

Analisis Kandungan Unsur Logam Dengan XRF Dan OES Terhadap Kekerasan ASTM A240 UNS S32760 Pada Proses Hardening Dan Quenching

Achmadi¹⁾, Priyagung Hartono²⁾, Unung Lesmanah³⁾,

^{2,3}Dosen Program Sarjana Jurusan Teknik Mesin, Universitas Islam Malang Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik, ¹Mahasiswa Program Sarjana Jurusan Teknik Mesin, Universitas Islam Malang.

Jalan MT. Haryono 193, Malang.

Achmadibbec99@gmail.com
priyagung@unisma.ac.id
ununglesmanah@yahoo.com

Abstrak

Pesatnya pembangunan yang terjadi disegala bidang, terutama dalam pembangunan sebuah infrastruktur, dan kontruksi, sangat memberikan pengaruh terhadap pelaku bisnis atau pengusaha yang bergerak dibidang industri logam terutama logam besi dan baja. Salah satunya adalah baja ASTM A240 UNS S32760, baja ini termasuk baja tahan korosi. Baja ini termasuk baja super duplex dengan 50% feritik dan 50% austenitik, sehingga banyak digunakan untuk keperluan kapal dan industri. Tetapi akhir-akhir ini sering kita dengar, bahwa sering terjadi sebuah kebakaran sebuah inustri dan kapal, seperti yang terjadi pada tanggal 22 Mei 2018. Disekitar prairan dermaga gudang matoso juruju, Pontianak Kalimantan barat Indonesia, dan dilakukan pemadaman yang secara cepat. Oleh karena itu perlu adanya sebuah penelitian tentang pengaruh perlakuan panas *Hardening* dan *Quenching*. Penelitian kali ini temperatur yang digunakan 880°C, 895°C, dan 910°C. Menggunakan *holding time* 10 menit untuk setiap perlakuan panas, dan dikonsentrasikan pada unsur logam dan kekerasan material baja ASTM A240 UNS S32760. Hasil dari penelitian ini untuk nilai kekerasan meningkat sampai dengan 7% dari 103.35(HRB) menjadi 111,182(HRB). Hasil variasi suhu dianalisis menggunakan uji T dan Anova satu arah. Didapat dari uji T untuk temperature 880°C dan 895°C bahwa $t_{hitung} 1,73427802 < t_{tabel} 2,13185$. Untuk temperatur 880°C dan 910°C bahwa $t_{hitung} -0.940157622 < t_{tabel} 2,13185$. Untuk temperatur 895°C dan 910°C bahwa $t_{hitung} 0.488604917 < t_{tabel} 2.13185$. Hasil dari uji Anova di dapat bahwa $F_{hitung} < F_{tabel} (2.48180175 < 2.97)$. Artinya bahwa untuk nilai kekerasan hasil dari variasi suhu tidak terjadi perbedaan secara signifikan antara 880°C, 895°C, dan 910°C. Hasil analisa unsur logam didapatkan bahwa ada pengaruh terhadap nilai chromium, molybdenum, dan nikel. Sedangkan untuk nilai carbon tidak mengalami perubahan.

Kata Kunci: perlakuan panas *hardening*, *quenching*, unsur logam, kekerasan baja duplex.

PENDAHULUAN

Pesatnya pembangunan disegala bidang, terutama dalam pembangunan sebuah infrastruktur dan konstruksi mampu memberikan pengaruh yang signifikan bagi pelaku bisnis, atau pengusaha yang bergerak dibidang industry besi dan baja. Berbagai dampak positif maupun negatif mulai terasa dengan banyaknya industri-industri logam yang menghasilkan komoditi besi dan baja, baik untuk keperluan dalam negeri maupun ekspor. Baja plat ASTM 240 UNS S32760 merupakan jenis baja yang sering digunakan untuk kebutuhan industri. Jenis baja plat ini masuk kategori *duplex stainless steel*. Dinamakan *duplex* karena struktur mikro dua fase yang terdiri dari butiran baja tahan karat feritik dan austenitik. Ketika bahan ini meleleh, maka akan membeku dari fase cair menjadi struktur feritik. Ketika bahan menjadi dingin pada suhu kamar, setengah dari butir feritik berubah menjadi butiran austenitik. Hasilnya adalah struktur mikro sekitar 50% austenit dan 50% ferit. Perlakuan panas pada material baja ASTM 240 UNS S32760 diketahui dapat merubah struktur material. Perubahan yang terjadi dapat berlaku seperti pada kasus kebakaran kapal, disamping itu pendinginan yang dilakukan secara cepat dengan media air laut, sehingga perlu adanya pengujian terhadap pengaruh dari perlakuan panas dan media pendingin air laut terhadap unsur logam pada kekerasan baja ASTM A240 UNS S32760.

Pengujian kali ini Baja plat ASTM A240 UNS S32760. Sebelum dilakukan pengujian pada material ini, terlebih dahulu dilakukan analisis agar bisa mengetahui unsur logam dan

kekeraan logam sebelum mengalami *Heat Treatment*. Selanjutnya diberikan Perlakuan panas dengan bervariasi panas antara: 880°C, 895°C, dan 910°C. Kemudian di dinginkan secara cepat. Lalu di analisis dengan OES tipe *Arc-met 8000* dan *X-ray fluorescence* (XRF) dan dilakukan uji kekerasan dengan metode *Rockwell* menggunakan *Rockwell Hardness Tester* Untuk mengetahui unsur logam dan perubahan kekerasan pada material baja tersebut.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen nyata dengan melakukan pengujian langsung di lapangan, setelah mendapatkan data-data, selanjutnya membandingkan unsur logam sebelum dan setelah *Heat Treatment*, serta analisa kekerasan hasil variasi suhu.

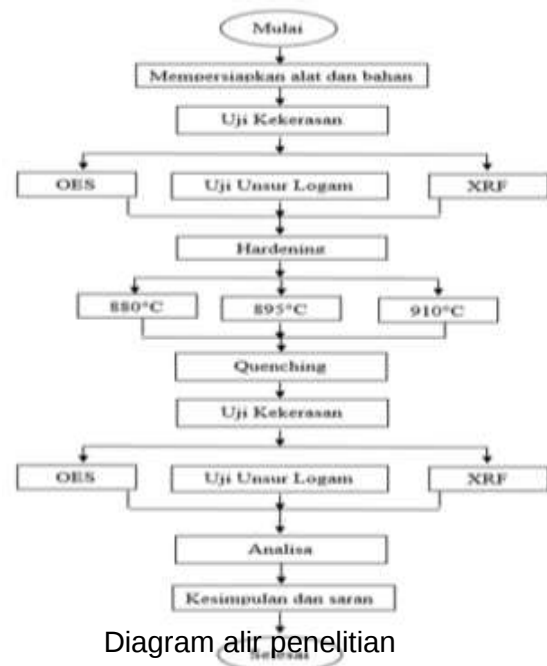


Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data-data yang sudah didapatkan disajikan sebagai berikut :

Tabel 1. Data Hasil Pengujian Kekerasan Logam Sebelum Dan Setelah Mengalami Perlakuan Panas *Hardening* Dan *Quenching*.

No	Sebelum Heat Treatment	880°C	895°C	910°C
1	102,37	112.02	112.27	109.32
2	103,12	112.41	111.42	110.03
3	103,57	112.32	111.48	111.49
4	103,49	111.93	109.08	111.53
5	104,21	111.60	111.42	111.13
Jumlah	516.76	560.28	555.95	553.5
Rata-rata	103,35	112.05	111.13	110.7

Tabel 2. Data Hasil Pengujian Unsur Logam Setelah Mengalami Perlakuan Panas *Hardening* Dan *Quenching* dalam %

Temperatur	Cr	Mn	Ni	C
Sebelum	25.82	3.51	6.88	0.03
880°C	25.40	3.63	6.32	0.03
895°C	24.88	3.74	7.21	0.03
910°C	25.41	3.33	6.59	0.03

Analisa uji T
Analilisa Kekerasan HRB Pada Temperatur 880°C Dan 895°C

$$\bar{d} = \frac{\sum_{i=0}^n d_1}{n} = \frac{4.61}{5} = 0.922$$

$$Sd = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=0}^n (d_1 - \bar{d})^2}$$

$$= \sqrt{\frac{1}{5-1} (5.65268)} = \sqrt{1.41317} = 1.18876827$$

$$t_{hitung} = \frac{\bar{d}}{\left(\frac{sd}{\sqrt{n}}\right)} = \frac{0.922}{\left(\frac{1.18876827}{\sqrt{5}}\right)} = \frac{0.922}{\left(\frac{1.18876827}{2.23606798}\right)} = \frac{0.922}{0.531633332}$$

$$= 1.73427802$$

Hasil : Karena $t_{hitung} < t_{tabel}$ yaitu $1.73427802 < 2.13185$, artinya diterima bahwa nilai kekerasan pada 880°C dan 895°C pada perlakuan panas *hardening* dan *quenching*, tidak terdapat perbedaan yang signifikan dari hasil perhitungan analisis statistik (t_{hitung} dan t_{tabel}) yang terjadi pada temperatur 880°C dan temperatur 895°C.

Analisa kekerasan HRB pada temperatur 880°C dan 910°C.

$$\bar{d} = \frac{\sum_{i=0}^n d_1}{n} = \frac{-6.78}{5} = -1.356$$

$$Sd = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=0}^n (d_1 - \bar{d})^2}$$

$$= \sqrt{\frac{1}{5-1} (41.60524)} = \sqrt{10.40131} = 3.2251062$$

$$t_{hitung} = \frac{\bar{d}}{\left(\frac{sd}{\sqrt{n}}\right)} = \frac{-1.356}{\left(\frac{3.2251062}{\sqrt{5}}\right)} = \frac{-1.356}{\left(\frac{3.2251062}{2.23606798}\right)} = \frac{-1.356}{1.44231134} = -0.940157622$$

Hasil : Karena $t_{hitung} < t_{tabel}$ yaitu $-0.940157622 < 2.131$, artinya diterima bahwa nilai kekerasan pada 880°C dan 910°C pada perlakuan panas *hardening* dan *quenching*, tidak terdapat perbedaan yang signifikan karena terlihat dari hasil perhitungan analisis statistik (t_{hitung} dan t_{tabel}) yang terjadi pada temperatur 880°C dan temperatur 910°C.

Analilisa Kekerasan HRB Pada Temperatur 895°C Dan 910°C.

$$\bar{d} = \frac{\sum_{i=0}^n d_1}{n} = \frac{7.09}{5} = 0,434$$

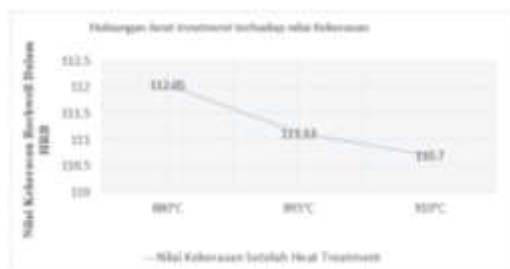
$$Sd = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=0}^n (d_1 - \bar{d})^2}$$

$$= \sqrt{\frac{1}{5-1} (15.77952)} = \sqrt{3.94488} = 1.9861722$$

$$t_{hitung} = \frac{\bar{d}}{\left(\frac{sd}{\sqrt{n}}\right)} = \frac{0,434}{\left(\frac{1.9861722}{\sqrt{5}}\right)} = \frac{0,434}{\left(\frac{1.9861722}{2.23606798}\right)} = \frac{0,434}{0.88824321}$$

$$= 0.488604917$$

Hasil : Karena $t_{hitung} < t_{tabel}$ yaitu $0.488604917 < 2.13185$, artinya diterima bahwa nilai kekerasan pada 895°C dan 910°C pada perlakuan panas *hardening* dan *quenching*, tidak terdapat perbedaan yang signifikan karena terlihat dari hasil perhitungan analisis statistik (t_{hitung} dan t_{tabel}) yang terjadi pada temperatur 895°C dan temperatur 910°C.



Gambar 1. Grafik Hubungan Heat Treatment Terhadap Nilai Kekerasan

Analisa Data Kekerasan menggunakan ANOVA (*Analisis Of Variance*) Pada Variasi temperatur

terhadap Perlakuan panas *Hardening* dengan Media *Quenching* Air Laut.

- Variance Between Means :

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

$$S^2_{\bar{X}} = \frac{(112,05 - 111,182)^2 + (111,13 - 111,182)^2 + (110,7 - 111,182)^2}{5-1}$$

$$S^2_{\bar{X}} = 0,247113$$

$$\sigma^2 = n \cdot S^2_{\bar{X}} = 5 \times 0,247113 = 1,235565$$

Variance, Within Group :

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

$$\frac{(112,02 - 112,05)^2 + (112,41 - 112,05)^2 + (112,32 - 112,05)^2 + (111,93 - 112,05)^2 + (111,60 - 112,05)^2 + (112,27 - 111,13)^2 + (111,42 - 111,13)^2 + (111,48 - 111,13)^2 + (109,08 - 111,13)^2 + (111,42 - 111,13)^2 + (109,32 - 110,7)^2 + (111,03 - 110,7)^2 + (110,53 - 110,7)^2 + (111,49 - 110,7)^2 + (110,13 - 110,7)^2}{5(5-1)}$$

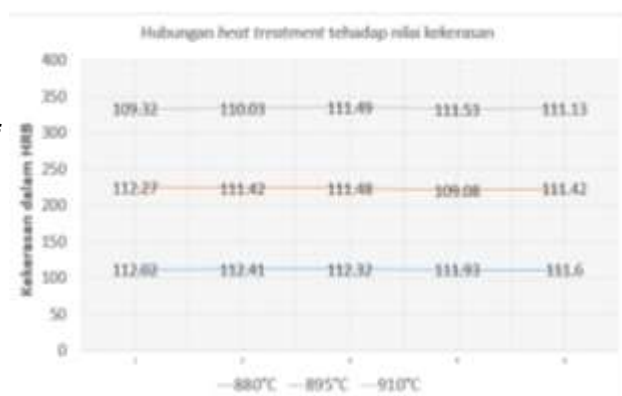
$$= 0,44785$$

$$F_{hitung} = \frac{1,235565}{0,49785} = 2,48180175$$

Hasil: dari perolehan data ANOVA

diatas nilai dari $F_{hitung} < F_{tabel}$

($2,48180175 < 2,97$), maka diterima, ^S artinya tidak ada perbedaan secara signifikan terhadap nilai kekerasan pada plat baja ASTM A240 UNS S32760 dari temperatur 880°C, 895°C, dan 910°C.



Gambar 2. Grafik Hubungan *Heat Treatment* Terhadap Nilai Kekerasan.

Analisis Data Pengaruh Perlakuan Panas *Hardening* Dan *Quenching* Terhadap Unsur Logam.

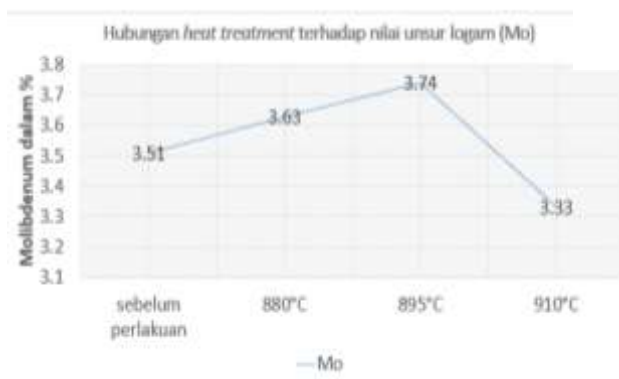
Data-data yang didapatkan dianalisis menggunakan analisis grafik, dinyatakan sebagai berikut :

- Pengaruh perlakuan panas *hardening* dan *quenching* menggunakan air laut pada temperatur 880°C, 895°C, dan 910°C pada unsur logam chromium (Cr).



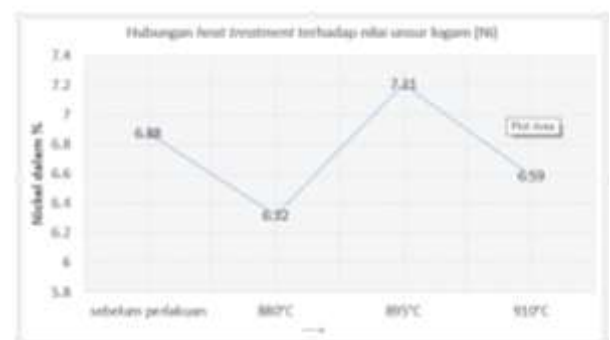
Gambar 3. Grafik Hubungan *Heat Treatment* Terhadap Nilai Unsur Logam Chromium (Cr)

- Pengaruh perlakuan panas *hardening* dan *quenching* menggunakan air laut pada temperatur 880°C, 895°C, dan 910°C. pada unsur logam Molibdenum (Mo).



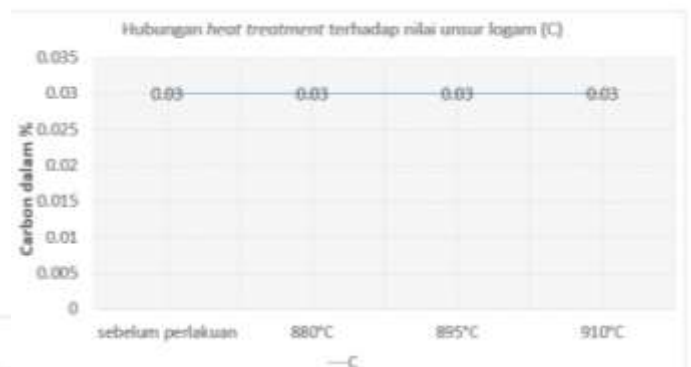
Gambar 4. Grafik Hubungan *Heat Treatment* Terhadap Nilai Unsur Logam (Mo)

- Pengaruh perlakuan panas *hardening* dan *quenching* menggunakan air laut pada temperatur 880°C, 895°C, dan 910°C. pada unsur logam Nickel (Ni).



Gambar 5. Grafik Hubungan *Heat Treatment* Terhadap Nilai Unsur Logam Nickel (Ni)

- Pengaruh perlakuan panas *hardening* dan *quenching* menggunakan air laut pada temperatur 880°C, 895°C, dan 910°C. pada unsur logam Carbon (C).



Gambar 6. Grafik Hubungan *Heat Treatment* Terhadap Nilai Unsur Logam Carbon (C)

KESIMPULAN

Setelah dilakukan analisis dan pengamatan pada data yang didapatkan dari pengujian perlakuan panas *hardening* dan *quenching* menggunakan air laut, serta pengujian kekerasan dan unsur logam pada plat baja ASTM A240 UNS S32760, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Proses perlakuan panas *hardening* dan *quenching* menggunakan media air laut dapat meningkatkan kekerasan sampai 7%, yaitu dari 103,35(HRB) menjadi 111,182(HRB).
2. Metode pengujian uji t untuk membandingkan ke 3 temperatur pada proses *heat treatment* yaitu: diambil variasi temperatur 880°C, 895°C, dan 910°C, terhadap kekerasan plat Baja ASTM A240 UNS S32760 didapatkan:
 - a. Nilai kekerasan pada temperatur 880°C dan 895°C : $t_{hitung} = 1,73427802 < t_{tabel} = 2,13185$ maka tidak terdapat perbedaan kekerasan secara signifikan antara Temperatur 880°C dengan 895°C.
 - b. Nilai kekerasan pada temperatur 880°C dan 910°C : $t_{hitung} = 0,940157622 < t_{tabel} = 2,13185$ maka tidak terdapat perbedaan kekerasan secara signifikan antara Temperatur 880°C dengan 910°C.
 - c. Nilai kekerasan pada temperatur 895°C dan 910°C : $t_{hitung} = 0,488604917 < t_{tabel} = 2,13185$ maka terdapat perbedaan kekerasan antara Temperatur 895°C dengan 910°C.
3. Perhitungan analisa statistik anova dapat disimpulkan, bahwa pada kekerasan(HRB) plat Baja ASTM A240 UNS S32760, pada variasi temperatur tidak terdapat perbedaan secara signifikan, dikarenakan didapati nilai $F_{hitung} < F_{tabel}$ ($2,48180175 < 2,97$).
4. Air laut tidak berpengaruh terhadap kekerasan material.
5. Nilai Chromium akibat pengaruh proses perlakuan panas *hardening* dan *quenching* menggunakan media air laut pada temperatur 880°C berada pada 25.40%, pada temperatur 895°C berada pada 24.88%, dan pada temperatur 910°C berada pada 25.41%.
6. Nilai Molibdenum akibat pengaruh proses perlakuan panas *hardening* dan *quenching* menggunakan media air laut pada temperatur 880°C berada pada 3.63%, pada temperatur 895°C berada pada 3.74%, dan pada

temperatur 910°C berada pada 3.33%.

7. Nilai Nickel akibat pengaruh proses perlakuan panas *hardening* dan *quenching* menggunakan media air laut, pada temperatur 880°C berada pada 6.32%, pada temperatur 895°C berada pada 7.21%, dan pada temperatur 910°C berada pada 6.59%.
8. Nilai carbon pada proses perlakuan panas *hardening* dan *quenching* menggunakan media air laut, pada temperatur 880°C, 895°C, dan 910°C, berada pada 0.03%.

Daftar Pustaka

- Ir. Wahid suherman (1999). *Ilmu logam. Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya.*
- ASTM, A370 (2004). *Standard Test Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products.*
- Samuel R. Low (2001). *Rockwell Hardness Measurement of Metallic Materials.*
- Materials Science and Engineering Laboratory. U.S. Department of Commerce.*
- ASTM, E 1476 – 04(2004). *Standard Guide for Metals Identification, Grade Verification, and Sorting.*
- Dr. Richard V (2010) *Information and Examination Preparation Booklet: Natural Resources Canada (NRCan) Government of Canada. Version 3*
- Panalytical (2009). Definition of X-Rays Fluorescence and Application. Brisbane. Kangaroo Book.*
- Fernandez (2012). *Arc Met 8000- Optical Emission Spectroscopy. Buku Pegangan Laboratorium Inspeksi Teknik Khusus PT.Petrokimia Gresik.*
- Unung Lesmanah, E Marsyahyo, P Vitasari *jurnal Mekanikal 4, (2013). Optimasi sifat mekanis kekuatan Tarik baja St 50 dengan perlakuan gas carburizing variasi holding time untuk peningkatan mutu baja standar uji Astm A370.*