

p.ISSN 2303-212X
e.ISSN 2503-5398

Jurnal DESIMINASI TEKNOLOGI



Diterbitkan Oleh :
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG

JURNAL
DESIMINASI TEKNOLOGI

VOL. 10

NOMOR 2

HAL.: 79 - 151

JULI 2022

JURNAL DESIMINASI TEKNOLOGI

Jurnal Desiminasi Teknologi adalah jurnal yang memuat artikel dan karya ilmiah hasil penelitian dosen dan atau mahasiswa Fakultas Teknik yang diterbitkan secara periodik 2 (dua) kali per tahun oleh Fakultas Teknik Universitas Tridinanti Palembang.

Pengarah:

1. Ketua Pengurus Yayasan Pendidikan Nasional Tridinanti
2. Rektor Universitas Tridinanti Palembang (UTP)
3. Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat UTP

Penanggung jawab:

Dekan Fakultas Teknik Universitas Tridinanti Palembang

Penyunting Ahli:

1. Dr. Ir. Hj. Faridatul Mukminah, M.Sc. Agr. (Universitas Tridinanti Palembang)
2. Prof. Dr. Ir. Udisubakti Ciptomulyono, M.Eng.Sc. (Institut Teknologi Sepuluh November)
3. Prof. Dr. Ir. Riman Sipahutar, M.Sc. (Universitas Sriwijaya)
4. Prof. Dr. Ir. Indarto, DEA. (Universitas Gadjah Mada)
5. Dr. Ir. Berkah Fajar TK. (Universitas Diponegoro)
6. Prof. Dr. Ir. Erika Buchari, MSc. (Universitas Sriwijaya)
7. Prof. Ir. Totok Roesmanto, M.Eng. (Universitas Diponegoro)
8. Prof. Dr. Ir. Erry Yulian Tribblas Adesta, MSc. (Universitas Gunadarma)

Ketua Dewan Penyunting:

Dr. Ir. Hj. Faridatul Mukminah, M.Sc. Agr.

Anggota Dewan Penyunting:

1. Ir. H. Suhardan MD, MS. Met.
2. Ir. Bahder Djohan, M. Sc.
3. Ir. H. Yuslan Basir, MT.
4. Dr. Ir. H. Ibnu Aziz, MT. Ars.
5. Ir. Sofwan Hariady, MT.
6. Ir. Abdul Muin, MT.

Redaksi Pelaksana:

1. Irnanda Pratiwi, ST. MT.
2. Andy Budiarto, ST.MT.
3. Ir. Madagaskar, MT.
4. Ir. Yasmid, MM. MT.
5. Devie Oktarini, ST. M. Eng.
6. Ir. H. Herman Ahmad, MT.
7. Ani Firda, ST. MT.

Alamat Redaksi:

Jl. Kapten Marzuki No. 2446 Kamboja Palembang 30129 Telp/Fax : (0711) 357526 / (0711) 357526
email : jurnal-destek@univ-tridinanti.ac.id Website : www.univ-tridinanti.ac.id

JURNAL DESIMINASI TEKNOLOGI

FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG

VOLUME 10 NOMOR 2

p-ISSN 2303-212X

e-ISSN 2503-5398

JULI 2022

DAFTAR ISI

Halaman

STUDI LAJU KOROSI PADA BAJA PADUAN RENDAH YANG MENGALAMI PERLAKUAN BENDING DI DALAM LINGKUNGAN AIR LAUT

R. Kohar, Sofwan Hariady, M. Amin Fauzie (Dosen Teknik Mesin UTP).....79 – 83

PENGARUH WAKTU PELAKSANAAN PEKERJAAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE PDM DAN PERT (STUDI KASUS PEMBANGUNAN RUMAH DR. RICHARD LEE, MARS, AAM)

Krisno Hidayat Harahap, Hermanto MZ, Faizah Suryani, Tolu Tamalika (Dosen Teknik Industri UTP)..... 84 – 95

ANALISA PROBABILITAS PEMILIHAN MODA TRANSPORTASI ANTARA SEPEDA MOTOR DENGAN ANGKUTAN UMUM

Yules Pramona Z., Wartini, Hariman Al Faritzie (Dosen Teknik Sipil UTP).....96 – 101

PERANCANGAN ALAT UKUR UJI KONDUKTIVITAS TERMAL BAHAN LABORATORIUM FENOMENA DASAR PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Abdul Muin, Madagaskar, M. Lazim, Sukarmansyah (Dosen Teknik Mesin UTP).....102 – 107

MANIPULASI SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO PADA BAJA KARBON MENENGAH DENGAN METODE ISOTHERMAL ANNEALING

Sasut Analar Valianta, Suhardan (Dosen Teknik Mesin UTP).....108 – 112

PENGENDALIAN PERSEDIAAN BAHAN BANGUNAN DENGAN METODE ECONOMIC ORDER QUANTITY (EOQ) DAN PERIOD ORDER QUANTITY (POQ) PADA CV. RAKA JAYA PALEMBANG

M. Rizki Ramadhani, Azhari, Hermanto MZ, Togar P.O. Sianipar (Dosen Teknik Industri UTP).....113 – 123

PENGARUH PENAMBAHAN CANGKANG TELUR TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BELAH BETON

Indra Syahrul Fuad (Dosen Teknik Sipil UTP).....124 – 129

PERAMALAN PRODUKSI LISTRIK DI PLTGU 1 ULPL KERAMASAN MENGGUNAKAN METODE SINGLE MOVING AVERAGE

Sisnayati, Selvia Aprilyanti, Arif Nurrahman, Rachmawati Apriani (Dosen Teknik Kimia Univ. Taman Siswa)....130 – 134

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT PENDINGIN AIR AQUASCAPE DENGAN KAPASITAS AIR 10 LITER

M. Amin Fauzie, M. Ali, Hermanto Ali, Rita Maria Veranika, Redi Darmawan (Dosen Teknik Mesin UTP)....135 – 143

AUDIT ENERGI LISTRIK PADA SISTEM KELISTRIKAN

Letifa Shintawaty, Herman Ahmad, Harry Gunawan (Dosen Teknik Elektro UTP).....144 – 151

PRAKATA

Puji dan syukur kami panjatkan kepada Allah SWT, atas berkah dan rahmat-Nya sehingga jurnal ilmiah *Desiminasi Teknologi* dapat dikenal pada lingkungan Fakultas Teknik dan civitas akademika teknik di seluruh Indonesia.

Jurnal *Desiminasi Teknologi* disusun dari berbagai penelitian dan kajian dosen dan atau mahasiswa internal Fakultas Teknik UTP dan dosen atau mahasiswa dari fakultas Teknik di luar Universitas Tridinanti Palembang yang memiliki penelitian untuk dipublikasikan. Jurnal ini terdiri dari berbagai rumpun ilmu teknik, diantaranya: Teknik Sipil, Teknik Mesin, Teknik Elektro, Teknik Industri, Arsitektur dan teknik lainnya.

Pada edisi kali ini, Jurnal Desiminasi Teknologi telah memasuki terbitan Volume 10 Nomor 2 edisi Juli 2022, dan kami beritahukan juga bahwa Jurnal Desiminasi Teknologi telah terdaftar secara elektronik dengan nomor e.ISSN 2503-5398.

Segala kritik dan saran yang bersifat membangun, sangat kami harapkan untuk perbaikan penulisan jurnal ini di masa mendatang dan kepada semua pihak yang ikut terlibat dalam proses penerbitan jurnal ini, kami ucapkan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya.

Palembang, Juli 2022

Redaksi

STUDI LAJU KOROSI PADA BAJA PADUAN RENDAH YANG MENGALAMI PERLAKUAN BENDING DI DALAM LINGKUNGAN AIR LAUT

R. Kohar¹, Sofwan Hariady², M. Amin Fauzie³

Email Korespondensi: aminfauzie60@gmail.com

Abstrak: Salah satu penyebab kegagalan pada logam adalah akibat serangan korosi. Laju korosi akan meningkat saat material tersebut mengalami pengerasan permukaan akibat dari perlakuan bending. Pada penelitian ini spesimen yang digunakan berupa pelat baja Creusabro 8000, yang setara dengan AISI 4130, yang ditekuk sampai membentuk sudut 120°. Selanjutnya, spesimen diuji korosi dengan metode kehilangan berat, dimana spesimennya direndam di dalam air yang setara dengan air laut selama 24 jam sampai 120 jam. Hasilnya menunjukkan bahwa spesimen yang mendapat perlakuan bending memiliki laju korosi sebesar 0,0736 mm/yr sementara spesimen yang tidak mengalami perlakuan bending sebesar 0,0685 mm/yr. Ini disebabkan oleh adanya tegangan dalam yang diterima saat proses bending yang memicu inisiasi korosi, sedangkan jenis korosinya bisa dikategorikan sebagai korosi merata.

Kata kunci: laju korosi, bending, air laut, creusabro 8000

Abstract: One of the causes of failure in metal is due to corrosion attack. The corrosion rate will increase when the material undergoes surface hardening due to bending treatment. In this study, the specimen used was a Creusabro 8000 steel plate, which is equivalent to AISI 4130, which was bent to an angle of 120°. Furthermore, the specimens were tested for corrosion by the weight-loss method, where the specimens were immersed in water equivalent to seawater for 24 hours to 120 hours. The results showed that the specimens that received the bending treatment had a corrosion rate of 0,0736 mm/yr while the specimens that were not subjected to the bending treatment were 0,0685 mm/yr. This is due to the internal stress received during the bending process which triggers the initiation of corrosion, while the type of corrosion can be categorized as uniform corrosion.

Keywords: corrosion rate, bending, seawater, creusabro 8000

^{1,2,3} Dosen Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tridianti Palembang.

PENDAHULUAN

Dewasa ini penggunaan pelat baja di berbagai bidang industri terus meningkat. Salah satu jenis pelat yang banyak digunakan pada bidang industri-industri tersebut adalah pelat baja Creusabro 8000. Baja jenis ini merupakan baja tahan aus yang memiliki kekerasan mencapai 470 - 500 HB dan tergolong ke dalam baja paduan rendah yang setara dengan AISI 4130. Baja jenis ini banyak digunakan pada berbagai konstruksi karena memiliki ketahanan dan kekuatan yang tinggi, seperti pemakaian pada anjungan-anjungan, alat-alat pertambangan serta kendaraan militer. Sehingga dalam penggunaannya pelat ini banyak mengalami

proses pembentukan seperti penekukan sesuai dengan kebutuhan konstruksi.

Proses tekuk (*bending*) merupakan suatu pengerjaan dengan cara memberi tekanan pada baja tersebut sehingga mengalami deformasi plastis yang permanen. Pada permukaan yang mengalami deformasi plastis tersebut dapat mengakibatkan perkerasan regangan (*Strain Hardening*), sehingga pada bagian yang ditekuk terjadi penumpukan energi aktivasi yang besar. Pada kondisi tersebut jika material berada pada lingkungan yang korosif seperti air laut akan sangat rentan terhadap korosi.

Bertitik tolak dari masalah diatas, maka akan diteliti pada baja Creusabro 8000 yang mendapat perlakuan tekuk. Dengan perlakuan ini diharapkan dapat merubah laju korosi yang

terjadi, baik pada baja yang mengalami perlakuan tekuk, maupun pada baja yang tidak mendapat perlakuan tekuk. Untuk menunjang penelitian tersebut akan diamati struktur makronya.

LANDASAN TEORI

- Aspek Bahan

Baja Paduan didefinisikan sebagai suatu baja yang dicampur dengan satu atau lebih unsur campuran seperti nikel, kromium, molibdenum, vanadium, mangan, dan wolfram yang berguna untuk memperoleh sifat-sifat baja yang diinginkan (keras, kuat dan liat) tetapi unsur karbon tidak dianggap unsur campuran.

Baja Paduan Rendah (*Low Alloy Steel*)

Baja paduan rendah adalah baja yang sedikit mengandung unsur paduan yaitu kurang dari 10% biasa digunakan untuk mendapatkan kekerasan yang baik dan tahan korosi pada keadaan tertentu. Karena sifatnya yang menguntungkan baja ini sering digunakan pada kapal, tangki-tangki dan masih banyak lagi.

Baja Paduan Tinggi (*High Alloy Steel*)

Baja paduan tinggi adalah baja yang mengandung unsur lebih dari 10%, baja ini memiliki ketahanan panas yang tinggi dan tahan terhadap korosi. Untuk mendapatkan daya tahan korosi yang baik maka unsur utama yang digunakan adalah chromium (Cr). Ada beberapa unsur lain yang bisa ditemui pada baja jenis ini seperti nikel (Ni) yang mampu meningkatkan ketahanan terhadap korosi, namun berpengaruh kepada sifat mekanis apabila penambahan unsur nikelnya melebihi 6%. Selain dari pada unsur-unsur tersebut masih banyak lagi unsur lain yang dapat digunakan sebagai unsur paduannya seperti Molebdenum, Mangan dan lain sebagainya.

- Strain Hardening (*Perkerasan Regangan*)

Strain hardening atau perkerasan regangan adalah suatu proses pengerjaan dingin (*Cold Working*) logam yang mengakibatkan meningkatnya kekerasan suatu logam yang diakibatkan oleh adanya deformasi plastis yang dialami oleh logam. Peningkatan kekerasan atau kekuatan suatu logam akibat

regangan tergantung dari seberapa besar deformasi atau regangan yang diterima. Salah satu pengerjaan logam yang mengakibatkan terjadinya deformasi permanen adalah perlakuan tekuk atau *bending*.

- Proses Korosi pada Logam Besi

Korosi dapat didefinisikan sebagai penurunan mutu material terutama logam karena berinteraksi dengan lingkungan. Korosi logam dalam larutan aqueous didapatkan dengan melibatkan reaksi perpindahan muatan. Suatu perubahan dalam potensial elektrokimia atau aktivitas elektron sangat mempengaruhi laju korosi logam dalam lingkungannya. Oleh karenanya logam dalam larutan aqueous dikatakan berlangsung secara elektrokimia.

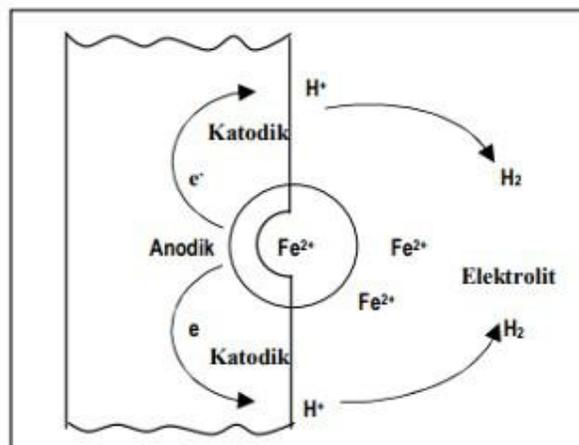
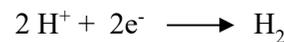
Korosi besi (Fe) dalam lingkungan asam akan membentuk ion Fe^{2+} yang masuk lingkungan, ini terjadi pada permukaan yang bersifat lebih anodik. Elektron yang dilepas saat pembentukan ion Fe^{2+} mengalir melalui logam menuju permukaan yang bersifat katodik dan terjadi reaksi (reaksi pengikatan elektron) berlangsung.³⁾

Reaksi ini dapat dituliskan sebagai berikut:

- Pada permukaan yang bersifat anodik (anoda):



- Pada permukaan yang bersifat katodik (katoda):



Gambar 1 : Proses Korosi Elektrokimia

- Lingkungan Air Laut

Cara yang paling sering digunakan untuk mengukur kandungan unsur-unsur dalam air laut adalah dengan menentukan salinitasnya⁽¹⁾. Salinitas (S) didefinisikan sebagai berat keseluruhan dalam gram garam-garam non organik dalam 1 kg air laut bila seluruh unsur-unsur bromida dan iodida digantikan dengan jumlah yang sesuai dari unsur-unsur klorida dan semua unsur karbonat diganti dengan unsur-unsur oksida dalam jumlah yang sesuai. Salinitas air laut dinyatakan dengan satuan perseribu (‰). Secara horizontal maupun vertikal salinitas air laut bervariasi dari 32,5 ‰ sampai 37 ‰.⁽¹⁾

- Pengukuran Laju Korosi Berdasarkan Kehilangan Berat

Pengukuran laju korosi merupakan hal yang sangat penting dalam rekayasa korosi. Pemakaian baja konstruksi di lingkungan korosif dilakukan berdasarkan data laju korosi yang terjadi. Bila serangan korosi terjadi secara merata, laju korosi dapat diukur dengan metoda kehilangan berat.

Besarnya laju korosi dapat dinyatakan sebagai besarnya kehilangan berat benda uji persatuan luas permukaan terhadap waktu pengujian, dihitung dengan rumus:

$$\frac{\text{mm}}{\text{yr}} = 87,6 \frac{W}{DA \cdot T}$$

dimana :

- W = Berat yang hilang
(Berat awal – berat akhir) (mg)
- D = Massa jenis (g/cm^3)
- A = Luas benda uji (cm^2)
- T = Waktu perendaman (jam)
- K = Konstanta konversi satuan (87,6).
(Fontana, 1998)

METODOLOGI PENELITIAN

- Persiapan Spesimen Uji

Spesimen adalah Baja Paduan Rendah Creusabro 2000 (AISI-4130) berbentuk pelat, dengan komposisi (% berat) : C = 0,28 ; Mn = 1,6 ; Ni = 0,40 ; Cr = 1,6 ; Mo = 0,2 dan S = 0,002. Spesimen berukuran 100 x 20 x 6 mm sebanyak 10 buah.

Setiap spesimen diberi lobang dengan diameter 3 mm. Untuk spesimen yang mendapat perlakuan tekuk (120°) sebanyak 5 buah, sedangkan sisanya dipersiapkan untuk spesimen tanpa perlakuan.

Spesimen asal tanpa perlakuan dan spesimen yang mendapat perlakuan tekuk selanjutnya dibersihkan berdasarkan ASTM G1-90, "Standard Practice for Preparing, Cleaning, and Evaluating Corrosion Test Specimens".

Selanjutnya semua spesimen akan di timbang dengan timbangan Analitik yang dipersiapkan dalam menghitung laju korosi.

- Mempersiapkan Lingkungan Pengganti Air Laut.

Pengganti air laut dipersiapkan dengan melarutkan NaCl yang salinitasnya 35 ‰, mengacu ASTM D1141-90, "Standard Specification for Substitute Ocean Water".

Garis besar tahapan pelaksanaan penelitian ini digambarkan seperti pada gambar berikut :



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang diambil dalam penelitian ini meliputi data kehilangan berat dan laju korosi selama perendaman serta pengamatan visual secara makro. Setelah mendapatkan data akan diolah dan dibahas untuk membandingkan nilai laju

korosi antara spesimen dengan perlakuan panas hardening dan tanpa perlakuan panas hardening.

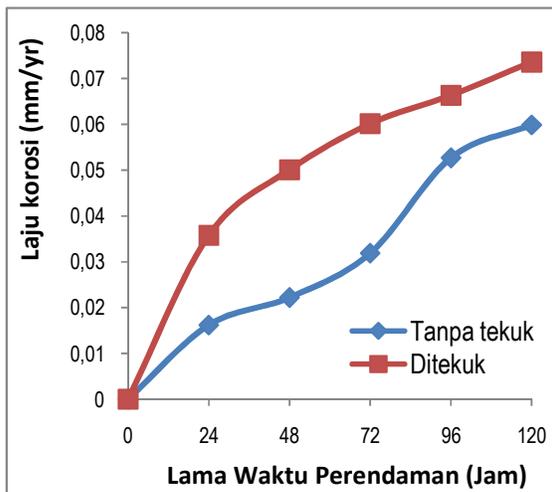
- Hasil Pengujian Korosi

Data hasil penimbangan dilakukan sebelum dan sesudah perendaman. Dari data penimbangan didapat berat awal, berat akhir dan kehilangan berat pada masing-masing spesimen, kemudian dapat dihitung laju korosi dengan rumusan yang dituliskan sebelumnya, maka hasilnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1. Tabel Hasil Penimbangan Spesimen dan Laju korosi

Kode Spec.	Dimensi Benda Uji (mm)	Lama Uji (jam)	Berat Benda (gr)		Kehilangan Berat (mg)	Laju Korosi (mm/yr)
			Berat Awal	Berat Akhir		
Benda	100x20x6	24	92,0338	92,0319	1,9	0,0162
		48	95,6057	95,6005	5,2	0,0222
		72	96,3689	96,3577	11,2	0,0319
		96	94,2387	94,2139	24,8	0,0527
		120	95,1977	95,1612	35	0,0599
Ditekuk	100x20x6	24	93,6898	93,6853	4,5	0,0385
		48	92,8674	92,8557	11,7	0,0501
		72	94,2456	94,2245	21,1	0,0602
		96	93,1691	93,1381	31	0,0664
		120	95,5298	95,4868	43	0,0736

Dari data tabel diatas, maka dapat dibuat grafik seperti yang terlihat pada gambar 3.

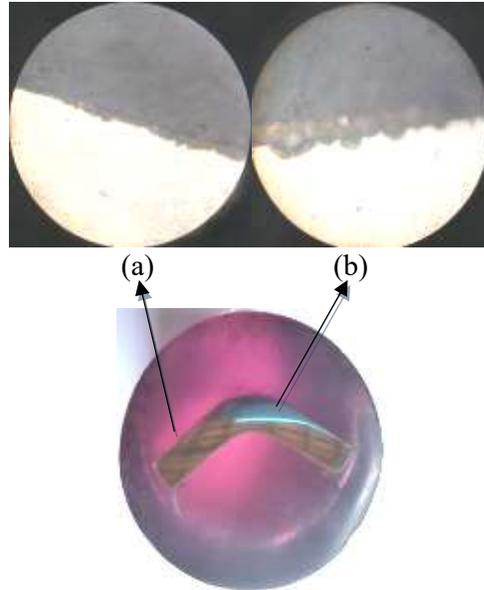


Gambar 3. Grafik Laju Korosi Setiap Benda Uji Terhadap Waktu Perendaman

- Hasil Pengamatan Makroskopis

Hasil pengamatan dibagi menjadi dua bagian yaitu pada area permukaan yang ditekuk dan area permukaan yang tanpa ditekuk. Spesimen yang dipilih adalah spesimen dengan waktu perendaman 120 jam.

- Untuk area permukaan spesimen tanpa ditekuk menunjukkan korosi merata yang berupa korosi yang seragam dan bentuk permukaan sedikit tidak rata akibat produk korosi yang terbentuk.
- Untuk area permukaan spesimen yang ditekuk menunjukkan korosi merata diseluruh permukaan, dimana pada bagian ini penetrasi serangan korosi jauh lebih besar.



Gambar 4. Makroskopis Spesimen
(a) Permukaan Tanpa Tekukan
(b) Permukaan yang ditekuk

- Analisa Laju Korosi Pada Benda Uji

Dari gambar 3 dapat di analisis bahwa laju korosi yang terjadi pada spesimen tanpa tekuk terus mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya waktu perendaman. Hal ini disebabkan oleh pengaruh waktu kontak yang terjadi antara spesimen dengan media perendaman, sehingga menyebabkan semakin banyaknya ion logam (Fe^{2+}) yang terlarut pada anoda sebanding dengan elektron yang diterima katoda. Proses terjadinya korosi berkaitan erat dengan waktu, sehingga semakin lama logam berinteraksi dengan lingkungan yang korosif maka semakin tinggi laju korosinya. Hal yang sama juga berlaku untuk spesimen yang ditekuk dimana laju korosinya juga terus meningkat sampai hari terakhir perendaman.

Nilai laju korosi untuk spesimen tanpa perlakuan pada 24 jam pertama perendaman sebesar 0,0162 mm/yr atau 57,92 % lebih rendah dari spesimen yang ditebuk sebesar 0,0385 mm/yr. Laju korosi tertinggi selama 120 jam pengujian pada spesimen yang ditebuk sebesar 0,0736 mm/yr, sedangkan untuk spesimen yang tidak ditebuk sebesar 0,0658 mm/yr atau 6,9 % lebih rendah dari spesimen yang ditebuk.

Dari data diatas bahwa kehilangan berat dan laju korosi yang dialami spesimen yang ditebuk lebih tinggi dari spesimen tanpa tekuk. Perbedaan tersebut disebabkan oleh adanya proses tekuk yang dapat mengakibatkan terjadinya penambahan tegangan dalam pada bagian yang tertekuk. Pada bagian tersebut merupakan inisiasi laju korosi sehingga akan lebih cepat terkorosi dibandingkan dengan spesimen tanpa proses tekuk.

- Hubungan Perlakuan *Bending* (Penekukan) Terhadap Laju Korosi

Dari analisis laju korosi yang telah dilakukan maka terlihat jelas perbedaan laju korosi antara spesimen yang ditebuk dan tanpa ditebuk, meski menggunakan material dan durasi perendaman yang sama, namun rata-rata kehilangan berat dan laju korosi yang terjadi pada spesimen yang mengalami penekukan lebih besar jika dibandingkan dengan spesimen tanpa ditebuk. Hal tersebut membuktikan bahwa perlakuan *bending* (tekuk) sangat berpengaruh terhadap kecepatan laju korosi dimana kekerasan spesimen meningkat akibat tegangan yang diterima spesimen saat proses *bending* (tekuk) hal ini mengakibatkan spesimen mengalami deformasi plastis sehingga terjadi pengerasan regangan (*strain hardening*) yang menimbulkan energi yang besar dan potensial yang berbeda-beda pada bagian spesimen yang ditebuk. dimana kondisi-kondisi tersebut membuat spesimen menjadi lebih rentan terhadap korosi.

SIMPULAN

Dari rangkaian pengujian selama 24 jam sampai dengan 120 jam yang telah di lakukan pada masing masing spesimen, maka dapat di simpulkan bahwa:

1. Laju korosi akan lebih besar terhadap spesimen yang diberikan perlakuan tekuk, jika dibandingkan dengan spesimen yang tidak mengalami perlakuan tekuk, hal ini di sebabkan oleh semakin banyaknya ion Fe^{2+} dan elektron yang lepas di dalam lingkungan (NaCl), yang bersifat lebih anodik, sehingga berat spesimen akan semakin berkurang yang mengakibatkan laju korosinya semakin tinggi.
2. Bentuk korosi yang terjadi pada semua spesimen setelah pengujian korosi adalah korosi merata.

DAFTAR PUSTAKA

- , (1992). Corrosion, 3rd, ASM Handbook, New York, ASM International.
- Avner (1987). "Introduction to Physical Metallurgy", Mc Graw-Hill.
- B.R. de Meybaum, E.S. Ayllon. (1990) "Atmospheric Marine Corrosion of Structural Steels", Corrosion, Nace. Vol. 29 Halaman 423
- Carter GF. (1979)." Principles of Physical and Chemical Metallurgy ", American Society for Metal, Ohio.
- Dieter. E. George. (1976). " Mechanical Metallurgy ", 2rd. Edition, Mc Graw Hill.
- Fontana, M.G. (1987)."Corrosion Engineering ", Mc Graw-Hill Int. New York.
- Jones, Denny. A. (1991)." Principles and Prevention of Corrosion ", Micmillan Publishing Company, New York.
- Kenneth R. Trethewey & John Chamberlain. (1991). " Korosi untuk Mahasiswa dan Rekayasawan ", Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Thelning. (1986)."Steel and it's Heat Treatment", Mc. Graw Hill.