

ANALISA PENGARUH VARIASI TEMPERATUR DAN WAKTU TAHAN PADA PROSES HARDENING BAJA ST 41 TERHADAP LAJU KOROSI DENGAN MEDIA KOROSI AIR GARAM

Silvanus Langkarten, Edi santoso., ST.MT

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas teknik, universitas 17 agustus 1945 surabaya

Email : langkarten@gmail.com¹, edisantoso@untag-sby.ac.id²
Fatkhurrohman@untag-sby.ac.id³

Abstrak - korosi merupakan penurunan sifat suatu logam akibat reaksi kimia antara paduan logam atau logam dengan lingkungannya. Baja ST-41 mempunyai arti tensile strength atau tegangan tarik dengan 40 kg/mm². Garam (NaCl) tidak dikonsumsi pada proses elektro kimia, oleh karena itu untuk membuat konsentrasi elektrolit konstan perlu ditambahkan larutan garam, H₂O atau aquades. Data penelitian ini meliputi hasil Pengujian kehilangan berat setelah perlakuan panas dengan temperatur 875°C, 925°C, 975°C dengan pendinginan cepat menggunakan air tawar dan masing - masing perlakuan panas menggunakan variasi waktu penahan 10 menit, 15 menit dan 20 menit. Proses perlakuan panas dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi temperatur pada proses hardening pada baja ST 41. hal ini dilihat bahwa laju korosi yang terjadi pada spesimen tanpa perlakuan panas 0°C dengan perendaman larutan garam selama 15 hari didapatkan rata - rata laju korosi sebesar 0,9077 mm/y dan akan mengalami penurunan terus menerus, pada variasi temperatur 975°C holding time 10 menit dengan nilai laju korosinya sebesar 0,2669 mm/y. di perlakuan berikutnya dengan holding time 15 menit waktu perendaman 15 hari, spesimen tanpa perlakuan panas 0°C di dapatkan laju korosi 1,0212 mm/y dan mengalami penurunan laju korosi pada temperatur 975°C yaitu sebesar 0,2647 mm/y kemudian holding time 20 menit waktu perendaman 15 hari, spesimen tanpa perlakuan panas 0°C di dapatkan laju korosi 1,0212 mm/y dan mengalami penurunan laju korosi sampai temperatur 975°C sebesar 0,1512 mm/y. Proses hardening dengan variasi temperatur (875 °C, 925 °C, dan 975 °C) korosi air garam dapat menurunkan laju korosi pada baja ST 41 hasil terbaik pada temperatur 975°C dengan holding time 20 menit nilai laju korosinya adalah 0,1512 mm/y. holding time 10, 15, dan 20 menit perlakuan panas hardening dengan media quenching air tawar memberikan waktu karbon berdifusi sehingga menurunkan laju korosi pada baja ST 41.

Kata kunci: Baja ST 41, Perlakuan Panas, Temperatur, Waktu Tahan, Korosi.

Abstract - Corrosion is a decrease in the properties of a metal due to a chemical reaction between a metal alloy or metal and its environment. ST-41 steel has a tensile strength meaning of 40 kg/mm². Salt (NaCl) is not consumed in the electro-chemical process, therefore, to make the electrolyte concentration constant, it is necessary to add salt solution, H₂O or distilled water. The research data includes the results of the test after heat treatment at temperatures of 875°C, 925°C, 975°C with rapid cooling using fresh water and each heat treatment using a variation of holding time of 10 minutes, 15 minutes and 20 minutes. The heat treatment process was carried out to determine the effect of temperature variations on the hardening process on ST 41 steel. It can be seen that the corrosion rate that occurs in specimens without heat treatment at 0°C by immersing in salt solution for 15 days obtained an average corrosion rate of 0.9077 mm/y and will experience a continuous decrease, at a temperature variation of 975°C holding time 10 minutes with a corrosion rate value of 0.2669 mm/y. in the next treatment with a holding time of 15 minutes, immersion time of 15 days, specimens without heat treatment at 0°C obtained a corrosion rate of 1.0212 mm/y and decreased the corrosion rate at a temperature of 975°C which was 0.2647 mm/y then holding time 20 minutes immersion time 15 days, specimens without heat treatment 0°C obtained a corrosion rate of 1.0212 mm/y and decreased the corrosion rate to a temperature of 975°C of 0.1512 mm/y. Hardening process with variations in temperature (875 °C, 925 °C, and 975 °C) salt water corrosion can reduce the corrosion rate of ST 41 steel the best results are at a temperature of 975°C with a holding time of 20 minutes the value of the corrosion rate is 0.1512 mm /y. holding time of 10, 15, and 20 minutes hardening heat treatment with fresh water quenching media provided time for carbon to diffuse thereby reducing the corrosion rate of ST 41 steel.

keywords: St 41 steel, Heat Treatment, Temperature, Holding Time, Corrosion.

I. PENDAHULUAN

Baja adalah material yang banyak digunakan dalam kegiatan bagian perindustrian pada kondisi operasi atau penggunaannya, baja sudah diketahui memiliki sifat mekanika tertentu seperti kekerasan. Sifat mekanika tersebut dapat diperbaiki dengan melakukan beberapa proses perlakuan salah satunya yaitu perlakuan mekanik atau perlakuan panas (*Heat Treatment*). Baja karbon rendah banyak digunakan pada bagian – bagian mesin seperti : gear, rantai, skrup dan poros, dan lain – lain.

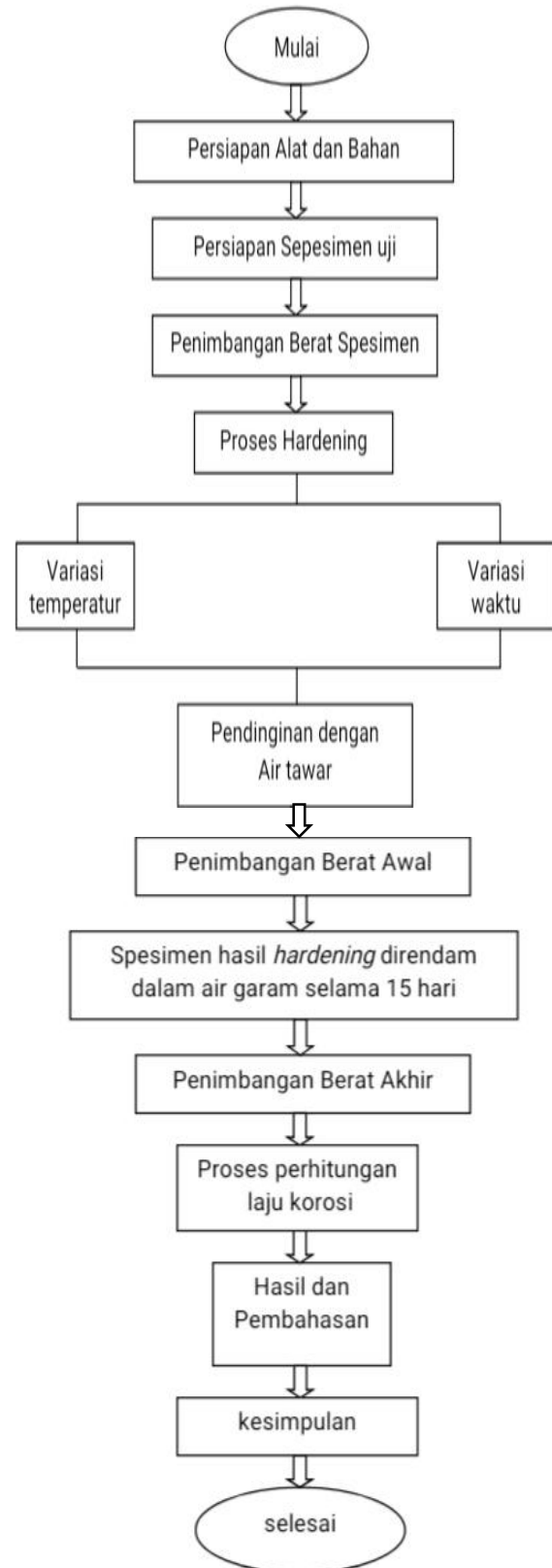
Baja ST 41 merupakan baja karbon rendah sehingga memiliki sifat mekanis terutama kekerasan dan keuletan kurang sesuai dengan kebutuhan yang ada. dalam pembuatan palu menggunakan material baja ST 41 ini mudah melebar atau melar ketika digunakan karena material baja yang dipakai kurang keras. Sehingga untuk merubah sifat fisik material tersebut maka dilakukan *proses perlakuan panas hardening* agar bisa menghasilkan kekerasan yang diinginkan. Proses pengerasan atau *hardening* adalah suatu proses perlakuan panas yang dilakukan untuk mendapatkan suatu benda kerja yang keras, proses ini dilakukan pada temperatur tinggi yaitu pada temperatur *austenisasi* yang digunakan untuk melarutkan *sementit* dalam *austenisasi* yang lalu di *quenching*.

Pada proses *hardening* dibutuhkan temperatur dan holding time yang tepat agar mendapatkan material yang keras dan tidak getas. laju pendinginan terhadap sifat mekanis baja sangat berpengaruh yang mana dalam tiap penurunan panas yang cepat akan membuat unsur – unsur kekerasan pada baja menjadi *martensip*, baja termasuk logam paduan yang mempunyai unsur dasar besi karbon dan lainnya, sifat baja sangatlah berpengaruh pada kadar karbon yang memiliki yang mana karbon itu sendiri adalah salah satu unsur terpenting karena mampu meningkatkan kekerasan baja itu sendiri. (Muhammad irham Hawari ddk, 2020).

Secara umum yang dimaksud perlakuan panas atau sering disebut *heat treatment* adalah proses memanaskan logam pada suhu tertentu dengan kecepatan pemanasan tertentu, kemudian didiamkan dalam jangka waktu tertentu dan didinginkan kembali dengan perubahan kecepatan pendinginan tertentu dengan media udara atau cair, seperti oli dan air (Media Novri, 2017).

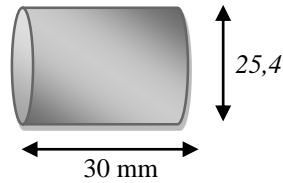
Pada penelitian ini dalam pengaplikasian baja karbon menjadi salah satu struktur material bangunan ketel uap, seperti diketahui bahwa dibangun Ketel uap merupakan lingkungan yang dapat terkorosif dan akan cepat bereaksi dengan logam apa bila terjadi kontak secara langsung dengan air. Pada penelitian ini akan dibahas tentang “analisa pengaruh variasi temperatur dan waktu tahan pada proses hardening baja st 41 terhadap laju korosi dengan media korosi air garam”.

II. METODE PENELITIAN



Bahan atau spesimen uji menggunakan baja ST 41
 Dapat dilihat pada gambar di bawah ini dengan ukuran:

- a. Spesimen
 Panjang : 30 mm
 Diameter : 25,4 mm



Gambar Material Spesimen (Media Nofri 2017)

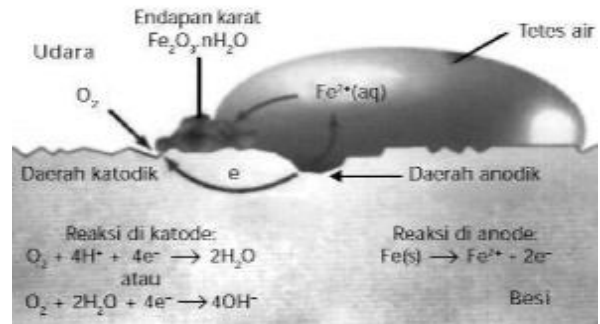
Proses perlakuan panas (Heat Treatment)
 Sebelum spesimen dimasukkan ke dalam tungku pemanasan dilakukan penimbangan berat spesimen. Masukkan 3 buah spesimen ke dalam tungku pemanasan pada setiap variasi temperatur. Panaskan tungku pemanasan pada temperatur 875 °C, 925 °C, dan 975 °C secara bergantian dengan waktu tahan yang sudah ditentukan. Tahan temperatur dan lakukan proses *holding time*, lama tahan proses *holding time* 10, 15 dan 20 menit. Di setiap variasi *holding time* membutuhkan 3 buah spesimen.

	10 m	15 m	20 m
875 °C	875 °C 10 m (3 spesimen)	875 °C 15 m (3 spesimen)	875 °C 20 m (3 spesimen)
925 °C	925 °C 10 m (3 spesimen)	925 °C 15 m (3 spesimen)	925 °C 20 m (3 spesimen)
975 °C	975 °C 10 m (3 spesimen)	975 °C 15 m (3 spesimen)	975 °C 20 m (3 spesime)

proses pendinginan (quenching)

Mekanisme terjadinya korosi

Mekanisme terjadinya korosi secara umum yang terjadi dalam suatu larutan diawali dari logam yang teroksidasi dan melepaskan elektron untuk membentuk ION logam yang bermuatan positif. Larutan berikutnya akan bertindak sebagai katoda dan reaksi yang umum terjadi adalah pelepasan H₂ dan reduksi O₂, akibat ion H⁺ dan H₂O yang tereduksi. Reaksi ini terjadi di permukaan logam yang akan mengakibatkan pengelupasan karena pelarutan logam ke dalam larutan secara berulang – ulang. (Nurdin, ddk, 1998).

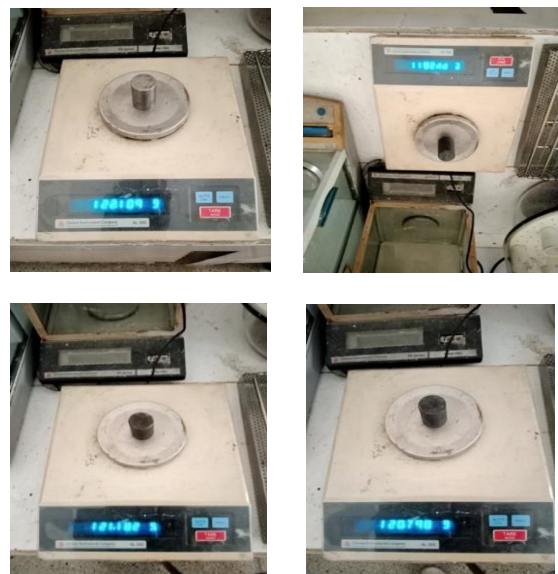


Mekanisme Terjadinya Korosi (Putrandi, 2017)

Setelah dilakukan *holding time* spesimen akan dilanjutkan dengan proses pendinginan cepat dengan menggunakan air tawar. Untuk prosesnya dapat ditunjukkan pada tabel di bawah ini. Pengorosan sebelum di korosi spesimen dibersihkan terlebih dahulu kemudian ditimbang dan mencatat berat awal. Lalu memasukkan spesimen yang telah ditimbang ke dalam wadah yang berisi 500 ml air garam. Kemudian menunggu waktu pengorosan selama 15 hari. Setelah 15 hari di korosi spesimen diambil dari dalam wadah. Selanjutnya dibersihkan menggunakan air dengan cara digosok dengan kain kemudian dimasukkan ke dalam oven selama 24 jam kemudian menimbang berat spesimen yang telah terkorosi dan mencatat hasilnya. Akan bertindak sebagai katoda dengan reaksi yang umum terjadi adalah pelepasan H₂ dan reduksi O₂, akibat ion H⁺ dan H₂O yang tereduksi. Reaksi ini terjadi di permukaan logam yang akan terjadinya pengelupasan disebabkan pelarutan logam ke dalam larutan secara berulang – ulang. (Nurdin, ddk, 1998).

Analisa Data dan Hasil Pengujian Weight Loss

Metode kehilangan berat



Penimbangan Berat Awal Spesimen

sebelum pengorosan Pada penelitian ini perhitungan laju korosi menggunakan metode kehilangan berat (weight Loss). Sebelum menghitung laju korosi, terlebih dahulu dilakukan penimbangan berat awal specimen. Yaitu sebelum dilakukan perendaman (w_1) dan penimbangan berat akhir specimen setelah dilakukan perendaman (w_2) pada setiap variable. Untuk penimbangan berat akhir specimen dilakukan pada hari ke- 15 pada setiap variasi temperatur. Adapun semua hasil data dari pengujian kehilangan berat yang dihasilkan pada saat pengambilan data bisa dilihat pada tabel berikut ini.

Data kehilangan berat variasi temperatur dengan waktu holding time 10 menit

Temperatur	waktu perendaman (hari)	W_1 (gram)	W_2 (gram)	ΔW (gram)
0°C	15	119,105	119,023	0.08
	15	117,040	116,980	0.06
	15	117,768	117,710	0.05
875°C	15	117,918	117,853	0.06
	15	119,721	119,670	0.05
	15	119,924	119,880	0.04
925°C	15	118,995	118,960	0.03
	15	115,871	115,857	0.01
	15	115,794	115,761	0.03
975°C	15	115,227	115,199	0.02

Data kehilangan berat variasi temperatur dengan waktu holding time 15 menit

Temperatur	waktu perendaman (hari)	W_1 (gram)	W_2 (gram)	ΔW (gram)
0°C	15	118,109	118,013	0.09
	15	118,603	118,510	0.09
	15	119,076	118,992	0.08
875°C	15	118,995	118,935	0.06
	15	119,828	119,752	0.07
	15	121,182	121,138	0.04
925°C	15	120,828	120,760	0.06
	15	116,655	116,635	0.02
	15	115,918	115,879	0.03
975°C	15	118,800	118,780	0.02

Data kehilangan berat variasi temperatur dengan waktu holding time 20 menit

Temperatur	waktu perendaman (hari)	W_1 (gram)	W_2 (gram)	ΔW (gram)
0°C	15	118,995	118,899	0.09
	15	120,310	120,236	0.07
	15	118,164	118,073	0.09
875°C	15	117,563	117,474	0.08
	15	120,152	120,068	0.08
	15	118,003	117,924	0.07
925°C	15	120,747	120,683	0.06
	15	114,087	114,060	0.02
	15	114,165	114,153	0.01
975°C	15	116,441	116,429	0.01

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

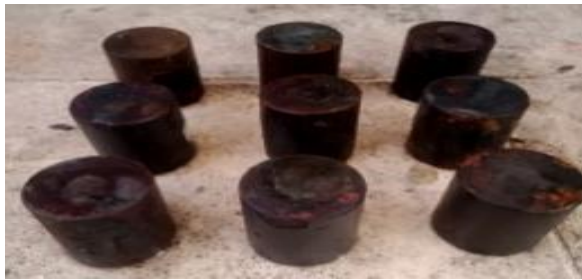
Data penelitian ini meliputi hasil Pengujian weigh loss kehilangan berat berat sesudah perlakuan panas hardening dengan temperatur 875°C, 925°C, 975°C dengan laju pendinginan cepat menggunakan air tawar dan masing - masing perlakuan panas *hardening* menggunakan variasi waktu penahan 10 menit, 15 menit dan 20 menit serta specimen pada penelitian ini menggunakan material baja ST. Pada gambar (A) Hasil Pengujian perlakuan panas specimen uji dengan holding time 10 menit. Pada gambar dibawah ini Hasil proses perlakuan panas specimen ST 41 dengan temperatur 875°C, 925°C, 975°C menggunakan media pendingin air tawar dengan holding time 10 menit dan perendaman selama 15 hari.



(A)

Pada gambar (B) Hasil Pengujian perlakuan panas specimen uji dengan holding time 15 menit. Pada gambar dibawah ini hasil proses perlakuan panas specimen ST 41 dengan temperatur 875°C, 925°C, 975°C menggunakan media pendingin air tawar

dengan holding time 15 menit dan preindaman selama 15 hari.



(B)

Pada gambar (C) Hasil Pengujian perlakuan panas spesimen ujdengan spesimen uji 20 menit. Pada gambar dibawah ini Hasil proses perlakuan panas spesimen ST 41 dengan temperatur 875°C, 925°C, 975°C, menggunakan media pendingin air tawar dengan holding time 20 menit dan preindaman selama 15 hari.



(C)

Data perhitungan laju korosi variasi temperatur dengan waktu holding time 10 menit

Heat Treatment		Lama Perendaman		Kehilangan berat (gram)	Laju korosi (mm/y)
Kode	Temperatur	Jam	Hari		
D1	0°C	360	15	0,09	1,0212
<i>Laju korosi tanpa perlakuan panas = 1,0212</i>					
A1	875 °C	360	15	0,09	1,0212
A2	875 °C	360	15	0,08	0,9077
A3	875 °C	360	15	0,08	0,6808
<i>rata-rata laju korosi variasi temperatur 925 °C = 0.8699</i>					
B1	925 °C	360	15	0,07	0,7942
B2	925 °C	360	15	0,04	0,4538
B3	925 °C	360	15	0,06	0,6808
<i>rata-rata laju korosi variasi temperatur 975°C = 0.6429</i>					
C1	975 °C	360	15	0,02	0,2269
C2	975 °C	360	15	0,03	0,3404
C3	975 °C	360	15	0,01	0,2269
<i>rata-rata laju korosi variasi temperature 975°C = 0.2647</i>					

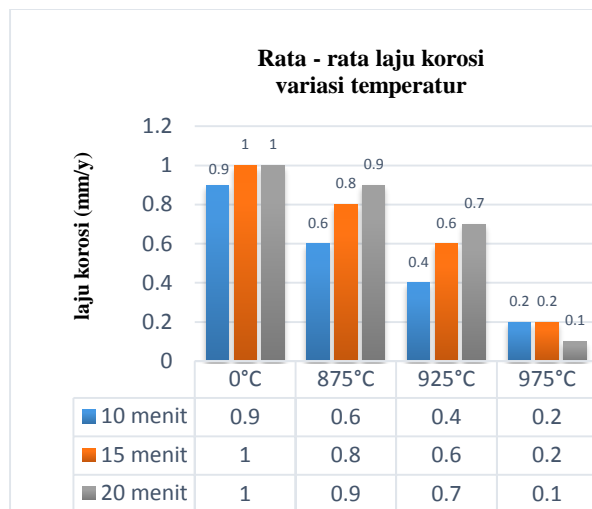
Data perhitungan laju korosi variasi temperatur dengan waktu holding time 15 menit

Heat Treatment		Lama Perendaman		Kehilangan berat (gram)	Laju korosi (mm/y)
Kode	Temperatur	Jam	Hari		
D1	0°C	360	15	0,08	0,9070
<i>laju korosi tanpa perlakuan panas = 0,9070</i>					
A1	875 °C	360	15	0,06	0,6808
A2	875 °C	360	15	0,05	0,5673
A3	875 °C	360	15	0,06	0,6808
<i>rata-rata laju korosi variasi temperatur 925 °C = 0.6429</i>					
B1	925 °C	360	15	0,05	0,5673
B2	925 °C	360	15	0,04	0,4538
B3	925 °C	360	15	0,03	0,3404
<i>rata-rata laju korosi variasi temperatur 975°C = 0.4537</i>					
C1	975 °C	360	15	0,01	0,1134
C2	975 °C	360	15	0,03	0,3404
C3	975 °C	360	15	0,02	0,2269
<i>rata-rata laju korosi variasi temperature 975°C = 0.2269</i>					

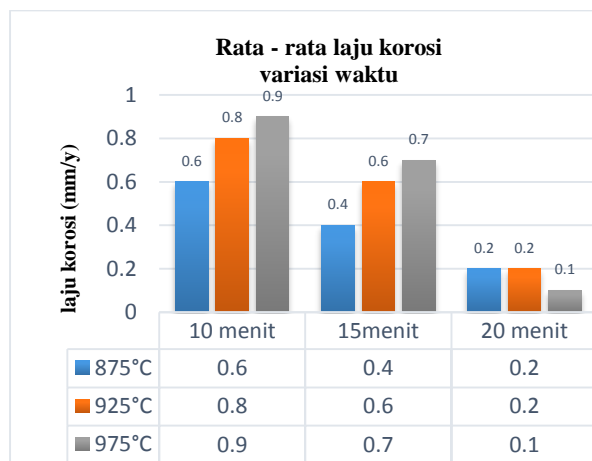
Data perhitungan laju korosi variasi temperatur dengan Waktu holding time 20 menit

Heat Treatment		Lama Perendaman		Kehilangan berat (gram)	Laju korosi (mm/y)
Kode	Temperatur	Jam	Hari		
D1	0°C	360	15	0,09	1.0212
<i>laju korosi tanpa perlakuan panas = 1.0212</i>					
A1	875 °C	360	15	0,07	0.7943
A2	875 °C	360	15	0,09	1.0212
A3	875 °C	360	15	0,08	0,9077
<i>rata-rata laju korosi variasi temperatur 925 °C = 0.9077</i>					
B1	925 °C	360	15	0,08	0,9077
B2	925 °C	360	15	0,07	0.7943
B3	925 °C	360	15	0,06	0,6808
<i>rata-rata laju korosi variasi temperatur 975°C = 0.7942</i>					
C1	975 °C	360	15	0,02	0,2269
C2	975 °C	360	15	0,01	0.1134
C3	975 °C	360	15	0,01	0.1134
<i>rata-rata laju korosi variasi temperature 975°C = 0.1512</i>					

Berikut ini adalah grafik yang menjelaskan tentang nilai rata-rata laju korosi pengaruh perlakuan panas dengan variasi temperatur 875°C, 925°C dan 975°C holding time 10 menit, 15 menit dan 20 menit serta waktu perendaman dengan media air garam dan lama proses perendaman selama 15 hari, dapat di lihat pada gambar dibawah ini.



(A)



(B)

Berdasarkan grafik pada gambar grafik diatas dapat disimpulkan bahwa perlakuan panas terutama pada temperatur dan holding time memberikan pengaruh terhadap nilai laju korosi baja ST – 41 hal tersebut dilihat bahwa laju korosi yang terjadi pada spesimen tanpa perlakuan panas 0°C dengan perendaman larutan garam selama 15 hari didapatkan rata – rata laju korosi sebesar 0,9077 mm/y dan akan mengalami penurunan nilai laju korosinya terus menerus, hal ini dapat di buktikan dengan grafik yang terus menurun dan nilai laju korosi terendah terjadi pada variasi temperatur 975°C holding time 10 menit dengan nilai laju korosinya sebesar 0,2669 mm/y. begitu juga di perlakuan berikutnya dengan holding time 15 menit waktu perendaman 15 hari, spesimen tanpa perlakuan panas 0°C di dapatkan laju korosi 1,0212 mm/y dan

mengalami penurunan laju korosi sampai temperatur 975°C yaitu rata – rata laju korosi sebesar 0,2647 mm/y kemudian di perlakuan berikutnya dengan holding time 20 menit waktu perendaman 15 hari, spesimen tanpa perlakuan panas 0°C di dapatkan laju korosi 1,0212 mm/y dan mengalami penurunan laju korosi sampai temperatur 975°C yaitu sebesar 0,1512 mm/y. Dapat diperoleh bahwa laju korosi terendah adalah pada temperatur 975°C, dapat dilihat dari awal waktu perlakuan dan perendaman spesimen dengan waktu holding time 10, 15 dan 20 menit dengan waktu perendaman selama 15 hari, laju korosi yang terjadi memiliki nilai yang lebih kecil dibandingkan spesimen tanpa perlakuan panas 0°C dengan spesimen perlakuan panas pada temperatur 875°C, 925°C. Pada proses perlakuan panas *hardening* spesimen mengalami kejutan sehingga proses difusi tidak berlangsung hanya terjadi perubahan struktur jaringan kristal. Karena proses pendinginan berlangsung sangat cepat maka menimbulkan tegangan pada spesimen benda uji bersifat keras dan rapuh. Penurunan laju korosi disebabkan pasivasi karena terbentuknya senyawa oksida pada permukaan logam untuk mencegah terjadinya korosi lebih lanjut (Gurun AP. Ayu SA, Dita Rahmayanti, 2015).

Proses Perlakuan panas *hardening* variasi temperatur dengan pendinginan air tawar dan media perendaman larutan garam selama 15 hari dapat menurunkan laju korosi baja ST-41. Proses ini bermaksud untuk memperbaiki kekerasan pada baja tanpa harus mengubah komposisi kimia secara keseluruhan. Proses ini merupakan proses pemanasan sampai pada austenisasi dan diikuti oleh pendinginan dengan kecepatan tertentu agar memperoleh sifat-sifat yang diinginkan (Pramono 2011).

Transformasi berlangsung pada kecepatan sangat cepat, mendekati orde kecepatan suara, sehingga tidak akan dapat terjadinya proses difusi karbon. Transformasi martensite diklasifikasikan untuk proses transformasi tanpa difusi yang tidak tergantung waktu (*diffusionless time independent transformation*). Martensit yang terbentuk berbentuk seperti jarum yang bersifat sangat keras (*hard*) dan getas (*brittle*). Fasa martensit merupakan fasa meta stabil yang akan membentuk fasa yang lebih stabil apabila dilakukan proses perlakuan panas. Martensit yang keras dan getas dapat terjadi karena proses transformasi secara mekanik (geser) pengaruh adanya atom karbon yang terperangkap pada struktur kristal pada saat terjadi transformasi polimorfi dari FCC ke BCC.

Hal ini dapat diketahui dengan membandingkan batas kelarutan atom karbon di dalam FCC dan BCC serta ruang intertisi maksimum pada kedua struktur kristal tersebut. Disebabkan karena terjadi distorsi kisi kristal BCC menjadi BCT atau (*body centered tetragonal*). Distorsi kisi pengaruh transformasi pada proses pendinginan dengan cepat tersebut berbanding lurus dengan jumlah atom karbon terlarut (Karmin dan Ginting, 2012).

Holding time dilakukan untuk menghasilkan kekerasan maksimum dari suatu bahan pada proses *hardening* dengan menahan pada temperatur pengerasan untuk mendapatkan pemanasan yang homogen sehingga struktur *austenitnya* homogen atau terjadi kelarutan karbida ke dalam *austenite*, difusi karbon dan unsur paduannya.

Quenching adalah proses pengerjaan logam dengan pendinginan secara cepat. Sehingga dengan menggunakan proses quenching akan mencegah adanya proses yang akan terjadi pada pendinginan lambat seperti pertumbuhan butir. Secara umum, quenching akan mengakibatkan menurunnya ukuran butir dan terjadinya peningkatan nilai kekerasan pada suatu paduan logam. Laju quenching tergantung pada beberapa jenis baja waktu tahan (menit) Baja karbon dan baja paduan 10-15 Baja paduan menengah 15-25 Low alloy tool stell 10-30 high alloy chrome stell 10-60 Hot-work tool stell 15-30 26 faktor yaitu medium, panas spesifik, panas pada penguapan, konduktivitas termal medium, viskositas, dan agitasi (aliran media pendingin). Kecepatan pendinginan dengan air lebih besar pendinginannya di bandingkan dengan pendinginan dengan oli, sedangkan pendingin dengan udara memiliki kecepatan yang paling kecil (Syaefudin, 2001).

IV. PENUTUP

Kesimpulan :

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Proses perlakuan panas *hardening* dengan variasi temperatur (875 °C, 925 °C, dan 975 °C) dengan media korosi air garam dapat menurunkan laju korosi pada baja ST 41 dan didapatkan hasil terbaik pada temperatur 975°C dengan holding time 20 menit nilai laju korosinya adalah 0,1512 mm/y.
2. Waktu tahan *holding time* (10, 15, dan 20 menit) dalam perlakuan panas *hardening* dengan media *quenching* air tawar memberikan waktu karbon berdifusi sehingga dapat menurunkan laju korosi pada baja ST 41.

Saran :

Dari hasil penelitian ini dapat disarankan agar pada penelitian selanjutnya akan menjadi lebih sempurna.

1. Proses perlakuan panasnya menggunakan variasi lain dan *holding time* yang lebih bervariasi.
2. Media pendingin menggunakan media yang lain.
3. Dengan melakukan metode pengujian yang lain.

V. REFERENSI

- [1] Lillah, Husni Atok (2020) *Pengaruh Variasi Waktu Hardening Terhadap Laju Korosi Pada Baja AISI 1045 Dengan Media Air Tawar*, Undergraduate (S1) Thesis, Universitas Muhammadiyah Malang.
- [2] Maula Navy, Djoko Sulistiyono, Ichlas Wahid. *Jurnal Teknik Mesin. Vol 7.2021. ISSN:2460-3693 (E). Analisa Pengaruh Preheating Terhadap Hasil Pengelasan SMAW Pada ASTM A53 Dengan Variasi Temperatur Dan Waktu Dengan Pengujian Kekerasan Dan Struktur Mikro Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.*
- [3] Machinery, *Jurnal Teknologi Terapan. Vol. 1 No. 1, Agustus 2020.*
[Http://Dx.Doi.Org/10.5281/Zenodo.4540916](http://Dx.Doi.Org/10.5281/Zenodo.4540916)
- [4] Nanda Aden, Ahmad Fauzan Zakki, Good Rindo. *Jurnal Hasil Karya Ilmiah Lulusan S1 Teknik Perkapalan Vol.5, No.4 Oktober 2017.* Universitas Diponegoro
[Http://Ejournal3.Undip.Ac.Id/Indeks.Php/Naval/](http://Ejournal3.Undip.Ac.Id/Indeks.Php/Naval/)
- [5] Ksoffarifah, Muhrijal. 2019. *Pengaruh Variasi Beda Temperatur Terhadap Sifat Kekerasan Baja St 41.* Undergraduate Thesis, Universitas Muhammadiyah Jember
[Http://Repository.Unmuhjember.Ac.Id/Id/Eprint/7268.](http://Repository.Unmuhjember.Ac.Id/Id/Eprint/7268)
- [6] Gurun AP. Ayu SA, Dita Rahmayanti, Dan N. E. (2015). Perhitungan Laju Korosi Di Dalam Larutan Air Laut Dan Air Garam 3% Pada Paku Dan Besi Astm A36. In Gravity : Jurnal Ilmiah Penelitian Dan Pembelajaran Fisika (Vol.1, Issue1). [https://Jurnal.Untirta.Ac.Id/Index.Php/Gravity/Article/View/2489.](https://Jurnal.Untirta.Ac.Id/Index.Php/Gravity/Article/View/2489)
- [7] Andi Tri Widyanto, 2020. *Pengaruh Variasi Waktu Inhibisi Media Asam Terhadap Laju Korosi Dan Sifat Mekanik Baja St 41 Dengan Inhibitor Ekstrak Kacang Kedelai.* Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
- [8] Nadia Nofri, Acing Taryana, 2017. *Analisis Sifat Mekanik Baja SKD 61 Dengan Baja ST 41 Dilakukan Hardening Dengan Variasi Temperatur.* Program Studi Teknik Mesin, Institut Sains Dan Teknologi Nasional, Jakarta Selatan.
- [9] Dodi Prayitno, Paskaha Putra Indayanto, 2021. *Pengaruh Hardening Terhadap Korosi Pada*

Baja S45C.Jurusan Teknik Mesin Fakultas
Teknologi Industry Universitas Trisakti.

- [10] Yuda Maulana Putra, Kornea Hastuti, 2021. *Pengaruh Komposisi Bio Inpibitot Ektra Daun Ketapang (Terminalia Catappa) Pada Laju Korosi Baja ASTM A36 Dalam Media Air Garam*. Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau.
- [11] Sumarji, 2012. *Evaluasi Korosi Baja Karbon Rendah ASTM A36 Pada Lingkungan Atmosferik Di Kabupaten Jember*. Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.
- [12] Laili Mei Ari Putrid, Trapsilo Prihandono, Bambang Supriadi, 2017. *Pengaruh Kosentrasi Larutan Terhadap Laju Kenaikan Suhu Larutan*.Program Study Pendidikan Fisika FKIP Universitas Jember.
- [13] Muhammad Irham Hawari, Tri Widagdo, Soegeng W,2020. *Pengaruh Temperature Dan Holding Time Pada Proses Hardening Dengan Media Pendinginan Air Kelapa Tua Terhadap Kekerasan Baja JIS S45C*, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Sriwijaya.

