

Analisis Pengaruh Variasi Temperatur *Heat Treatment* dan Waktu Perendaman

Baja SS 400 Terhadap Laju Korosi

Hasanuddin¹, Priyagung Hartono², Unung Lesmanah³

¹Universitas Islam Malang

E-mail: hasanuddinmesin@gmail.com

²Universitas Islam Malang

E-mail: priyagung@unisma.ac.id

³Universitas Islam Malang

E-mail: ununglesmanah@unisma.ac.id

ABSTRACT

SS 400 steel contains the elements carbon (C), manganese (Mn), silicon (Si), sulfur (S), phosphorus (P), but over time it can experience corrosion caused by sea water. So the steel's resistance to corrosion rate can be changed using the Heat Treatment (Hardening) process. The method used is experimental, the calculation uses the Weight Loss Method. The results in this study show that the tests on steel which were tested at different heat treatment temperatures, namely 850 °C, 975 °C and 1100 °C, consisting of 36 specimens with immersion for a period of 25 days, 35 days and 45 days on SS 400 steel experienced increase and decrease in the rate of corrosion

Keywords: *SS 400 Steel, Heat Treatment, Corrosion*

ABSTRAK

Baja SS 400 mempunyai unsur (C) karbon, (Mn) Mangan, (Si) Silikon, (P) Fosfor, (S) Sulfur, namun semakin lama dapat mengalami korosi yang disebabkan oleh air laut. Sehingga ketahanan baja terhadap laju korosi dapat dirubah menggunakan proses Heat Treatment (Hardening). Metode yang digunakan yakni eksperimen, dalam perhitungannya menggunakan Metode Weight Loss. Hasil dalam penelitian ini menunjukkan bahwa pengujian pada baja yang di uji dalam temperatur *Heat Treatment* yang berbeda yaitu 850 °C, 975 °C dan 1100 °C yang terdiri dari 36 spesimen dengan perendaman selama tenggang waktu 25 hari, 35 hari dan 45 hari pada baja SS 400 mengalami kenaikan dan penurunan nilai laju pada korosi.

Kata Kunci : *Baja SS 400, Heat Treatment, Korosi.*

PENDAHULUAN

Negara Indonesia merupakan negara kepulauan, yang terdiri dari wilayah daratan dan lautan. Jumlah keseluruhan pulau di Indonesia, baik yang besar ataupun yang kecil mencapai 17.508 pulau. Pernyataan inilah yang mendasari penyebutan Indonesia sebagai “*Archipelagic State*”. Berdasarkan hasil konvensi hukum laut Internasional atau “*United Nation Convention on the Law of the Sea*” (UNCLOS) di Montego Bay, Jamaica, pada tanggal 10 Desember 1982. Luas wilayah laut Indonesia mencapai 3.257.357 km², dengan batas wilayah laut dari teritorial garis dasar kontinen sejauh 12 mil diukur dari garis dasar, sedangkan luas daratannya sendiri mencapai 1.919.443 km². Secara menyeluruh, luas wilayah daratan dan lautan mencapai 5.176.800 km² [1].

Metallurgy dalam sektor industri, terutama dibagian industri permesinan memegang peranan yang sangat penting. Hal ini disebabkan bahan dasar industri permesinan adalah logam yang disesuaikan dengan sifatnya. Semakin luas dan beragam *human* terhadap produk industri, sangat diperlukan pengetahuan dalam bidang *metallurgy* yang memadai. Penentuan keputusan pemilihan suatu jenis logam dengan keunggulan sifat-sifat tertentu yang dimilikinya, serta sistematika proses produksi sangat menentukan kualitas produk dan biaya produksi [2].

Plat baja merupakan salah satu bahan (material) yang banyak dipergunakan dalam konstruksi *engineering* seperti kapal laut, bejana tekan dan ketel uap. Berdasarkan komposisi kimia dari plat baja tersebut dapat dibagi menjadi baja karbon dan baja paduan [3].

Baja telah lama dipergunakan di dalam dunia industri perkapalan sebagai bagian kapal. Dalam bidang perkapalan, penggunaan material baja menempati urutan pertama sebagai komponen konstruksi perkapalan. [4]. Baja SS 400 merupakan baja dengan komposisi kimia Karbon (C), Mangan (Mn), Silikon (Si), Sulfur (S) dan Fosfor (P) yang dipakai untuk kapal laut. Namun semakin lama baja digunakan akan mengalami suatu perubahan, yaitu penurunan kualitas

Salah satu faktor yang dapat memberikan penurunan kualitas terhadap logam itu yaitu berupa fenomena korosi. Sehingga cara yang dapat dilakukan untuk memperlambat terjadinya fenomena korosi serta dapat memberikan pengaruh langsung terhadap sifat dan struktur material sesuai yang diinginkan adalah dapat dilakukan dengan cara memberikan perlakuan panas[5].

Korosi bersifat merusak pada suatu logam oleh reaksi kimia dengan lingkungannya. Korosi merupakan sumber dari kerusakan terbesar yang terjadi pada kapal karena mengakibatkan menurunnya fatigue life dan berkurangnya kecepatan

kapal karena korosi merupakan sebuah kerusakan yang diakibatkan oleh material sendiri dan lingkungannya. Permukaan bumi didominasi dengan wilayah laut yaitu sebesar 70%. Kandungan material yang terdapat pada air laut menyebabkan air laut memiliki kemampuan untuk menkorosi logam secara cepat. Selain itu terdapat dua aspek penting yang mempengaruhi proses korosi, yaitu dari komposisi material itu sendiri dan dari faktor lingkungan seperti salinitas (kadar garam), efek Ph (derajat keasaman), temperatur dan kecepatan [1].

Korosi tidak dapat dihindari oleh logam, tetapi hanya bisa dicegah dan dikendalikan sehingga komponen atau strukturnya mempunyai masa penggunaan yang lebih lama. Setiap komponen atau struktur mengalami tiga tahapan utama yaitu perancangan, pembuatan dan pemakaian. Ketidak berhasilan salah satu aspek seperti korosi menyebabkan komponen akan mengalami kegagalan [6].

METODE

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen, yaitu memvariasikan temperatur *Heat Treatment* (850 °C, 975 °C dan 1100 °C) dan waktu perendaman yang merupakan variabel bebas. Pengujian dilakukan dengan penimbangan berat awal dan berat akhir sebelum dan sesudah pencelupan kedalam larutan korosif dengan variasi waktu yang ditentukan, dengan menggunakan metode *weight loss* (kehilangan masa berat). Larutan korosif yang digunakan pada penelitian ini adalah air laut dengan pH 6. Waktu perendaman yaitu 25 hari, 35 hari dan 45 ri dengan masing-masing 12 spesimen, total yaitu 36 spesimen.

Dari Pembahasan diatas terdapat beberapa bahan untuk melaksanakan pengujian yaitu :

1. Material

Kandungan kimia dari baja SS 400/AISI 1018/ASTM A36 menurut Mill Certificate pembelian dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 1. Komposisi Baja SS 400

No	Unsur	Kandungan (%)
1	C	0,20
2	Si	0,24
3	Mn	0,01067
4	P	0,000025
5	S	0,000024

(Sumber :mill certificate)

2. Spesimen

Material berbentuk plat dengan ukuran 35mm x 55mm x 5mm dengan keterangan:
N = Non Heat Treatment
A = Temperatur 850 °C
B = Temperatur 975 °C
C = Temperatur 1100 °C

Baja SS 400 adalah jenis baja carbon yang mempunyai kadar karbon rendah yaitu dibawah 0,3 % dan mempunyai sedikit kandungan silikon. Baja karbon rendah memiliki sifat ulet dan tangguh, di bidang perkapalan baja karbon rendah merupakan bahan utama untuk pembuatan konstruksi kapal, seperti pada konstruksi lambung kapal [7].



Gambar 2. Spesimen Baja SS 400

3. Heat Treatment

Proses Heat Treatment atau perlakuan panas yang digunakan adalah Hardening yang merupakan proses pemanasan logam sampai suhu di atas daerah kritis [8]. Heat Treatment dilakukan dengan holding time 15 menit dengan Pendinginan menggunakan media air.

Holding time digunakan untuk mendapatkan kekerasan maksimum dari bahan tersebut pada proses *hardening* dengan penahanan pada temperatur pengerasan untuk mendapatkan pemanasan yang sama sehingga struktur austenitnya sama atau terjadi kelarutan karbida ke dalam austenite, difusi karbon dan unsur paduannya. Penahanan waktu sangat berpengaruh pada saat transformasi karena ketika penahanan waktu yang diberikan kurang tepat atau terlalu cepat, maka transformasi tidak akan sempurna dan tidak homogen selain itu waktu tahan

terlalu pendek akan menghasilkan kekerasan yang lebih rendah hal ini dikarenakan tidak cukupnya jumlah karbida yang larut dalam larutan. Sedangkan apabila waktu penahanan yang diberikan terlalu lama, transformasi terjadi namun diikuti dengan pertumbuhan butir yang dapat menurunkan ketangguhan [9].

Pedoman untuk menentukan waktu penahanan dari berbagai jenis baja dapat dilihat pada Tabel berikut ini:

Tabel 2. Jenis baja dan waktu tahan yang dibutuhkan pada proses *Heat Treatment*

Jenis Baja	Waktu Tahan (Menit)
Baja Karbon Rendah	5 – 15
Baja Karbon Menengah	15 – 25
<i>Low alloy tool steel</i>	10 – 30
<i>High alloy chrome steel</i>	10 – 60
<i>Hot-work tool steel</i>	15 – 30

(Sumber :Pramono, 2011)

Proses pemanasan logam sampai suhu di atas daerah kritis merupakan proses hardening. Pendinginan pada proses hardening dilakukan secara cepat dengan media pendingin seperti air, oli dan lainnya. Proses hardening digunakan untuk mendapatkan struktur baja martensit yang memiliki sifat keras. Proses pada perlakuan panas ini adalah dengan cara baja dipanaskan sampai suhu austenit. Penentuan suhu tersebut dipengaruhi oleh komposisi penyusun paduan. Selanjutnya, proses penahan suhu beberapa saat sesuai dengan standar. Setelah proses pemanasan dan penahanan suhu, kemudian didinginkan secara cepat dengan mencelupkan dalam media pendingin berupa air garam, air, oli atau media pendingin yang lain. Pendinginan cepat tersebut mengakibatkan struktur austenit tidak memiliki cukup waktu untuk berubah menjadi perlit dan ferit atau perlit dan sementit. Pendinginan cepat ini mengakibatkan austenit langsung berubah menjadi martensit [8].

Proses *Heat treatment* menggunakan mesin *Furnace* yang merupakan tungku pemanas untuk semua specimen baja SS 400 yang mempunyai pengaturan temperatur dan disinilah variasi temperatur dilakukan. Dengan spesifikasi furnace yang digunakan tipe 47900.



korosi yang tidak diberlakukan proses *Heat Treatment* dapat dilihat pada tabel sebagai berikut :

Tabel 3. Data Pengujian dengan Waktu Pengkorosian 25 Hari

Spesimen	Masa awal W1(g)	Masa akhir W2(g)	Selisih berat W (g)	Rata rata (mpy)
N1	75,67	75,52	0,15	0,0034
N2	76,97	76,83	0,14	
N3	78,19	78,05	0,14	
A1	66,98	66,85	0,13	0,0036
A2	76,22	76,04	0,18	
A3	73,80	73,65	0,15	
B1	72,89	72,76	0,13	0,0031
B2	73,23	73,09	0,14	
B3	72,92	72,80	0,14	
C1	66,75	66,62	0,13	0,003
C2	68,96	68,04	0,13	
C3	65,96	65,34	0,12	

(Sumber :Tabel Pribadi)

Gambar 2. Furnace

4. Kehilangan Berat

Laju korosi adalah kecepatan rambatan atau kecepatan penurunan kualitas bahan terhadap waktu. Dalam pengukuran laju korosi (corrosion rate) secara eksperimen dapat dilakukan dengan beberapa metode menurut (Gapsari 2017):

$$CR (mpy) = \frac{534W}{D.A.T} \quad [10]$$

Dimana :

W = Massa yang hilang (g)

D = Massa jenis logam (g/cm³)

A = Luas sampel yang terendam (cm²)

T = Waktu perendaman (jam)

Timbangan analitik digital merupakan perangkat pengukuran yang digunakan untuk mengukur berat atau massa yang kecil suatu benda atau zat, dengan penggunaan yang lebih mudah. Timbangan yang digunakan mempunyai *capacity* 500g x 0,01g



Gambar 3. Timbangan analitik

Tabel 4. Data Pengujian dengan Waktu Pengkorosian 35 Hari

Spesimen	Masa awal W1(g)	Masa akhir W2(g)	Selisih berat W (g)	Rata rata (mpy)
N4	79,15	78,96	0,19	0,0029
N5	77,20	77,04	0,16	
N6	78,61	78,45	0,16	
A4	75,64	75,41	0,23	0,0036
A5	75,03	74,84	0,19	
A6	71,61	71,45	0,16	
B4	73,82	73,66	0,16	0,0029
B5	73,79	73,61	0,13	
B6	69,67	69,50	0,17	
C4	67,07	66,88	0,19	0,0028
C5	66,03	65,84	0,19	
C6	66,15	66,04	0,11	

(Sumber :Tabel Pribadi)

Tabel 5. Data Pengujian dengan Waktu Pengkorosian 45 Hari

Spesimen	Masa awal W1(g)	Masa akhir W2(g)	Selisih berat W (g)	Rata rata (mpy)
N7	78,90	78,63	0,27	0,0037
N8	76,25	75,95	0,3	
N9	76,30	76,03	0,27	
A7	74,55	74,37	0,18	0,003
A8	73,57	73,37	0,2	
A9	74,10	73,80	0,3	

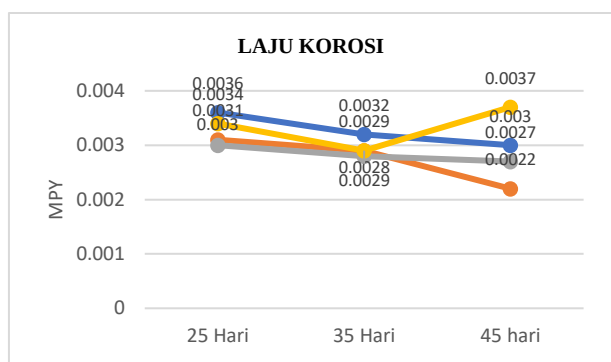
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian laju korosi spesimen uji laju

B7	73,88	73,72	0,16	0,0022
B8	71,27	71,08	0,19	
B9	70,99	70,83	0,16	
C7	75,71	75,50	0,21	0,0027
C8	65,55	65,33	0,22	
C9	62,28	62,10	0,18	

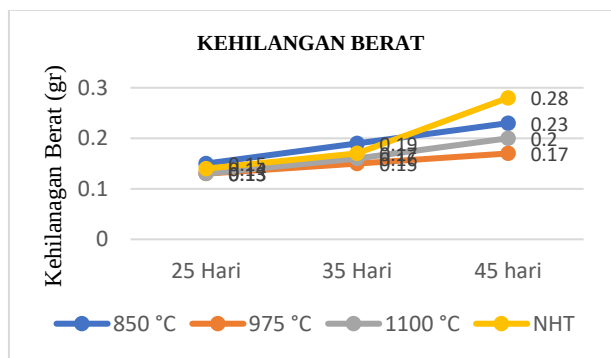
(Sumber :Tabel Pribadi)

Berdasarkan data dari tabel 3 – 5 dapat dibuat grafik laju korosi variasi temperatur Heat Treatment dengan waktu pengkorosian antara 25 hari, 35 hari dan 45 hari pada baja SS 400. Berikut merupakan grafik distribusi laju korosi pada gambar 2 :



Gambar 2. Grafik Laju Korosi

Pada gambar 2 grafik laju korosi menjelaskan bahwa nilai laju korosi tertinggi selama 25 hari dan 35 hari terdapat pada temperatur 850 °C sedangkan dalam waktu 45 hari, temperatur yang memiliki laju korosi tertinggi berada pada spesimen NHT (*Non Heat Treatment*) dan untuk nilai laju korosi terendah pada Waktu perendaman 25 hari dan 35 hari terdapat pada temperatur 1100 °C sedangkan dalam waktu 45 hari terdapat pada temperatur 975 °C.



Gambar 2. Grafik Kehilangan Berat

Pada gambar 3 Grafik kehilangan berat membuktikan kehilangan berat semakin hari semakin meningkat pada baja SS 400 dan spesimen yang memiliki kehilangan berat paling sedikit adalah spesimen dengan temperatur *Heat Treatment* 975 °C dan 1100 °C sebesar 0,13 gram selama 25 hari, untuk waktu

perendaman 35 hari yaitu temperatur 975 °C sebesar 0,15 gram dan untuk 45 hari adalah 0,17 gram, sedangkan yang paling tinggi selama 25 hari dan 35 hari adalah temperatur 850 °C dengan kehilangan berat 0,15 gram dan 0,19 gram. Untuk waktu perendaman 45 hari spesimen *Non Heat Treatment* memiliki kehilangan berat tertinggi yaitu 0,28 gram.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan dengan variasi temperatur *Heat Treatment* dan waktu perendaman pada baja SS 400 terhadap laju korosi diketahui bahwa temperatur *Heat Treatment* dan waktu perendaman mempengaruhi kenaikan dan penurunan nilai laju korosi, Temperatur *Heat Treatment* yang memiliki laju korosi terendah selama 25 hari dan 35 hari terdapat pada temperatur 1100 °C senilai 0,003 mpy dan 0,0028 mpy dan kehilangan berat 0,13 gram dan 0,16 gram, untuk laju korosi tertinggi pada temperatur 850 °C senilai 0,0036 mpy dan 0,0032 mpy dengan kehilangan berat 0,15 gram dan 0,19 gram, sedangkan laju korosi terendah berada pada temperatur 975 °C selama 45 hari yaitu 0,0022 mpy dengan kehilangan berat 0,2 gram dan laju korosi tertinggi berada pada spesimen *non Heat treatment* selama 45 hari yaitu 0,0037 mpy dengan kehilangan berat 0,28 gram.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Saksono, "Ekonomi Biru: Solusi Pembangunan Daerah Berciri Kepulauan Studi Kasus Kabupaten Kepulauan Anambas," *J. Bina Praja*, vol. 05, no. 01, pp. 01–12, 2013.
- [2] D. Perdana, "Pengaruh Variasi Temperatur Pada Proses Perlakuan Panas Baja Aisi 304 Terhadap Laju Korosi," *Tek. Eng. Sains J.*, vol. 1, no. 1, p. 67, 2017.
- [3] A. F. Z. Hristo Anggigi, Untung Budiarto, "Analisa Pengaruh Temperatur Normalizing Pada Sambungan Las SMAW (Shielded Metal Arc Welding) Terhadap Kekuatan Tarik , Tekuk dan Mikrografi Baja Karbon Rendah," *J. Tek. Perkapalan*, vol. 7, no. 2, pp. 504–513, 2019.
- [4] R. Purnawati, S. Jokosisworo, and H. Yudo, "Pengaruh Salinitas Air Laut Terhadap Laju Korosi Baja SS 400 pada Kapal," *J. Tek. Perkapalan*, vol. 8, no. 2, pp. 421–430, 2020.
- [5] M. A. Sholikhin *et al.*, "Analisis Pengaruh Perlakuan Panas (*Heat Treatment*) Terhadap Laju Korosi Pada Material Baja Karbon

- Menengah Aisi 1045 Pada Air Laut,” vol. 9, no. 1, pp. 163–170, 2021.
- [6] M. F. Sidiq, “Analisa Korosi dan Pengendaliannya,” *Foundry*, vol. 3, no. 2, pp. 25–30, 2013.
 - [7] N. Julian, U. Budiarto, and B. Arswendo, “Analisi perbandingan kekuatan tarik pada sambungan las baja SS400 pengelasan MAG dengan variasi arus Pengelasan dan Media Pendingin Sebagai Material Lambung Kapal,” *Tek. Perkapalan*, vol. 7, no. 2, pp. 421–430, 2019.
 - [8] N. Nurlina, “Pengaruh Pengujian Hardening pada Baja Karbon Rendah Sebagai Solusi Peningkatan Kualitas Material,” *Qua Tek.*, vol. 8, no. 5, p. 55, 2019.
 - [9] A. Pramono, “Karakteristik Struktur Mikro Hasil Proses Hardening Baja Aisi 1045 Media Quenching Untuk Aplikasi Sprocket Rantai,” *Tek. J. Sains dan Teknol.*, vol. 7, no. 2, p. 115, 2011.
 - [10] K. J. Pattireuw, “Analisis Laju Korosi Pada Baja Karbon Dengan Menggunakan Air Laut Dan H₂So₄,” *Univ. Sam Ratulangi Manad.*, p. 10, 2013.