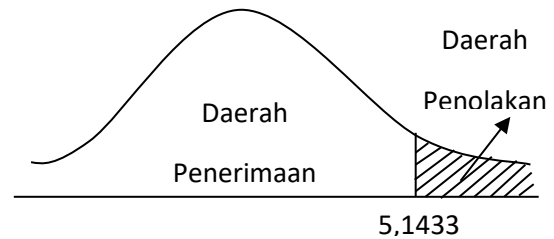
c. Kriteria Pengujian :

Degree Of Freedom (d.f)

Numerator ($k - 1$) = $3 - 1 = 2$

Denominator $k(n - 1) = 3(3 - 1) = 6$

Didapat $F_{\text{tabel}} = 5,1433$



Gambar 4.3
Kurva Daerah Terima Dan Daerah Tolak Uji Anova

H_0 diterima apabila $F_{\text{hitung}} \leq 5,1433$

H_0 ditolak apabila $F_{\text{hitung}} > 5,1433$

Perhitungan nilai F_{hitung} :

Tabel 4.3 : Nilai Kekerasan Pada Perlakuan Full Hardening dengan Media Quenching Oli.

Spesiment	Kekerasan Full Hardening (HV)		
	450°C	750°C	950°C
1	736,9	709,9	1.821,1
2	866,1	660,1	1.581,5
3	725,1	711	2.023,2
Σ	2.328,1	2.081	5.425,8
$\bar{X}_j$	776,0333	693,6667	1.808,6
$\bar{X}$	1092,767		

- Variance Between Means (Varian dari mean-mean) :

$$S^2_{\bar{X}} = \frac{\sum_{j=1}^k (\bar{X}_j - \bar{X})^2}{k - 1}$$

$$S^2_{\bar{X}} = \frac{(776,0333 - 1092,767)^2 + (693,6667 - 1092,767)^2 + (1808,6 - 1092,767)^2}{3 - 1}$$

$$S^2_{\bar{X}} = 386009,1$$

$$\sigma^2 = n \cdot S^2_{\bar{X}} = 3 \times 386009,1 = 1158027$$

- Variance Within Group (Varian rata-rata dari Varian masing-masing sampel) :

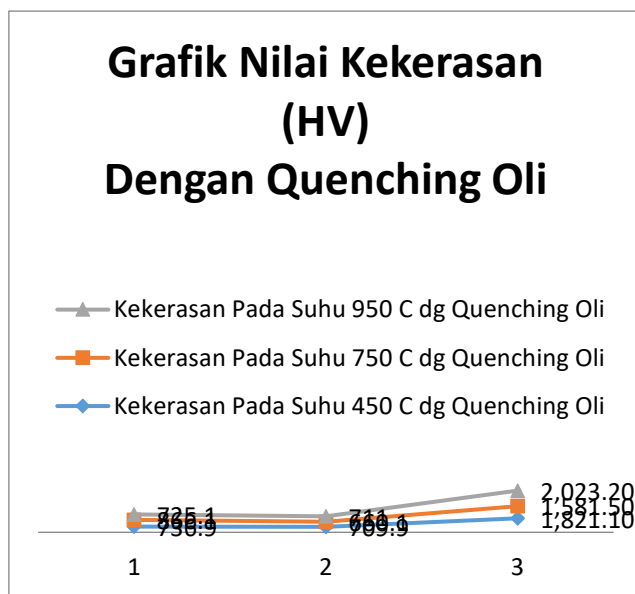
$$\frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k (\bar{X}_{ij} - \bar{X}_j)^2}{k(n-1)} =$$

$$\frac{(736,9 - 776,0333)^2 + (866,1 - 776,0333)^2 + (725,1 - 776,0333)^2 + (709,9 - 693,6667)^2 + (660,1 - 693,6667)^2 + (711 - 693,6667)^2 + (1.821,1 - 1808,6)^2 + (1.581,5 - 1808,6)^2 + (2.023,2 - 1808,6)^2}{3(3-1)}$$

$$= 18618,69$$

$$F_{Hitung} = \frac{1158027}{18618,69} = 62,19704$$

Hasil : oleh karena $F_{hitung} > F_{Tabel}$ atau $62,19704 > 5,1433$ maka H_0 ditolak, artinya bahwa terdapat perbedaan yang sangat significant kekerasan pada perlakuan full hardening dengan media quenching oli.



Gambar 4.4

Grafik Nilai Kekerasan Pada Perlakuan Full Hardening dengan Media Quenching Oli.

Analisa Data Kekerasan Dengan ANOVA (Analysis Of Variance) Pada Perlakuan Full Hardening dengan Media Quenching Udara.

Langkah Langkah pada uji hipotesis :

a. Formulasi Hipotesis Statistik (H_0) :

$$H_0 : \mu_{450^\circ C} = \mu_{750^\circ C} = \mu_{950^\circ C}$$

Artinya bahwa tidak ada perbedaan kekerasan pada perlakuan full hardening

dengan media quenching udara.

$$H_1 : \mu_{450^\circ C} \neq \mu_{750^\circ C} \neq \mu_{950^\circ C}$$

Artinya bahwa terdapat perbedaan yang significant kekerasan pada perlakuan full hardening dengan media quenching udara.

b. Dipilih Level Of Significance (α) 5%

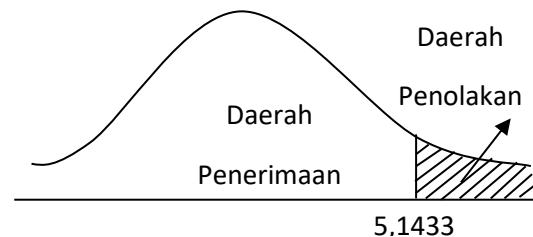
c. Kriteria Pengujian :

Degree Of Freedom (d.f)

$$\text{Numerator } (k - 1) = 3 - 1 = 2$$

$$\text{Denominator } k(n - 1) = 3(3 - 1) = 6$$

$$\text{Didapat } F_{tabel} = 5,1433$$



Gambar 4.5

Kurva Daerah Terima Dan Daerah Tolak Uji Anova

$$H_0 \text{ diterima apabila } F_{hitung} \leq 5,1433$$

$$H_0 \text{ ditolak apabila } F_{hitung} > 5,1433$$

Perhitungan nilai F_{hitung} :

Tabel 4.4 : Nilai Kekerasan Pada Perlakuan Full Hardening dengan Media Quenching Udara.

Spesiment	Kekerasan Full Hardening (HV)		
	450°C	750°C	950°C
1.	848,9	640,4	873,3
2.	775,5	732,3	830
3.	692,5	622,2	777,2
Σ	2316,9	1994,9	2480,5
$\bar{X}_j$	772,3	664,9667	826,8333
$\bar{X}$	754,7		

- Variance Between Means (Varian dari mean-mean) :

$$S^2_{\bar{X}} = \frac{\sum_{j=1}^k (\bar{X}_j - \bar{X})^2}{k-1}$$

$$S^2_{\bar{X}} = \frac{(772,3 - 754,7)^2 + (664,9667 - 754,7)^2 + (826,8333 - 754,7)^2}{3-1}$$

$$S^2_{\bar{X}} = 6587,56$$

$$\sigma^2 = n \cdot S^2_{\bar{X}} = 3 \times 6587,56 = 19762,68$$

- Variance Within Group (Varian rata-rata dari Varian masing-masing sampel) :

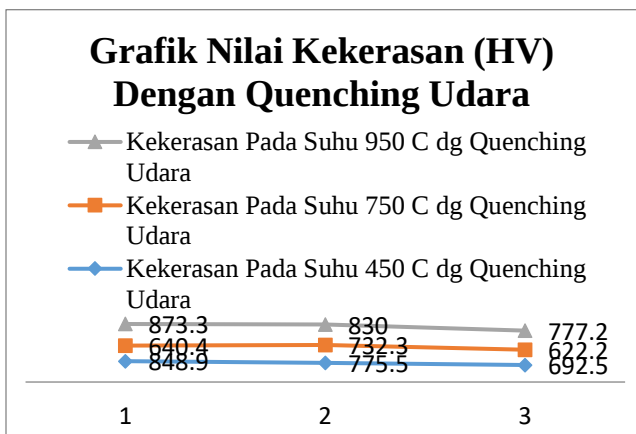
$$\frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k (\bar{X}_{ij} - \bar{X}_j)^2}{k(n-1)} =$$

$$\frac{(848,9 - 772,3)^2 + (775,5 - 772,3)^2 + (692,5 - 772,3)^2 + (709,9 - 640,4)^2 + (732,3 - 664,9667)^2 + (622,2 - 664,9667)^2 + (873,3 - 664,9667)^2 + (830 - 664,9667)^2 + (777,2 - 664,9667)^2}{3(3-1)}$$

$$= 3974,129$$

$$d. F_{Hitung} = \frac{19762,68}{3974,129} = 4,972833$$

Hasil : oleh karena $F_{hitung} > F_{Tabel}$ atau $4,972833 > 5,1433$ maka H_0 diterima, artinya bahwa tidak terdapat perbedaan yang significant kekerasan pada perlakuan full hardening dengan media quenching udara.



Gambar 4.6

Grafik Nilai Kekerasan Pada Perlakuan Full Hardening dengan Media Quenching Udara.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari data hasil penelitian jelas terlihat bahwa dengan perlakuan full hardening semakin tinggi suhu pemanasan maka semakin tinggi pula kekerasan baja bohler. Dilihat dari media quenching, kekerasan yang paling tinggi diperoleh dengan menggunakan media quenching oli. Tabel 4.1 menunjukkan harga kekerasan spesimen pada posisi pengujian. Dari gambar terlihat bahwa harga kekerasan untuk semua jenis spesimen mendekati sama. Apabila dilihat struktur mikronya pada gambar 4.1, 4.3, 4.5, maka semua spesimen mempunyai struktur mikro yang sama.

Gambar 4.1, 4.3, 4.5 menunjukkan grafik harga kekerasan spesimen pada posisi pengujian. Dari gambar terlihat bahwa spesimen dengan kombinasi perlakuan *full hardening* dan *quenching* memiliki harga kekerasan yang tertinggi. Nilai kekerasan yang tinggi pada daerah spesimen ini diperoleh karena pengaruh deformasi yang sangat besar pada saat proses perlakuan *full hardening*.

Dengan perlakuan *full hardening* yang dikenakan pada spesimen memberikan hasil yang maksimal serta memperbaiki ukuran butirnya sehingga dengan ukuran butir yang baik maka spesimen ini sesuai untuk proses pengerasan.

Perlakuan *full hardening* tidak hanya berpengaruh pada bagian permukaan saja akan tetapi berpengaruh juga terhadap bagian tengah atau inti spesimen. Kondisi ini terjadi karena dimensi spesimen yang tidak terlalu tebal sehingga panas akibat perlakuan *full hardening* mengenai bagian tengah.

Pada masing-masing specimen terlihat bahwa spesimen dengan perlakuan *full Hardening* dan *quenching* mempunyai karakteristik kekerasan yang paling baik yang sesuai dengan aplikasi dari alat-alat pertanian. Dimana dalam aplikasinya alat-alat pertanian harus mempunyai kekerasan yang tinggi pada permukaannya dan bagian tengah atau intinya.

Kekerasan yang tinggi pada permukaan akan menjadikan alat pertanian tahan terhadap gesekan dan bagian tengah/inti akan menjadikan alat pertanian tahan terhadap beban kejut. Dari data hasil penelitian jelas terlihat bahwa dengan perlakuan full hardening semakin tinggi suhu pemanasan maka semakin tinggi pula kekerasan baja bohler. Dilihat dari media quenching, kekerasan yang paling tinggi diperoleh dengan menggunakan media quenching oli. Dengan perlakuan *full hardening* yang dikenakan pada spesimen memberikan hasil yang maksimal serta memperbaiki ukuran butirnya sehingga dengan ukuran butir yang baik maka spesimen ini sesuai untuk proses pengerasan.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil data penelitian dan hasil analisa serta pembahasan yang diperoleh, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Berdasarkan data dan grafik pada gambar 4.1, bahwa hasil pengujian kekerasan pada baja bohler K-460 dengan perlakuan full hardening dan quenching atau variasi suhu 450°C, 750°C, dan 950°C. Masing-masing suhu dikenai holding time 10 menit, dengan media quenching Air terdapat perubahan dan perbedaan nilai kekerasan, masing-masing specimen diuji tiga titik , sedangkan nilai kekerasan rata-rata yang terjadi saat suhu 450°C pada titik satu yaitu dengan nilai kekerasan 728,2 HV, pada nilai kekerasan titik kedua yaitu 675,7 HV, pada nilai kekerasan titik ketiga yaitu 715,6 HV. Sedangkan nilai kekerasan rata-rata yang terjadi saat suhu 750°C pada titik satu yaitu dengan nilai kekerasan 814 HV, pada nilai kekerasan titik kedua yaitu 721,7 HV, pada nilai kekerasan titik ketiga yaitu 731,1 HV. Nilai kekerasan rata-rata yang terjadi saat suhu 950°C pada titik satu yaitu dengan nilai kekerasan 1.204 HV, pada nilai kekerasan titik kedua yaitu 1.445,2 HV, pada nilai kekerasan titik ketiga yaitu 1.600,2 HV.
2. Dari data dan grafik pada gambar 4.2, bahwa hasil pengujian kekekerasan pada baja bohler k-460 dengan perlakuan full hardening dan media quenching Oli, terdapat perubahan dan perbedaan nilai, masing-masing specimen diuji tiga titik , Nilai kekerasan rata-rata yang terjadi saat suhu 450°C pada titik satu yaitu dengan nilai kekerasan 736,9 HV, pada nilai kekerasan titik kedua yaitu 866,1 HV, pada nilai kekerasan titik tiga yaitu 725,1 HV. Sedangkan nilai kekerasan rata-rata yang terjadi saat suhu 750°C pada titik satu yaitu dengan nilai kekerasan 709,9 HV, pada nilai kekerasan titik kedua yaitu 660,1 HV, pada nilai kekerasan titik ketiga yaitu 771 HV. Nilai kekerasan rata-rata yang terjadi saat suhu 950°C pada titik satu yaitu dengan nilai kekerasan 1.821,1 HV, pada nilai kekerasan titik kedua yaitu 1.581,5 HV, pada nilai kekerasan titik ketiga yaitu 2.023,2 HV.
3. Dari data dan grafik pada gambar 4.6, bahwa hasil pengujian kekekerasan pada baja bohler k-460 dengan perlakuan full hardening dan media quenching Udara, terdapat perubahan dan perbedaan nilai, masing-masing specimen diuji tiga titik , Nilai kekerasan rata-rata yang terjadi saat suhu 450°C pada titik satu yaitu dengan nilai kekerasan 848,9 HV, pada nilai kekerasan titik kedua yaitu 775,5 HV, pada nilai kekerasan titik tiga yaitu 692,5 HV. Sedangkan nilai kekerasan rata-rata yang terjadi saat suhu 750°C pada titik satu yaitu dengan nilai kekerasan 640,4 HV, pada nilai kekerasan titik kedua yaitu 732,3 HV, pada nilai kekerasan titik ketiga yaitu 622,2 HV. Nilai kekerasan rata-rata yang terjadi saat suhu 950°C pada titik satu yaitu dengan nilai kekerasan 873,3 HV, pada nilai kekerasan titik kedua yaitu 830 HV, pada nilai kekerasan titik ketiga yaitu 777,2 HV.

4. Baja bohler yang digunakan pada perindustrian setelah perlakuan full hardening mengalami peningkatan mutu karena bertambahnya nilai kekerasan.

Saran

1. Perlu dilakukan penelitian mengenai baja bohler untuk mengetahui sifat mekanis yang lain.
2. Perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh heat treatment yang lain terhadap baja bohler
3. Sebelum pelaksanaan penelitian perlu mempersiapkan peralatan yang akan digunakan benar-benar dalam kondisi baik, sehingga tidak menghambat proses penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

a. Buku

Alois Schonmetz, dan Gruber K. (1994). “Pengetahuan Bahan dalam Pengerjaan logam” (alih bahasa : Dip-Ing. D. Hardjapamekas). Bandung : Penerbit Angkasa.

Dieter, George, E, 1988, “ Metalurgi Mekanik”, Edisi ke 3, jilid 2, Erlangga, Jakarta.

Djarwanto Ps dan Pangestu Subagyo, “Statistik Induktif”, ISBN: 979-503-075-2, Edisi Cetak Keempat, Yogyakarta (1993).

Gouri K. Bhattacharyya and Richard a. jonson, “Statistical Concepts And Methods” joint author 2, Republic of Singapore.

Tata Surdia dan Shinroku Saito.” Pengetahuan bahan teknik. Cetakan. 4

Jakarta: PradnyaParamita, (1999) ISBN 979 . 408 - 268 – 6.

b. Artikel Jurnal

Nevada J. M. Nanulaitta*) , Alexander. A. Patty, Analisa Nilai Kekerasan Baja Karbon Rendah (S35c)
https://ejournal.unpatti.ac.id/ppr_iteminfo_inlk

Noor Setyo, Pengaruh Viskositas Oli Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Baja 60,
<https://jurnal.untidar.ac.id/index.php/wahana/article>

c. Website

Asmeati, Yanti²), Pengaruh Perlakuan Panas Terhadap Kekerasan Baja Karbon Tinggi Bohler K4601,
<https://www.researchgate.net/publication/296>

Cahya Sutowo¹,ST.,MT., Bayu Agung Susilo², Pengaruh Proses Hardening Pada Baja Hq 7 Aisi 4140 Dengan Media Oli Dan Air Terhadap Sifat Mekanis Dan Struktur Mikro.
<https://www.neliti.com/publications/292047/pengaruh-proses-hardening-pada-baja-hq-7-aisi-4140-dengan-media-oli-dan-air>

Muhammad Hilmi Wahhab, Umen Rumendi, Analisis Struktur Mikro Dan Kekerasan Permukaan Baja St 37 Carburized Melalui Proses Dekarburasi Oleh Air.
https://www.researchgate.net/publication/324720934_ANALISIS_STR