

ET
mei
2014

**ANALISA KOROSI PADA BAK MOBIL PICK UP
DALAM MEDIA AIR RAWA**



SKRIPSI

*Dibuat Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya*

Oleh:

DONI SAPUTRA

03081005017

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN**

2014

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**



SKRIPSI

**ANALISA KOROSI PADA BAK MOBIL P
DALAM MEDIA AIR RAWA**


Oleh :

**DONI SAPUTRA
03081005017**

Mengetahui :
Ketua Jurusan Teknik Mesin,


Qomarul Hadi, ST, MT.
NIP. 19690213 199503 1 001

Dosen Pembimbing,


Ir. Helmy Alian, MT
NIP. 19591015 198503 1 006

620.112.07

K:26840/27801

Don
a
2014

**ANALISA KOROSI PADA BAK MOBIL PICK UP
DALAM MEDIA AIR RAWA**



SKRIPSI

*Dibuat Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya*

Oleh:

DONI SAPUTRA

03081005017

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN**

2014

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**



SKRIPSI

**ANALISA KOROSI PADA BAK MOBIL PICK UP
DALAM MEDIA AIR RAWA**

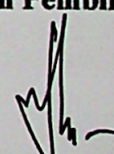
Oleh :

**DONI SAPUTRA
03081005017**

**Mengetahui :
Ketua Jurusan Teknik Mesin,**


Oomarul Hadi, ST, MT.
NIP . 19690213 199503 1 001

Dosen Pembimbing,


Ir. Helmy Alian, MT
NIP. 19591015 198503 1 006

UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN

Agenda No : 009 /TA/ JA / 2014
Diterima Tgl : 23 / - 2014
Paraf : *Keutaf*

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Nama : DONI SAPUTRA

NIM : 03081005017

Jurusan : TEKNIK MESIN

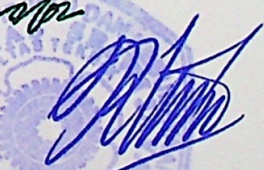
Judul Skripsi : ANALISA KOROSI PADA BAK MOBIL PICK UP DALAM
MEDIA AIR RAWA

Dibuat Tanggal : April 2013

Selesai Tanggal : Januari 2014

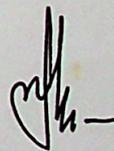
Indralaya, Januari 2014

Mengetahui :
Ketua Jurusan Teknik Mesin,



Oomarul Hadi, ST, MT.
NIP : 19690213 199503 1 001

Diperiksa dan disetujui Oleh:
Dosen Pembimbing Skripsi,



Ir. Helmy Alian, MT
NIP. 19591015 198503 1 006

HALAMAN PERYATAAN ORISINALITAS

Skripsi / Tugas Akhir ini adalah karya saya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan benar, dan saya dapat bertanggung jawab bahwa hasil yang saya tulis tidak plagiat.

Oleh :

Doni Saputra

03081005017

Indralaya, 20 Januari 2014

Penulis,

METERAI
TEMPEL



Doni

46B5DABF391877245

ENAM RIBU RUPIAH
6000

DJP

Doni Saputra

HALAMAN PERSEMBAHAN

MOTTO :

" Sesungguhnya hati manusia itu berkarat seperti berkaratnya besi. Sahabat-sahabat bertanya, "Apakah pengilapnya wahai Rasulallah?" Rasulallah menerangkan: Membaca Al-Quran dan Mengingat maut."

[HR Al-Baihaqi]

Karya kecilku ini kupersembahkan untuk:

1. Kedua orangtuaku yang selalu menyanyangi dan mendo'akanku.
2. Saudara-saudaraku tersayang beserta keluarga besarku.
3. Sahabatku dan teman-teman seperjuanganku Teknik Mesin 2008
4. Almamater kebanggaanku yang telah mendewasakanku

ABSTRAK

Proses press pada pembentukan pelat bodi mobil menimbulkan adanya tegangan sisa yang berpengaruh terhadap sifat mekanis dan laju korosi. Bentuk tegangan sisa yang sering dijumpai yaitu pada bak mobil *pick up*. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis korosi yang terjadi pada lekukan pelat bak mobil *pick up* serta membandingkan laju korosi antara bodi mobil yang terdapat lekukan dengan bodi mobil yang tidak terdapat lekukan di dalam media air rawa. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa hasil pengamatan visual bentuk korosi yang terjadi pada spesimen adalah korosi merata (*Uniform Corrosion*). Spesimen yang berbentuk lengkung memiliki laju korosi yang lebih tinggi dibandingkan spesimen yang berbentuk lurus. Dari nilai laju korosi yang didapat yakni 0,1773, 0,2572, 0,2544 untuk spesimen berbentuk lurus dan 0,2762, 0,3512, 0,2243 untuk spesimen berbentuk lengkung ketahanan korosi pelat mobil *pick up* yang diuji tersebut termasuk dalam kategori *Good* karena nilai laju korosinya berkisar 0,1 – 0,5 mm/yr. Dari hasil pengamatan metalografi, pada spesimen berbentuk lengkung yang telah dicelupkan kedalam air rawa terdapat retak *intergranular* sedangkan pada spesimen berbentuk lurus tidak terdapat retak *intergranular*. Produk korosi yang terjadi pada kedua spesimen adalah $\text{Fe}(\text{OH})_2$ dan $\text{Fe}(\text{OH})_3$

Kata kunci : Korosi, *Pick up*, Tegangan Sisa, Laju Korosi

ABSTRACT

The process of the establishment press plate of the car body rise to the residual stress effect on mechanical properties and corrosion rate. Form of residual stress that is often found in car pick up because the car pick up there is a form of curvature that causes stresses. This research is done to analyze the corrosion that occurs in the indentation of car pick up plate and compare the corrosion rate between the vehicle body contained indentations with the car body that is not contained in the indentation in the media swamp water. The results of this research indicate that visual observations form of corrosion that occurs on the specimen is uniform corrosion. Specimens that form indentations have a higher corrosion rate than specimens straight shape. Of the value of the corrosion rate obtained 0.1773, 0.2572, 0.2544 for specimens straight shape and and 0.2762, 0.3512, 0.2243 for specimen form of indentation. Corrosion resistance of the tested car pick up plate are included in the category Good for corrosion rate values ranged from 0.1 to 0.5 mm / yr. From metallographic observations, the specimen form of indentation that has been dipped in water swamps are intergranular cracking while on a straight-shaped specimens there is not intergranular cracking. Products of corrosion that occurs in both specimens is $Fe(OH)_2$ and $Fe(OH)_3$

Keywords : Corrosion , Pick up , Residual Stress , Corrosion Rate

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji dan syukur Penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga Penulis dapat menyelesaikan penelitian dalam rangka Tugas Akhir (Skripsi) yang dibuat untuk memenuhi syarat mengikuti Seminar dan Sidang Sarjana pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Skripsi ini yang berjudul **“Analisa Korosi Pada Bak Mobil *Pick Up* Dalam Media Air Rawa”**. Penulis menyadari bahwa keberhasilan penelitian dan penulisan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan yang diberikan berbagai pihak dan hanya ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya yang dapat saya ucapkan kepada pihak-pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung. Terima kasih saya ucapkan kepada :

1. Bapak Qomarul Hadi, ST, MT. selaku ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Ir. Dyos Santoso, MT selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
3. Ir. Helmy Alian, MT. selaku dosen pembimbing skripsi yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Dr. Ir. Amrifan Saladin Mohruni, Dipl,-ing selaku dosen pembimbing akedemik.
5. Seluruh staf, dosen, dan administrasi di Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
6. Kak Kholid, ST selaku staf di LAB. NDT PT PUSRI Palembang, Kak Yatno selaku teknisi LAB. Metalurgi Teknik Mesin UNSRI, Kak Iwan selaku teknisi di LAB. CNC-CAD/CAM, “Romo” Sukirman selaku teknisi di LAB. OTK Teknik Kimia UNSRI dan Mbak Desi selaku analis di LAB. Bioproses Teknik Kimia UNSRI, Kak iyan & Kak Sapril selaku staf jurusan yang selalu memberikan informasi penting mengenai sidang sarjana.

7. Ayah dan Ibuku tercinta yang telah memberikan doa, kasih sayang, dorongan dan semangat baik secara moril maupun materil demi keberhasilan penulis.
8. Seluruh keluarga besarku yang turut memberikan harapan & doa agar cepat menyelesaikan skripsi ini.
9. Sahabat seperjuangan Riko, Bowo, Mista, Rio "Bim Jin Piu" dan Andre Burmek.
10. Teman - teman yang telah Sarjana, Putra, ST, Andrianto ST, Rury, ST, Een ST, Joko, ST, Fadli, ST dan Wenny, ST terima kasih atas bimbingan dan motivasi agar cepat menyelesaikan skripsi ini.
11. Teman – teman yang suka nginap, Gilang, Musa, Eja PUSRI & Jani Jalid. Terima kasih atas hiburan PESnya dan kegembiraannya.
12. Para Penghuni Panti Galau, Eja Gondrong, Rantau, Wanstein, Ayong, Rhedo, Ibe, Yoga dan lain-lain yang telah disebutkan. Terima kasih atas dukungan yang diberikan
13. Penghuni Kosan Buk Armi Lr. Tembesu, Ardhan, Bima, Dwi, Otet, Yuk Ya, Dop, & Tian makasih atas penginapannya dan suka dukanya ketika di Palembang.
14. Sdr.i. Amelin Hartaty (makasih atas bantuan mengantarkan ke Lab Tekim) dan Sdr.i Indah Andiny Puteri (makasih atas hitungan kimianya).
15. Seluruh Angkatan TM'08, adek tingkat serta Almamaterku Tercinta, Universitas Sriwijaya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih sangat jauh dari sempurna. Untuk itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang konstruktif dalam penyempurnaan skripsi ini selanjutnya. Semoga penulisan skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang memerlukannya

Inderalaya, Januari 2014

Penulis

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|------------------------------------------------------|---------|
| HALAMAN JUDUL..... | ii |
| HALAMAN PENGESAHAN..... | iii |
| HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS | iv |
| HALAMAN PERSEMBAHAN..... | v |
| ABSTRAK..... | vi |
| KATA PENGANTAR..... | viii |
| DAFTAR ISI..... | x |
| DAFTAR GAMBAR..... | xii |
| DAFTAR TABEL..... | xiii |
| DAFTAR SIMBOL..... | xiv |
| BAB 1. PENDAHULUAN | |
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah..... | 2 |
| 1.3 Batasan Masalah..... | 2 |
| 1.4 Tujuan Penelitian..... | 3 |
| 1.5 Manfaat Penelitian..... | 3 |
| 1.6 Metode Penelitian..... | 4 |
| 1.7 Sistematika Penulisan..... | 4 |
| BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA | |
| 2.1 Gambaran Umum Proses Pembuatan Mobil | 6 |
| 2.1.1. Proses <i>Pressing</i> | 6 |
| 2.1.2 Proses <i>Welding</i> | 7 |
| 2.1.3. Proses <i>Painting</i> | 8 |
| 2.1.4. Proses <i>Assembling Engine</i> | 9 |
| 2.1.5. <i>Assembling</i> | 10 |
| 2.1.6. <i>Inspection</i> | 11 |
| 2.2 Korosi Baja Pada Lingkungan Air | 12 |
| 2.3 Lingkungan <i>Aqueous</i> (Media Korosif) | 13 |
| 2.4.1. <i>Langelier Saturation Index</i> (LSI) | 13 |
| 2.4.2. <i>Ryznar Stability Index</i> (RSI)..... | 15 |
| 2.4 Perhitungan Laju Korosi..... | 16 |
| BAB 3. METODELOGI PENELITIAN | |
| 3.1 Alat dan Bahan..... | 20 |
| 3.1.1. Alat..... | 20 |
| 3.2.2. Bahan | 20 |
| 3.2 Prosedur Penelitian..... | 21 |
| 3.2.1 Uji Komposisi Bahan..... | 22 |
| 3.2.2 Persiapan Spesimen Penelitian..... | 22 |
| 3.2.2.2 Pematangan Spesimen..... | 22 |

| | |
|---------------------------------------------|----|
| 3.2.2.1 Pembersihan Permukaan Spesimen..... | 23 |
| 3.2.2.3 Penimbangan Berat Spesimen..... | 24 |
| 3.2.3 Uji Komposisi Media Celup | 25 |
| 3.2.4 Pengujian Metallografi | 25 |

BAB 4. ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

| | |
|---------------------------------------|----|
| 4.1 Hasil Pengujian Komposisi..... | 27 |
| 4.2 Hasil Pengujian Media Celup | 28 |
| 4.3 Hasil Pengamatan Visual | 30 |
| 4.4 Hasil Uji Metallografi..... | 33 |
| 4.5 Hasil Pengujian Korosi | 39 |

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

| | |
|---------------------|----|
| 5.1 Kesimpulan..... | 40 |
| 5.2 Saran..... | 41 |

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

| Gambar | Halaman |
|-------------------------------------------------------------------------|---------|
| 3.1 Skema penelitian | 19 |
| 3.2 Penampang dan ukuran spesimen uji..... | 21 |
| 3.3 Mesin Uji Komposisi PMI MASTER PRO | 22 |
| 3.4 Pelat berbentuk lurus | 23 |
| 3.6 Pelat berbentuk lekukan | 24 |
| 4.1 Pelat berbentuk lurus pencelupan 24 jam | 32 |
| 4.2 Pelat berbentuk lengkung pencelupan 24 jam | 31 |
| 4.3 Pelat berbentuk lurus pencelupan 48 jam | 31 |
| 4.4 Pelat berbentuk lengkung pencelupan 48 jam | 31 |
| 4.5 Pelat berbentuk lurus pencelupan 72 jam | 32 |
| 4.6 Pelat berbentuk lengkung pencelupan 72 jam | 32 |
| 4.7 Struktur mikro pelat lurus setelah dicelup di media air rawa | 34 |
| 4.8 Struktur mikro pelat lurus setelah dicelup ke dalam media air | |
| 4.9 Hubungan antara waktu perendaman dengan laju korosi | 38 |

DAFTAR TABEL

| Tabel | Halaman |
|---------------------------------------------------------------------|---------|
| 2.1 Hubungan satuan laju korosi sesuai dengan nilai K | 17 |
| 2.2 Klasifikasi ketahanan material berdasarkan laju korosi | 18 |
| 4.1 Komposisi kimia material dalam % berat | 27 |
| 4.2 Komposisi kimia media celup | 38 |
| 4.4 Hasil perhitungan laju korosi (metode <i>weight loss</i>)..... | 37 |

DAFTAR SIMBOL

| | |
|----------|-------------------------------------------------------|
| <i>A</i> | <i>luas permukaan yang terkorosi (cm²)</i> |
| <i>D</i> | <i>densitas material (gr/cm³)</i> |
| <i>K</i> | <i>konstanta</i> |
| <i>T</i> | <i>lamanya waktu ekspos (jam)</i> |
| <i>W</i> | <i>berat yang hilang selama percobaan (gram)</i> |

BAB 1

PENDAHULUAN



1.1 Latar belakang

Pada saat ini mobil sudah menjadi kebutuhan bagi kehidupan manusia. Perannya sebagai alat transportasi orang dan barang menyebabkan industri mobil berkembang pesat. Kualitas mobil makin hari makin ditingkatkan. Salah satu peningkatan kualitas yaitu ketahanan terhadap korosi. Mobil umumnya terbuat dari logam sangat rentan terhadap korosi terutama pada bodi mobil. Pelat bodi mobil sering bersentuhan langsung dengan lingkungan yang bersifat korosif dan menyebabkan pembentukan dan pengeringan lapisan tipis elektrolit (Arbintarso,2009) .

Pada umumnya bodi mobil dibentuk dengan proses *press*. Proses ini menyebabkan terjadi lekukan dengan jari-jari tertentu sesuai desain dari perusahaan masing-masing. Dari lekukan tersebut mengakibatkan terjadinya perubahan struktur mikro dan tegangan sisa, dimana pada akhirnya berpengaruh terhadap sifat mekanis dan laju korosi (Arbintarso,2009). Secara mikro, efek dari tegangan sisa ini dapat menimbulkan korosi antar butir yang berupa *intergranular* atau *transgranular*

Salah satu bentuk *press* yang terdapat pada mobil adalah bak mobil *pick up*. Bentuk lekukan yang terdapat pada bak mobil *pick up* ini dapat menyebabkan tegangan dan korosi.

Berdasarkan uraian di atas, penulis tertarik untuk melakukan penelitian terhadap pengaruh tegangan pada bak mobil *pick up*. Dalam penelitian ini, penulis mengambil judul tentang “ANALISA KOROSI PADA BAK MOBIL *PICK UP* DALAM MEDIA AIR RAWA”

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, dapat dirumuskan suatu permasalahan bagaimana menganalisis pengaruh bentuk lekukan pada pelat bodi mobil *pick up* terhadap laju korosi.

1.3 Batasan Masalah

Pembatasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengujian dilakukan pada pelat bodi mobil *pick up*
2. Media yang digunakan adalah air rawa
3. Pelapisan (*coating*) pada spesimen untuk laju korosi ditiadakan.
4. Pengujian dilakukan untuk uji material bukan uji produk.
5. Permukaan material dianggap homogen.
6. Dimensi pemotongan dan komposisi kimia material dianggap homogen
7. Pengujian dilakukan pada tekanan atmosfer dan temperatur kamar.
8. Parameter proses produksi pelat bodi mobil (seperti *coldwork* dan sebagainya) diasumsikan seragam untuk semua spesimen pelat bodi mobil.

9. Temperatur, tekanan dan kelembaban udara dianggap konstan selama penelitian berlangsung.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan utama dari penelitian ini adalah :

1. Menganalisis korosi yang terjadi pada lekukan pelat bak mobil *pick up*
2. Membandingkan laju korosi antara bodi mobil yang terdapat lekukan dengan bodi mobil yang tidak terdapat lekukan di dalam media air rawa.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian tugas akhir ini, antara lain

1. Mengidentifikasi pengaruh air rawa terhadap jenis korosi pada material pelat bodi mobil *pick up* yang terdapat lekukan.
2. Dapat memperkaya kajian di bidang pengendalian korosi mengenai pengaruh lekukan pada material pelat bodi mobil.
3. Memberikan kontribusi atau pengetahuan kepada mahasiswa teknik mesin dan civitas akademika pada khususnya dalam menganalisis korosi retak tegang.

1.6 Metode Penelitian

Untuk mencapai tujuan dan sasaran, dalam tugas akhir ini di gunakan metode sebagai berikut :

1. Studi Pustaka

Kajian pustaka dilakukan terhadap beberapa paper, jurnal, buku, dan standar yang ada berkaitan dengan korosi tegangan.

2. Observasi/ Survey

Observasi yang dilakukan meliputi proses persiapan pelat mobil *pick up* yang akan di uji.

3. Konsultasi

Penulis melakukan konsultasi dengan pembimbing dan beberapa orang yang di anggap paham untuk mencari solusi terhadap permasalahan yang ada.

4. Metode deskriptif analitis

Metode deskriptif analitis dilakukan dengan menganalisis data dan informasi yang terkumpul dari hasil kajian pustaka dan observasi.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam karya tulis ini adalah sebagai berikut :

BAB 1 : berisi pendahuluan yang menerangkan latar belakang penulisan, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

- BAB 2** : berisi landasan teori yang menerangkan tentang studi pustaka, gambaran umum proses pembuatan mobil, definisi korosi retak tegang, penyebab terjadinya korosi retak tegang, lingkungan aqueous (media korosif), dan perhitungan laju korosi.
- BAB 3** : berisi skema penelitian, alat dan bahan, prosedur penelitian, yang terdiri dari uji komposisi bahan, persiapan spesimen penelitian, uji komposisi media celup, dan pengujian metalografi
- BAB 4** : berisi data hasil pengujian dan analisis data hasil pengujian.
- BAB 5** : berisi kesimpulan dan saran dari penelitian yang dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arbitarso, Ellyawan S.2009."Perilaku Korosi Pada Sambungan Pelat Pembentuk Bodi Mobil".Yogyakarta: Jurusan Teknik Mesin Institut Sains & Teknologi AKPRIND
- ASM Handbook.2003."Corrosion Fundamentals Testing And Protection", Volume 13A. ASM International
- ASTM.1999." ASTM G1-03 Standard Practice for Preparing, Cleaning, and Evaluating Corrosion Test Specimens".Philadelphia: ASTM
- Desiana, Chumairah.2008."Pengaruh Temperatur Terhadap Laju Korosi Baja Karbon dan Baja Laterit Pada Lingkungan". Depok: Universitas Indonesia
- Fanhas, Moh Addi.2012." Analisa Laju Korosi HSLA (High Strength Low Alloy Steel) Terhadap Keasaman H₂so₄ Dan Analisa Kekuatannya (Strength) Sebagai Plat Body Otomotif". Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Febriyanti, Eka.2008." Studi Pengaruh Penambahan NaCl (PPM) dan Penigkatan pH Larutan Terhadap Laju Korosi Baja Karbon dari Biji Besi Hematite dan Biji Besi Laterite". Depok: Universitas Indonesia
- Fontana,M.G. and Greene, N.D.1978. "Corrosion Engineering, Edisi ke-2, NewYork : McGrawHill Book Company
- Hapsari, Ade Utami.2008."Studi Pengaruh Tegangan dan Waktu Perendaman Terhadap Bentuk Korosi Pada Baja dari Biji Besi Laterite". Depok: Universitas Indonesia
- Jones, Deny A.1992."Principle and Prevention of Corrosion". New York: Macmillan Publishing Company
- Pangestuningrum, Galih.2006." Identifikasi Kecacatan Bagian Painting dengan Statistical Process Control Di PT Indomobil Suzuki International". Jakarta: Universitas Bina Nusantara
- Setiawan, Budi.2008."Pengaruh Tegangan dan Konsentrasi NaCl Terhadap Korosi Retak Tegang Pada Baja Dari Spons Biji Laterit". Depok: Universitas Indonesia
- Talbot, David dan James Talbot.1998. "Corrosion Science and Technology". New York: CRC Press