

## ANALISIS LAJU KOROSI PADA BAJA ST 37 AKIBAT PERLAKUAN PANAS BERTINGKAT

Ceslaus Ona Toda, Elisa Sulistyorini,  
Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Email :Cheztoda@gmail.com, Elisasulistyorini@untag-sby.ac.id

### ABSTRAK

Baja ST 37 termasuk baja karbon rendah karena kandungan karbonnya kurang dari 0,3%. Oleh karena itu perlu dilakukan penyelidikan lebih lanjut terhadap korosi baja ST 37. Metode penelitian ini merupakan metode eksperimen yang menggunakan variasi perlakuan panas bertingkat, yang terdiri dari hardening dengan suhu 840<sup>0</sup>C tahan 15 menit didinginkan dengan Oli SAE 40, normalizing dengan suhu 845<sup>0</sup>C tahan 15 menit didinginkan menggunakan udara, full anealing dengan suhu 850<sup>0</sup>C tahan 15 menit didinginkan perlahan dalam dapur pemanas, austempering dengan suhu 875<sup>0</sup>C tahan 15 menit Setelah Mendapatkan hasil kemudian dihitung Laju korosi (mpy) dengan metode penurunan berat (weight loss) dari hasil analisa yang ada diketahui bahwa yang paling baik adalah perlakuan panas fullannealing yang dapat mengurangi laju korosi pada baja ST 37. **Kata Kunci** : *laju korosi, baja karbon, perlakuan panas bertingkat, kehilangan berat.*

### ABSTRACT

ST 37 steel is a low carbon steel because it has a carbon content of less than 0.3%. Therefore, it is necessary to carry out further investigation of the corrosion of ST 37 steel, with temperature 840C hold 15 minutes cooled with SAE 40 oil, normalizing with temperature 845C hold 15 minutes cooled using air, full annealing with temperature 850C hold 15 minutes cool slowly in a furnace, austempering with temperature 875C hold 15 minutes After Obtaining Results then calculate the corrosion rate (mpy) using the weight loss method from the calculation results it is known that full annealing heat treatment is the best in reducing the corrosion rate of ST 37 steel plate.

**Keywords:** *corrosion rate, carbon steel, multilevel heat treatment, weight los*

### PENDAHULUAN

Pesatnya kemajuan teknologi di era saat ini, maka sangat banyak baja yang digunakan dalam konstruksi. Besi dan baja tetap menjadi bahan bangunan utama untuk kapal hingga saat ini. Akan tetapi, karena reaktivitasnya yang tinggi dan kecenderungannya menimbulkan korosi saat terkena air laut. Korosi pada dasarnya adalah pelepasan elektron dari logam (besi atau baja) dalam larutan elektrolit, dan terjadi pada kapal (air laut). yang sering saat ini terjadi, besi hidroksida akan terbentuk ketika atom logam bermuatan positif (Fe<sup>+3</sup>) bereaksi dengan ion hidroksil (OH<sup>-</sup>) (Maqassary, 2015). Korosi juga disebut turunnya mutu suatu logam yang diakibatkan oleh reaksi elektrokimia logam dan lingkungan sekitar ketika

## ANALISIS LAJU KOROSI PADA BAJA ST 37 AKIBAT PERLAKUAN...

bahan diperoleh dari alam dan diproses, (Trethewey, 1991). korosi juga bisa dilihat sebagai kejadian alami pada suatu bahan dan sebagai proses mengembalikan suatu bahan ke keadaan semula (Supriyanto, 2007). Meskipun laju korosi itu sendiri di lingkungan netral sering kali 1 mpy atau kurang, hal ini terkait erat dengan laju korosi material. Korosi dipengaruhi oleh dua faktor yaitu yang dari lingkungan dan dari material itu sendiri juga dari komponen yang terdapat dalam bahan, strukturnya, bentuk kristalnya, komposisinya, cara pencampurannya, dan kemurniannya hanyalah beberapa contoh aspek yang mempengaruhi bahan tersebut. Jumlah polusi udara, suhu, kelembaban, dan keberadaan zat korosif juga faktor lingkungan. (Priyotomo, 2008). Tujuan dari dilakukan proses perlakuan panas adalah, agar dapat memperoleh kekerasan, lunak, ulet dari bahan yang diolah, kemampuan baja juga dapat meningkat dan menghilangkan tegangan sisa. Pada kenyataannya, perlakuan panas tidak hanya membantu sifat manufaktur akan tetapi dapat juga meningkatkan kinerja material dengan meningkatkan kekuatan material atau struktur logam lainnya. Akibatnya, prosedur pemanasan dan metode pengerasan harus digunakan dengan suhu 840<sup>0</sup>C tahan 15 menit didinginkan dengan air, normalizing dengan suhu 845<sup>0</sup>C tahan 15 menit didinginkan menggunakan udara, full anealing dengan suhu 850<sup>0</sup>C tahan 15 menit didinginkan perlahan dalam dapur pemanas, austempering dengan suhu 875<sup>0</sup>C tahan 15 menit selanjutnya material dikeluarkan dan didinginkan di dalam salt bath dengan suhu 300<sup>0</sup>C dan ditahan selama 60 menit selanjutnya dikeluarkan dan didinginkan menggunakan udara. tujuan dilakukannya perlakuan panas agar kekerasan dan keausan dapat meningkat.

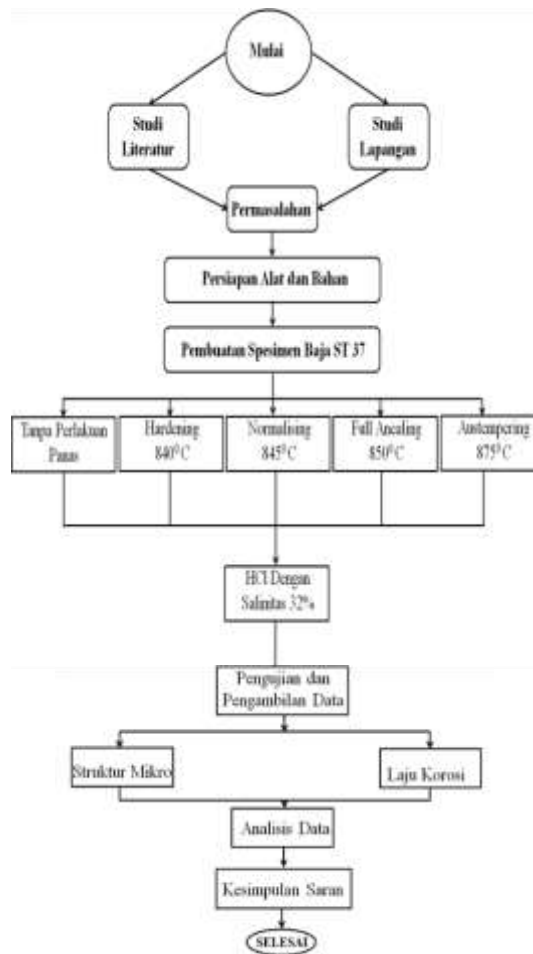
### **PROSEDUR EKSPERIMEN**

#### *Proses Perlakuan Panas*

Proses perlakuan panas dimulai dengan pembuatan spesimen baja ST 37 dengan menggunakan plat baja yang dipotong menggunakan gerinda hingga berbentuk plat dan memiliki ukuran 5 x 5 cm serta tebal 3 mm selanjutnya spesimen siap di uji laju korosinya.

*Pengujian* Pengujian yang dilakukan yaitu dengan melakukan proses pemanasan metode hardening dengan suhu 840<sup>0</sup>C tahan 15 menit didinginkan dengan air, normalizing dengan suhu 845<sup>0</sup>C tahan 15 menit didinginkan menggunakan udara, full anealing dengan suhu 850<sup>0</sup>C tahan 15 menit didinginkan perlahan dalam dapur pemanas, austempering dengan suhu 875<sup>0</sup>C tahan 15 menit selanjutnya material dikeluarkan dan didinginkan di dalam salt bath dengan suhu 300<sup>0</sup>C dan ditahan selama 60 menit selanjutnya dikeluarkan dan didinginkan menggunakan udara.

Gambar 1. Skema pengujian perlakuan panas



### *Pengujian struktur mikro*

Uji struktur digunakan untuk mengamati struktur, preparasi sampel sama dengan uji kekerasan yaitu. bagian atas dan bawah harus halus dan mengkilap. Untuk mengetahui struktur mikro menggunakan mikroskop Pengamatan struktur mikro bahan sampel uji dilakukan dengan menggunakan mikroskop optik. Dengan melakukan pengujian perbesaran 500 kali dan 1000 kali. Tujuannya agar dapat mengetahui struktur mikro dari bahan sampel uji sebelum diuji dan sesudah diuji korosi pada larutan HCL dengan tingkat salinitas 32%.

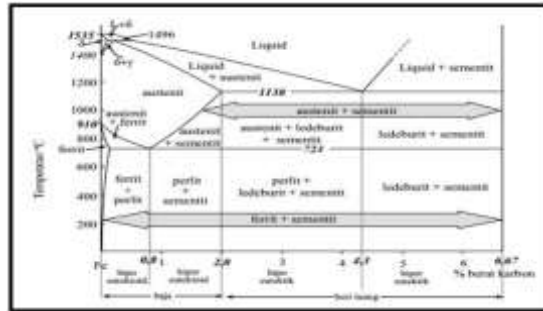
### *Diagram Fasa Fe-Fe<sub>3</sub>C*

Sistem diagram fase besi-karbon dapat dibagi menjadi dua kategori: diagram fase metastabil (Fe - Fe<sub>3</sub>C) diagram fase stabil (Fe - Grafit) dan besi cor kelabu dibaca menggunakan diagram fase Fe - Grafit, sedangkan besi cor putih (dan baja) dibaca menggunakan diagram

## ANALISIS LAJU KOROSI PADA BAJA ST 37 AKIBAT PERLAKUAN...

fase Fe - Fe<sub>3</sub>C, diketahui untuk menentukan jenis baja dengan kandungan karbon apa yang akan mengalami transisi atau perubahan bentuk. dari diagram fase Fe-Fe<sub>3</sub>C, besi karbida (*sementit*) dan larutan padat (*austenit*) dapat bergabung membentuk campuran eutektik (*ledeburit*) dengan kandungan karbon sekitar 4,3% (reaksi eutektik berlangsung pada suhu sekitar 1130°C), dan dengan larutan padat (*ferit*), larutan larutan dapat bergabung membentuk campuran eutektoid (*perlit*) (reaksi eutektoid terjadi pada suhu sekitar 723°C). Ferrite dan cementite lama-lama bergantian dalam struktur perlit

**Gambar Diagram Fase Besi-Karbon**



Sumber: Diktat jurusan Teknik Material dan Metalurgi ITS

### **Struktur Mikro Baja**

#### *Ferite*

Ferit adalah larutan karbon padat berstruktur kristal BCC (Body Centered Cubic). Ferit memiliki karakteristik stabil di bawah 98°C, tidak bisa dikeraskan karena konsentrasi karbonnya rendah, memiliki kandungan karbon maksimum 0,0255, dan mempunyai kekerasan 60-100 HBN.

#### *Austenite.*

Austenit adalah larutan karbon padat dengan struktur kristal FCC austenit. sifatnya antara lain stabil pada 1350°C, dapat dikeraskan, dapat ditempa,serta memiliki volume spesifik yang rendah jika dibandingkan dengan struktur mikro lainnya, juga emiliki kekerasan sebesar 170-200 HBN.

#### *Cementit.*

Senyawa Besi dan 6,67% karbon membentuk sementit, juga dikenal sebagai karbida. kerapuhan magnetik, karakteristik stabil di bawah 150°C.

#### *Martensite.*

Saat austenit dengan sistem kristal BCT (body centered tetragonal) didinginkan dengan cepat (padam), martensit, larutan padat karbon dan besi, tercipta. Martensit memiliki karakteristik seperti magnetis keras, rapuh, memiliki kandungan karabon > 0,2%, stabil di bawah 150°C, penghantar panas dan penghantar listrik yang kurang baik, juga mempunyai kekerasan 700-850 HBN.

#### *Ledeburite*

Ledeburite, kadang juga disebut sebagai besi eutektoid, yang mana mineral yang terbentuk di bawah suhu 723°C dan memiliki kandungan karbon 0,3%. memiliki 700 HBN kekerasan, getas dan keras, juga rapuh.

#### *Pearlite*

Pearlite memiliki kandungan karbon 0,83%, perlit adalah baja eutektoid yang terdiri dari fase ferit dan sementit. Ciri-ciri perlit sebagai berikut:

Memiliki kekerasan 160–200 HBN dan tidak tahan terhadap karat. Harus diketahui bahwa perubahan struktur mikro yang disebutkan di atas dihasilkan oleh proses pendinginan kesetimbangan yang sangat lambat. Ketika baja mengalami laju pendinginan yang lambat, seperti yang terjadi selama proses perlakuan panas, struktur baru akan dibentuk. Karena area austenit biasanya dipanaskan selama proses perlakuan panas, beberapa perubahan (transformasi) yang terjadi saat pendinginan dari pemanasan menuju austenit akan diperiksa lebih lanjut, baik pada laju kesetimbangan maupun non-kesetimbangan.

#### *Quenching*

Quenching atau pendinginan, mendinginkan dengan cepat menggunakan media seperti air, Oli, dll untuk proses pengerasan. Tujuannya adalah untuk membuat struktur martensit; semakin banyak unsur karbon yang ada, semakin banyak struktur martensit yang dibuat karena martensit dibuat dari fase austenit yang mendingin dengan cepat. Ini karena atom karbon tertahan dalam struktur kristal tidak memiliki waktu untuk berdifusi keluar, membentuk struktur tetragonal dengan jumlah ruang bebas antar atom yang terbatas, meningkatkan kekerasan (Saputra & Tyastomo, 2016).

Oli SAE 40 digunakan dalam penelitian ini sebagai media pendinginan atau pendinginan.

***Korosi pengertian Korosi*** mengartikan korosi adalah kembalinya sifat logam atau degradasi karakteristik bahan logam yang diakibatkan oleh lingkungan. Menurut (Kenet dan Camberlain, 1991), korosi merupakan menurunnya kualitas bahan yang diakibatkan oleh interaksi elektrokimia terhadap lingkungan sekitar. Menurut Supardi (1997), korosi juga termasuk proses degradasi material diakibatkan karena pengaruh lingkungan sekitar. Dari tiga definisi yang diberikan di atas, dapat disimpulkan, seiring berjalannya waktu kualitas dari material bahan itu sendiri terus menurun. Secara umum, lingkungan dan material merupakan dua faktor kunci yang memiliki dampak signifikan terhadap korosi. Bahan logam dan non-logam keduanya, contoh bahan logam antara lain besi, baja, aluminium, seng, dan bahan non logam.

#### *Korosi Seragam*

Korosi jenis ini sering ditandai dengan terjadinya reaksi elektrokimia atau reaksi kimia yang terjadi di permukaan bahan yang bereaksi. Logam / bahan akan secara bertahap memburuk. logam yang mengalami korosi semacam ini biasanya ditemukan di luar permukaan dan mudah diperiksa untuk menentukan ketebalan logam, sehingga memungkinkan dilakukannya pemeliharaan berkala: Pelapisan,

penghambat, dan perlindungan katodik agar dapat membantu memperlambat korosi jenis ini.

*Korosi Sumuran (Pitting Corrosion)*

Korosi lokal yang dikenal sebagai *pitting corrosion* hanya menargetkan bagian logam tertentu dan dapat menyebabkan lubang tercipta. Lubang-lubang ini bisa berdiameter kecil atau besar, Jenis korosi ini termasuk korosi yang berbahaya juga merusak, karena dapat menurunnnya massa logam. Jenis korosi ini sangat sulit untuk melakukan deteksi, karena ukurannya yang sangat kecil dan juga lubang-lubang tersebut tertutup oleh produk yang terkorosi.

*Korosi Galvanik (Galvanic Corrosion)*

Termasuk jenis korosi yang terjadi ketika dua logam dengan potensial berbeda terkena kondisi korosif. Akan ada aliran elektron sebagai akibat dari dua logam yang bersentuhan. Transfer elektron anodik terjadi antara logam kurang mulia dan logam lebih mulia atau *katodik*. Akibat kehilangan elektron. Garam logam dibuat ketika ion positif berinteraksi dengan ion negatif dalam elektrolit. Akibatnya, korosi dapat menyerang dengan ketahanan korosi yang rendah, sedangkan logam yang mempunyai ketahanan korosi yang tinggi atau yang baik akan sedikit terserang korosi.

*Korosi Celah (Crevice Corrosion)*

Ketika korosi terkena lingkungan korosif, biasanya dalam bentuk larutan elektrolit. korosi celah termasuk sejenis korosi yang sering berkembang di retakan dan permukaan yang tertutup pada skala yang lebih kecil, jenis korosi ini berkembang sebagai akibat larutan yang terperangkap melewati lubang, gasket, sambungan pangkuan, dan baut.

*Korosi Batas Butir (Intergranular Corrosion) Juga*

dikenal sebagai korosi *intergranular*.

kegunaan suatu logam akan tergantung pada berapa banyak batas butir yang ada. Kekuatan material akan dipengaruhi oleh berapa banyak batas butir yang ada, dan jika logam terkena karat, daerah batas butir akan rusak terlebih dahulu oleh serangan yang dikenal sebagai korosi batas .

*Korosi Erosi ( Erosion corrosion )*

Dapat terjadi karena gerakan relatif dari cairan yang bersifat korosif terhadap logam dari waktu ke waktu menghasilkan korosi erosi juga dikenal sebagai (*erosion corrosion*). Karena zat korosif melewati pipa distribusi gas untuk waktu yang cukup lama, akibatnya sering mengalami korosi semacam ini. Karena kontak langsung antara material dan fluida yang bergerak pada kecepatan tertentu, perubahan bentuk pipa juga merupakan sumber utama korosi erosi.

*Korosi Tegangan (Stress Corrosion)*

Retakan yang disebabkan oleh tegangan tarik dan berada di lingkungan korosif adalah penyebab korosi tegangan. (*Stress corrosion*) untuk menguranginya

melalui pelapisan dan pemilihan material. Berbagai bahan rentan terhadap korosi tegangan di lingkungan laut.

### *Korosi Biologi*

Suatu jenis korosi yang dikenal sebagai korosi biologis disebabkan oleh mikroba atau tindakan makhluk hidup, baik secara langsung maupun tidak langsung oleh mikroba atau makroorganisme ini dapat hidup dan di lingkungan laut. Korosi biologis muncul akibat aktivitas metabolisme bakteri yang menghasilkan reaksi asam

### *Laju Korosi*

Merupakan proses dimana korosi menyebar melalui suatu zat, menurunkan kualitas pada suatu bahan. Pengujian laju korosi diperlukan untuk memastikan kualitas material dan kualitas ketahanan material terhadap korosi. Hasil uji laju korosi dapat digunakan untuk menentukan apakah material tersebut masih dalam kondisi baik. Ketahanan korosi bahan yang memiliki laju korosi dan memiliki nilai antara 1 – 200 mil / year dijelaskan oleh (Fontana. 1987) dalam bukunya. Tabel 2.2 (Fontana, 1987) tingkat klasifikasi tersedia. ketahanan material terhadap laju korosi dimulai dari yang paling baik ketahanannya sampai yang paling buruk. Tingkat ketahanan korosi berdasarkan laju korosi (Fontana, 1987)

**Tabel tingkat ketahanan korosi**

Relative corrosion resistance	Approximate metric equivalent				
	mpy	$\frac{\text{mm}}{\text{yr}}$	$\frac{\mu\text{m}}{\text{yr}}$	$\frac{\text{mm}}{\text{hr}}$	$\frac{\mu\text{m}}{\text{sec}}$
Outstanding	< 1	< 0.02	< 25	< 2	< 1
Excellent	1 - 5	0.02 - 0.1	25 - 100	2 - 10	1 - 5
Good	5 - 20	0.1 - 0.5	100 - 500	10 - 50	5 - 20
Fair	20 - 50	0.5 - 1	500 - 1000	50 - 150	20 - 50
Poor	50 - 200	1 - 5	1000 - 5000	150 - 500	50 - 200
Unacceptable	200 +	5 +	5000 +	500 +	200 +

*Sumber: Fontana. 1987*

Terdapat dua metode untuk menghitung laju korosi yaitu metode elektrokimia dan metode kehilangan berat (*weight loss*)

Metode elektrokimia dan metode kehilangan berat adalah dua teknik utama untuk menentukan laju korosi material. Pendekatan elektrokimia menggunakan sel elektrokimia tiga elektroda untuk mengukur laju korosi dengan mengukur berat yang hilang akibat korosi, sedangkan metode kehilangan berat menentukan laju korosi, kuantitas kehilangan berat yang disebabkan oleh proses korosi yang ditentukan. dengan menggunakan metode ini selama periode waktu tertentu.

Metode *weight loss* akan digunakan dalam penelitian ini untuk menentukan laju korosi dengan cara menghitung kehilangan berat pada spesimen uji yang telah direndam dalam larutan HCL dengan salinitas 32% selama 168 jam / selama 7 hari.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

## ANALISIS LAJU KOROSI PADA BAJA ST 37 AKIBAT PERLAKUAN...

*Perlakuan Panas Hardening* dilakukan didalam *furnace* atau dapur pemanas dan menggunakan suhu  $840^{\circ}\text{C}$  untuk memanaskan tipe normalisasi, dengan waktu penahanan 15 menit dan Oli

6

SAE 40 digunakan sebagai media pendingin untuk menghasilkan pendinginan cepat. Fase austenit diubah menjadi martensit, karena karakteristiknya kuat, keras, namun getas, akibat dari laju pendinginan yang cepat. (Budinski, 1999).



Gambar 2. Perlakuan Panas Hardening

### *Perlakuan Panas Normalizing*

Perlakuan panas normalising dilakukan didalam *furnace* atau dan menggunakan suhu  $845^{\circ}\text{C}$  Waktu penahanannya adalah 15 menit kemudian melakukan pendinginan di udara dengan cara spesimen dikeluarkan dari dapur pemanasan atau *furnace* pendinginan ini dilakukan secara perlahan lahan sampai suhu spesimen kembali menjadi suhu kamar Setelah dilakukannya pemanasan fase austenit akan terbentuk dan menjadi perlit serta ferlit kemudian setelah dilakukannya pendinginan, karakteristik dari pearlit akan menjadi sangat halus.



Gambar 3. Perlakuan Panas Normalizing

### *Perlakuan Panas Fulannealing*

Perlakuan panas fulannealing dilakukan di dalam tungku, perlakuan panas anil penuh dilakukan. penelitian kalai ini akan menggunakan suhu  $850^{\circ}\text{C}$  dengan periode waktu penahanan selama 15 menit. Kemudian tungku akan mendingin hingga mencapai suhu kamar. Mengingat materialnya adalah baja yang memiliki paduan rendah. akibat dari perlakuan panas ini perloit dan ferlit akan terbentuk.





Gambar 4. Perlakuan Panas Fullannealing

#### *Perlakuan Panas Austempering*

Dilakukan didalam Furnace atau dapur pemanas dan menggunakan waktu penahanan selama 15 menit dan suhu 875°C. Mengacu pada diagram fasa FeFe<sub>3</sub>C, ketika suhu 875°C telah mencapai suhu A3 yang mana jika mencapai suhu ini seluruh strukturnya mikronya adalah austenit (ASM handbook vol. 4 heat treatment), Pada penelitian ini dilakukan pemanasan jenis Austempering pada suhu 875°C dengan waktu penahanannya selama 15 menit. kemudian didinginkan dengan waktu penahanannya selama 1 jam atau 60 menit di pasir. agar bisa mencapai ke tahap 1 maka dipilih waktu penahanannya selama 60 menit atau 1 jam.

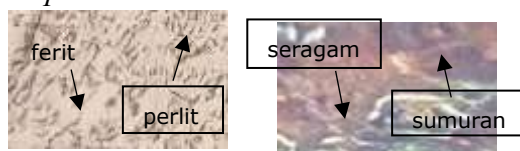


Gambar 5. Perlakuan Panas Austempering

#### *Analisis Struktur mikro sebelum melakuka pengujian dan sesudah melakukan pengujian korosi*

Berikutnya pengujian metalografi agar dapat menemukan struktur mikro material baja. Sebelum melakukan pengujian dan sesudah melakukan uji korosi dari spesimen uji baja ST 37. Di bawah mikroskop optik, struktur mikro bahan spesimen uji diperiksa. Pengujian dilakukan perbesaran atau zoom in 500 kali perbesaran dan 100 kali perbesaran. Dengan demikian, akan dapat dilakukan perbandingan struktur mikro material baja benda uji sebelum melakukan pengujian dan sesudah dilakukan pengujian korosi dalam larutan HCL dengan salinitas 32%. kemudian hasil uji dapat dilihat lebih detail pada gambar berikut :

#### *Tanpa Perlakuan Panas*



## ANALISIS LAJU KOROSI PADA BAJA ST 37 AKIBAT PERLAKUAN...

Gambar 6. Sebelum dan sesudah pengujian korosi.

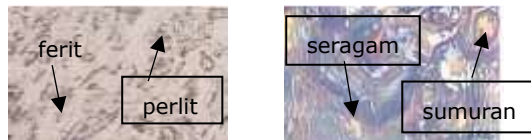
8

### *Perlakuan Panas Hardening*



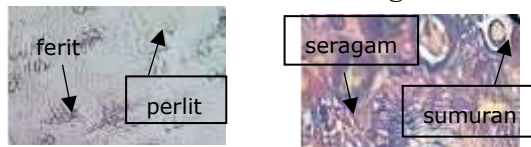
Gambar 7. Sebelum dan sesudah pengujian korosi

### *Perlakuan panas normalizing*



Gambar 8. Sebelum dan sesudah pengujian korosi

### *Perlakuan Panas Fullannealing*



Gambar 9. Sebelum dan sesudah pengujian korosi

### *Perlakuan Panas Austempering*



Gambar 10. Sebelum dan sesudah pengujian korosi

### **Analisis Laju Korosi**

Perhitungan laju korosi pada *immersion corrosion test* material Baja ST 37 menggunakan *weight loss method*. Berikut merupakan perhitungan berat akhir setelah dilakukan perendaman pada HCL dengan salinitas 32%.

No	Jenis Perlakuan	Spesimen	Berat Awal (g)	Berat Akhir (g)	W (Kehilangan Berat) (g)
1	Tanpa Perlakuan Panas	TP1	102,17	80,00	22,17
		TP2	103,83	79,05	24,78
		TP3	105,24	77,20	28,03
2	Perlakuan Panas Hardening	H1	105,93	78,13	27,79
		H2	107,17	78,81	28,36
		H3	102,03	80,95	21,08
3	Perlakuan Panas Normalizing	N1	105,93	77,40	28,53
		N2	101,89	75,92	25,97
		N3	105,43	76,39	29,04
4	Perlakuan Panas Fullannealing	FA1	100,52	78,78	21,74
		FA2	102,56	80,89	21,66
		FA3	98,36	76,30	22,07
5	Perlakuan Panas Austempering	AU1	105,08	79,91	25,17
		AU2	105,02	77,46	27,56
		AU3	105,01	74,83	30,18

Gambar 11. Perhitungan kehilangan berat spesimen

Setelah diketahui berat akhir dari setiap spesimen maka dapat dilakukan perhitungan laju korosi dengan metode kehilangan beratnya. Perhitungan keseluruhan laju Korosi pada masing masing spesimen (dalam satuan mpy)

$$\text{Laju korosi (mpy)} = \frac{K \times W}{D \times A \times T} \quad \text{Dengan}$$

keterangan:

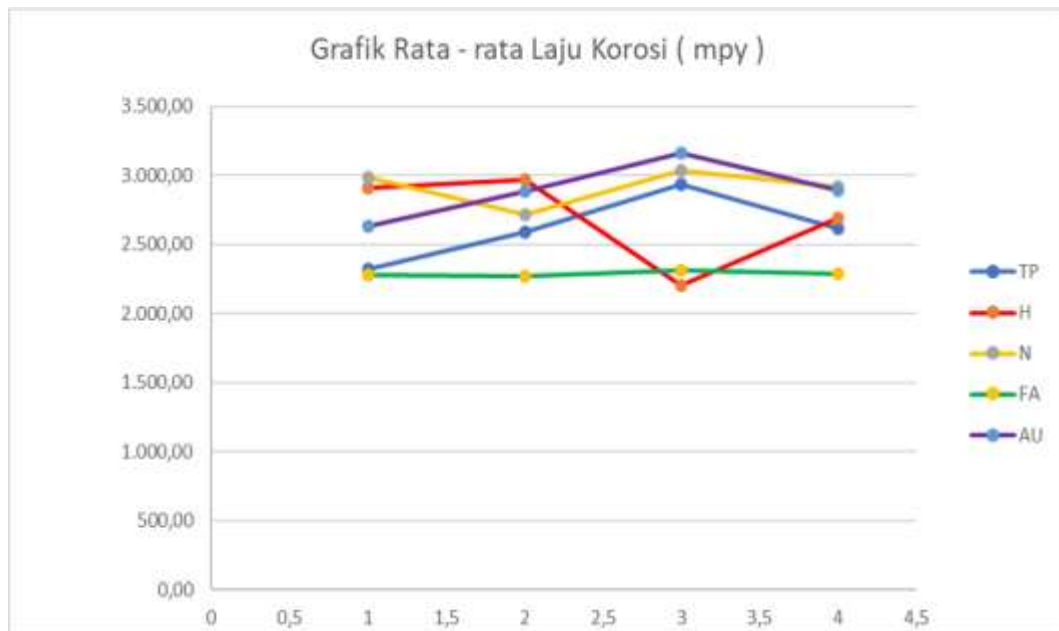
W = Kehilangan berat (g)

K = Konstanta (mpy =  $3,45 \times 10^6$ )

D = Kerapatan benda uji (g/cm<sup>3</sup>)

A = Luas permukaan yang terkorosi (cm<sup>2</sup>)

T = Waktu exposure (Jam)



Gambar 12. Grafik perbandingan laju korosi

Grafik diatas menampilkan bagaimana laju korosi material baja ST 37 berubah akibat perlakuan panas pada spesimen dan tanpa melakukan perlakuan panas. Analisis pengaruh masing-masing metode perlakuan panas akan dijelaskan lebih lengkap pada bagian berikut.

*Analisis Pengaruh Tanpa Perlakuan Panas Pada Material plat Baja ST 37 Terhadap Laju Korosi*

Nilai laju korosi baja ST 37 tanpa perlakuan panas dengan konsentrasi HCl 32% adalah: 2.319,99, 2.592,78, dan 2.933,39. Rata-rata laju korosi yang dialami oleh material baja ST 37 dengan tanpa perlakuan panas adalah 2.615,39. Dari uraian diatas dan tampak pada gambar grafik dapat diketahui bahwa nilai rata-rata laju korosi material baja ST 37 tanpa adanya perlakuan panas pada garam HCl dengan salinitas 32% berada pada urutan ke 4 jika dibandingkan dengan (hardening, normalising, fullannealing dan austempering).

*Analisis Akibat Perlakuan Panas Hardening Pada Material plat Baja ST 37 terhadap Laju Korosi*

Laju korosi material baja ST 37 dengan adanya perlakuan panas hardening yang memiliki konsentrasi HCl 32% adalah: 2.908,38, 2.967,40, dan 2.206,14. Rata-rata laju korosi yang dialami oleh material baja ST 37 dengan perlakuan panas hardening adalah 2.693,97.

Dari uraian diatas dan tampak pada gambar grafik dapat diketahui bahwa nilai rata-rata laju korosi material baja ST 37 dengan adanya perlakuan panas hardening pada garam HCl dengan salinitas 32% berada pada urutan ke 3 dibandingkan dengan (tanpa melakukan perlakuan panas, normalising, fullanealing dan austempering).

*Analisis Pengaruh Perlakuan Panas Normalising Material Baja ST 37 terhadap Laju Korosi*

11

Laju korosi material plat baja ST 37 dengan adanya perlakuan panas Normalising yang memiliki konsentrasi HCl 32% adalah: 2.985,08, 2.717,62, dan 3.038,97. Rata-rata laju korosi yang dialami oleh material baja ST 37 dengan perlakuan panas normalising adalah 2.913,89. Dari uraian diatas dan tampak pada gambar grafik dapat diketahui bahwa nilai rata-rata laju korosi material baja ST 37 dengan adanya perlakuan panas normalising pada garam HCl dengan salinitas 32% berada pada urutan pertama dibandingkan dengan (tanpa melakukan perlakuan panas, hardening, fullanealing dan austempering).

*Analisis Pengaruh Perlakuan Panas Fullanealing Material Baja ST 37 terhadap Laju Korosi*

Laju korosi material baja ST 37 dengan adanya perlakuan panas fullanealing yang memiliki konsentrasi HCl 32% adalah: 2.275,10, 2.266,83, dan 2,308,89. Rata-rata laju korosi yang dialami oleh material baja ST 37 dengan perlakuan panas fullanealing adalah 2.283,61. Dari uraian diatas dan tampak pada gambar grafik dapat diketahui bahwa nilai rata-rata laju korosi material baja ST 37 dengan adanya perlakuan panas fullanealing pada garam HCl dengan salinitas 32% berada pada urutan ke 5 atau mengalami laju korosi yang terendah jika dibandingkan dengan (tanpa melakukan perlakuan panas, hardening, normalising austempering).

*Analisis Pengaruh Perlakuan Panas Austempering Material plat Baja ST 37 terhadap Laju Korosi*

Laju korosi material plat baja ST 37 dengan adanya perlakuan panas austempering yang memiliki konsentrasi HCl 32% adalah: 2.634,01, 2.884,10, dan 3,158,37. Rata-rata laju korosi yang dialami oleh material baja ST 37 dengan perlakuan panas austempering adalah 2.892,16. . Dari uraian diatas dan tampak pada gambar grafik dapat diketahui bahwa nilai rata-rata laju korosi material baja ST 37 dengan adanya perlakuan panas austempering pada garam HCl dengan salinitas 32% berada pada urutan ke 2 dibandingkan dengan (tanpa melakukan perlakuan panas, hardening, normalising,fullanealing).

**KESIMPULAN**

Berdasarkan analisa hasil pada bab diatas, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

## ANALISIS LAJU KOROSI PADA BAJA ST 37 AKIBAT PERLAKUAN...

1. Material plat baja ST 37 dengan menggunakan perlakuan panas normalising memiliki laju korosi yang sangat cepat atau paling tinggi dibandingkan dengan material plat baja ST 37 yang tidak diberikan perlakuan panas maupun yang diberikan perlakuan panas lain. plat baja ST 37 dengan menggunakan perlakuan panas jenis full annealing yang diuji yaitu 2.275,10, mpy 2.266,83 mpy, dan 2,308,89 mpy dengan nilai laju korosi rata-rata sebesar 2.283,61.
2. sebelum dilakukan pengujian korosi material belum menunjukkan korosi yaitu terbukti dari struktur mikri yang yerbentuk sesuai dengan tujuan dilakukannya perlakuan panas yaitu perlit ferit martensit juga bainit. Hal ini ditunjukkan dari hasil foto struktur mikro material plat baja ST 37

12

sebelum dan sesudah dilakukan uji korosi imersi. Namun, *pitting* dan produk korosi yang konsisten ditemukan selama pengujian korosi.

3. Perlakuan panas yang optimal untuk menurunkan laju korosi material pelat baja ST 37 dalam larutan HCl dengan salinitas 32%, menurut data laju korosi adalah fulannealing. Nilai laju korosi terendah di antara perlakuan panas lainnya.
4. Hasil dari dilakukannya penelitian ini dapat dijadikan refresnsi untuk melakukan penelitian selanjutnya.

### **SARAN**

Agar dapat mengembangkan penelitian lebih lanjut diharapkan ada beberapa saran sebagai berikut:

1. melakukannya penambahan variasi salinitas larutan pengkorosi.
2. Melakukannya penambahan variasi pada suhu dan juga waktu penahanan dalam proses perlakuan panas.
3. Melakukannya pengujian tarik pada material bahan uji agar dapat mengetahui nilai dari kekuatan tarik material bahan uji.
4. Menghitung laju korosi dengan menggunakan variasi perhitu ngan dengan menggunakan metode elektrokimia.

### **REFRENSI**

- Erlandhi, Donnie & Ir. Ismail. (2020). **Analisis Laju Korosi Pada Permukaan Material Baja Komersil Dan Aluminium Dalam Media Air Laut Yang Agitasi**. Skripsi. Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
- Dwi Handoko, Bayu. (2017). **Analisis Pengaruh Perlakuan panas bertingkat Terhadap Laju Korosi Dan Sifat Mekanis Material Pipa Baja Api 5l Grade B Di Lingkungan Laut**. Surabaya: Institus Teknologi 10 November.
- Hartono, Rudi. (2020). **Studi Eksperimen Variasi Temperatur Perlakuan panas bertingkat Terhadap Laju Korosi Pada Baja St 37 Dalam Larutan HCl 5 %**. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang.
- Laksono, Wendy. (2018). **Analisis Prediksi Laju Korosi Dan Sifat Mekanis Pada Sambungan Baja A36 Dan Baja A53 Menggunakan Pengelasan Smaw Pada Wet Underwater Welding**. Surabaya: Institus Teknologi 10 November.

Prasetyo, Hendra. (2021). **Analisa Laju Korosi Akibat Proses Perlakuan panas bertingkat Bertingkat Pada Baja Karbon St 41**. Tugas Akhir. Universitas Pancasakti Tegal.