

**ANALISA PENGARUH MEDIA PENDINGIN PERLAKUAN
PANAS TERHADAP KEKERASAN DAN LAJU KOROSI PADA
BAJA KARBON MEDIUM DENGAN LARUTAN NaCl**



Scripsi

**BUSANA UNTUK MENGENALILAH BAHU SYALAT UNCIHES 211 CEAT SADIWA TERCE
PADA JETORAN TEKNIK NEGAS / AKULTAS SRIWIJAYA
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

Oleh

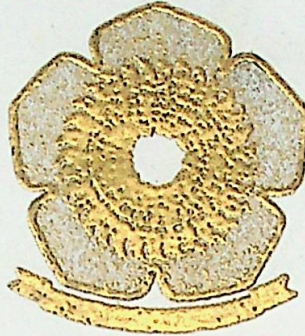
**YUDI APRIANTO
03013150090**

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS SRIWIJAYA
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2007**

669.028.407
620.1107
Afr
1

R 15636
15998

2007 ANALISA PENGARUH MEDIA PENDINGIN PERLAKUAN
PANAS TERHADAP KEKERASAN DAN LAJU KOROSI PADA
BAJA KARBON MEDIUM DENGAN LARUTAN NaCl



Skripsi

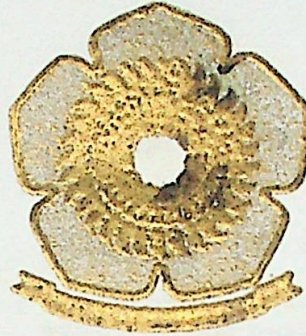
DIBUAT UNTUK MEMENUHI SALAH SATU SYARAT MEMPEROLEH GELAR SARJANA TEKNIK
PADA JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS SRIWIJAYA
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Oleh

YUDI AFRIANTO
03013150090

JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS SRIWIJAYA
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2007

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN**



**ANALISA PENGARUH MEDIA PENDINGIN PERLAKUAN
PANAS TERHADAP KEKERASAN DAN LAJU KOROSI PADA
BAJA KARBON MEDIUM DENGAN LARUTAN NaCl**

Oleh :

Nama : Yudi Afrianto
Nim : 03013150090

Inderalaya, Februari 2007

Diperiksa dan Disetujui Oleh
Dosen Pembimbing

Ir. Helmy Alian, MT
NIP.131 672 077



**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin**

Ir. Helmy Alian, MT
NIP.131 672 077

UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN

AGENDA NO
DITERIMA TANGGAL :
PARAF :

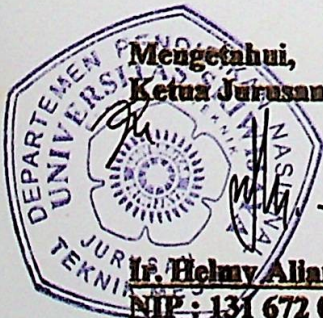
:1623 /TA/IA/07
: 13 Maret 2007
:

SKRIPSI

NAMA : YUDI AFRIANTO
NIM : 03013150090
MATA KULIAH : PENGENDALIAN KOROSI
SPESIFIKASI : ANALISA PENGARUH MEDIA PENDINGIN
PERLAKUAN PANAS TERHADAP
KEKERASAN DAN LAJU KOROSI PADA
BAJA KARBON MEDIUM DENGAN
LARUTAN NaCl

DIBERIKAN TANGGAL : Agustus 2007

SELESAI TANGGAL : Januari 2007



Ir. Helmy Alian, MT
NIP : 131 672 077

Inderalaya, Februari 2007
Diperiksa dan disetujui oleh:
Dosen Pembimbing

Ir. Helmy Alian, MT
NIP : 131 672 077

Motto:

• Bukankah Kami telah melapangkan untukmu dadamu? dan Kami telah menghilangkan dari padamu bebarmu, yang memberatkan punggungmu dan kami tinggikan bagimu sebutanmu. Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, **SESUNGGUHNYA SESUDAH KESULITAN ITU ADA KEMUDAHAN** Maka apabila kamu telah selesai (dari sesuatu urusan), kerjakannya dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain, **DAN HANYA KEPADA TUHANMULAH HENDAKNYA KAMU BERHARAP**

(Q.S. Al Insyirah 1 :8)

Kupersembahkan kepada :

- ♥ *Papa dan Mamaku
Tercinta*
- ♥ *Ayoek, Abang dan Adikku
Tersayang*
- ♥ *Sayangku "Titi" yang Imoet*
- ♥ *Teman-temanku*
- ♥ *Almamaterku*

ABSTRAK

Logam merupakan material yang sangat berguna dalam berbagai industri, namun dalam penggunaannya sering terjadi penurunan mutu logam yang salah satu penyebabnya adalah korosi. Peristiwa korosi sangat mudah terjadi pada jenis logam yang reaktif terhadap lingkungan. Proses korosi terjadi secara alamiah dan laju korosinya tergantung dari kondisi lingkungannya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui ketahanan terhadap korosi dari spesimen yang telah diberi perlakuan panas (*heat treatment*) dan di celup cepat atau pendinginan cepat (*quenching*), pendinginan yang dilakukan adalah *quenching* air dan *quenching* oli.

Penelitian dilakukan dengan metode eksperimental di Laboratorium Metallurgi Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya. Pengujian dilakukan dengan mempersiapkan lima belas spesimen, sepuluh diantaranya diberi perlakuan panas, *quenching* oli dan *quenching* air. Spesimen tersebut dikorosikan di lingkungan 5 % NaCl. Waktu pengkorosian adalah selama 24, 48, 72, 96 dan 120 jam.

Dari spesimen dapat disimpulkan bahwa spesimen yang mengalami proses *quenching* air dengan laju korosi 9.837 mm/tahun lebih tahan korosi daripada spesimen yang mengalami proses *quenching* oli 10.0502 mm/tahun dan spesimen tanpa perlakuan dengan laju korosi 10.4878 mm/tahun.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena berkat rahmat dan karunia-Nya pula penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan judul "*Analisa Pengaruh Medium Quenching Terhadap Kekerasan dan Laju Korosi Pada Baja Karbon Medium Dengan Larutan NaCl*" yang selalu memberikan petunjuk dan karunia-Nya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan tepat waktu. Shalawat dan salam kepada Nabi Muhammad SAW, beserta keluarga, sahabatnya juga para pengikut-pengikutnya hingga akhir zaman.

Dalam kesempatan ini pula penulis ingin mengucapkan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada semua pihak yang telah memberikan bimbingan, pengarahan dan pemikiran dalam penulisan terutama kepada :

1. Bapak Dr. Ir. H. Hasan Basri, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Ir. Helmy Alian, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin FT. UNSRI dan dosen pembimbing utama skripsi yang telah banyak meluangkan waktu untuk memberikan bantuan dan saran serta atas kesabarannya dalam membimbing penulis dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
3. Bapak Ir. Zahri Kadir, M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin FT. UNSRI.
4. Para dosen pengajar dan staf administrasi di lingkungan Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

5. Kedua orang tua, keluarga atas doa dan dukungan yang diberikan selama ini
6. Sayangku Rahmayati, Makasih buat semuanya yach, Skripsi ini kk persembahkan buat sayang.
7. Keponakanku dirumah yang lucu-lucu, Risa, Andika, Dio.
8. Mekanik Bengkelku, K'Arif, , tetap terus bekerja.
9. Teman-teman Jurusan Teknik Mesin Angkatan 2001, Iboy, Edo, Cudux, Toel, Hensud, serta teman-teman seperjuangan di Teknik Mesin 2001 lainnya, yang tidak mungkin penulis sebutkan satu-persatu.
10. Semua pihak yang telah banyak membantu dalam selesainya skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Karena terbatasnya kemampuan penulis, pada skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan. Oleh karena itu penulis membuka diri untuk menerima kritik dan saran yang sifatnya membangun agar sempurnanya skripsi ini.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta bagi kita semua.

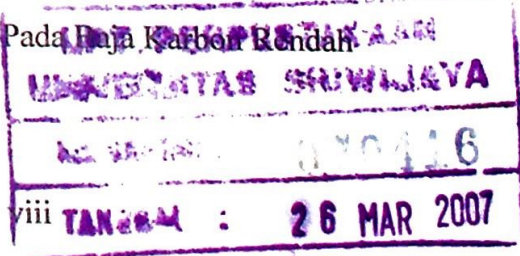
Salam...

Palembang, Januari 2007

Penulis.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I. PENDAHULUAN	I-1
I.1. Latar belakang	I-1
I.2. Pembatasan masalah	I-3
I.3. Tujuan Penelitian	I-3
I.4. Tempat dan metode penelitian	I-3
I.5. Sistematika penulisan	I-4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	II-1
II.1. Pengaruh Celup Cepat Pada Baja Karbon Rendah Terhadap Laju Korosi Galvanik Di Lingkungan 0.5 M H ₂ SO ₄	II-1
II.2. Analisa Laju Pendinginan Uji Jominy Baja Karbon Medium Dengan Anys 5.4 Dan Kekerasan Jominy dengan Metode Gossman	II-2
II.3. Pengaruh Perlakuan Panas Pada Baja Karbon Rendah	viii



Terhadap Laju Korosi Dengan Media Larutan NaCl 5%	II-2
II.4. Perlakuan Panas.....	II-3
II.4.1. <i>Annealing</i> (pelunakan)	II-4
II.4.2. <i>Hardening</i> (pengerasan)	II-4
II.4.3. <i>Homogenizing</i> (homogenisasi).....	II-8
II.4.4. <i>Normalizing</i> (normalisasi)	II-8
II.4.5. <i>Quenching</i> (pencelupan cepat)	II-8
II.5. Baja Karbon	II-9
II.5.1. Baja Karbon Rendah	II-11
II.5.2. Baja Karbon Sedang	II-11
II.5.3. Baja Karbon Tinggi	II-12
II.6. Pengaruh Unsur-Unsur Pada Baja Karbon	II-12
II.6.1. Karbon (C).....	II-12
II.6.2. Sulfur (S)	II-13
II.6.3. Fosfor (P)	II-13
II.6.4. Silikon	II-13
II.6.5. Mangan	II-13
II.7. Martensit	II-14
II.8. Diagram Fasa Kesetimbangan Fe-Fe ₃ C	II-15
II.9. Korosi	II-17
II.10. Jenis-Jenis Korosi	II-19
II.10.1. Korosi Merata	II-19
II.10.2. Korosi Celah	II-20
II.10.3. Korosi Sumuran	II-21
II.10.4. Korosi Intergranular	II-22
II.10.5. Korosi Selektif	II-23
II.10.6. Korosi Erosi	II-23
II.10.7. Korosi Retak Tegang	II-24
II.10.8. korosi Lelah (fatigue)	II-25
II.10.9. Korosi Galfanik	II-25
II.11. Kerugian karena Korosi	II-27

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	III-1
III.1. Tahapan Persiapan	III-2
III.1.1. Penyiapan Spesimen	III-2
III.1.2. Pemanasan Spesimen	III-3
III.1.3. Penyiapan Wadah Larutan	III-4
III.1.4. Penyiapan Larutan	III-4
III.1.5. Pencelupan	III-5
III.1.6. Tahap Penyelesaian	III-6
III.1.7. Pengujian Kekerasan	III-6
III.1.8. Tahapan Pengujian Struktur Mikro	III-8
BAB IV. ANALISA DAN PEMBAHASAN	IV-1
IV.1. Hasil Pengujian	IV-1
IV.2. Data hasil uji metallografi	IV-6
IV.3. Data hasil uji korosi	IV-8
IV.3.1. Spesimen tanpa perlakuan untuk 1 hari	IV-8
IV.3.2. Spesimen <i>quenching</i> oli untuk 1 hari	IV-9
IV.3.3. Spesimen <i>quenching</i> air untuk 1 hari	IV-11
IV.4. Perhitungan Laju Korosi	IV-12
IV.5. Pembahasan Pengujian Kekerasan	IV-19
IV.6. Pembahasan korosi terhadap spesimen tanpa perlakuan, <i>quenching</i> air, <i>quenching</i> oli	IV-20
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	V-1
V.1. Kesimpulan	V-1
V.2. Saran	V-2

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
II.1. Diagram TTT	II-7
II.2. Diagram fasa Fe-Fe ₃ C	II-15
II.3. Komponen pembentuk korosi	II-17
II.4. Korosi Merata	II-20
II.5. Korosi Celah	II-20
II.6. Korosi Sumuran	II-21
II.7. Korosi Erosi	II-24
II.10. Korosi Galvanik	II-26
III.1. Diagram Alir	III-1
III.2. Dimensi Spesimen	III-2
III.3. Temperatur pemanasan dalam pengujian	III-3
IV.1. Grafik kekerasan (R _A) spesimen tanpa perlakuan	IV-2
IV.2. Grafik kekerasan (R _A) spesimen <i>quenching</i> air	IV-3
IV.3. Grafik kekerasan (R _A) spesimen <i>quenching</i> oli	IV-4
IV.4. Grafik gabungan pengujian kekerasan (R _A)	IV-5
IV.5. Struktur mikro spesimen tanpa perlakuan (pembesaran 800 X, Etsa Nital 3%)	IV-6
IV.6. Struktur mikro spesimen <i>quenching</i> air (pembesaran 800 X, Etsa Nital 3%)	IV-7
IV.7. Struktur mikro spesimen <i>quenching</i> oli (pembesaran 800 X, Etsa Nital 3%)	IV-7
IV.8. Grafik kehilangan berat spesimen tanpa perlakuan	IV-9
IV.9. Grafik kehilangan berat spesimen <i>quenching</i> oli	IV-10
IV.10. Grafik kehilangan berat spesimen <i>quenching</i> air	IV-11
IV.11. Permukaan spesimen yang terekspos	IV-13

IV.12. Grafik laju korosi untuk spesimen tanpa perlakuan	IV-16
IV.13. Grafik laju korosi untuk spesimen <i>quenching</i> oli	IV-17
IV.14. Grafik laju korosi untuk spesimen <i>quenching</i> air	IV-18
IV.15. Grafik perbandingan laju korosi untuk spesimen tanpa Perlakuan, <i>quenching</i> air dan <i>quenching</i> oli	IV-19

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
III.1.7. Jenis Indentor Pengujian Rockwell	III-6
IV.1. Data hasil pengujian kekerasan spesimen tanpa perlakuan	IV-1
IV.2. Data hasil pengujian kekerasan spesimen <i>quenching</i> air	IV-2
IV.3. Data hasil pengujian kekerasan spesimen <i>quenching</i> oli	IV-3
IV.4. Data gabungan tingkat kekerasan spesimen tanpa perlakuan, <i>quenching</i> air, <i>quenching</i> oli	IV-4
IV.5. Data hasil uji korosi spesimen tanpa perlakuan	IV-9
IV.6. Data hasil uji korosi spesimen <i>quenching</i> oli	IV-10
IV.7. Data hasil uji korosi spesimen <i>quenching</i> air	IV-11
IV.8. Data hasil perhitungan laju korosi untuk spesimen tanpa Perlakuan	IV-16
IV.9. Data hasil perhitungan laju korosi untuk spesimen <i>quenching</i> Oli	IV-17
IV.10. Data hasil perhitungan laju korosi untuk spesimen <i>quenching</i> Air	IV-18

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Spesifikasi Spesimen.....	L1
I. Foto Tungku Hoffman	L3
I. Alat Uji kekerasan Rockwell	L3
II. Foto Mikroskop	L4
II. Foto Timbangan Digital	L4
II. Drier	L4
III. Foto Spesimen Tanpa Perlakuan	L5
III. Foto Spesimen <i>Quenching</i> Oli	L5
III. Foto Spesimen <i>Quenching Air</i>	L5



BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Sejak pertama kali logam dikenal serta dikelola secara besar-besaran melalui beberapa tahap proses pengolahan sampai menjadi material yang siap digunakan, perkembangan peradapan manusia melaju dengan pesat, semuanya itu ditandai dengan perkembangan di bidang industri dan teknologi yang dapat kita rasakan dewasa ini. Logam memiliki sifat-sifat yang lebih baik dibandingkan dengan unsur lainnya. Selain memiliki keadaan fisik logam yang tidak tembus cahaya, mengkilap dan kokoh, logam juga mempunyai sifat-sifat khusus yang tidak dimiliki oleh yang lainnya seperti ulet, mempunyai daya hantar listrik yang baik, mempunyai kekuatan dan berat. Pemanfaatan logam yang begitu luas di berbagai sektor menjadikan penggunaannya diusahakan seoptimal mungkin, akan tetapi dalam kenyataan yang sering terjadi banyak sekali faktor yang menyebabkan daya guna logam tersebut menurun sehingga penggunaan logam tersebut tidak seefektif yang diharapkan. Salah satu faktor yang banyak dijumpai dalam kasus ini adalah korosi.

Masalah korosi telah ditemukan sejak dimulainya penggunaan logam dalam peradapan manusia karena korosi merupakan masalah alamiah, maka korosi tidak dapat dihindarkan, tetapi kita dapat berusaha mengendalikannya.



Oleh karena itu pemahaman tentang korosi dan cara pengendaliannya adalah penting meskipun pengetahuan kita mengenai korosi masih sangat terbatas.

Korosi merupakan penurunan mutu logam akibat reaksi kimia atau elektrokimia dengan lingkungan. Korosi tidak mengenal tempat, baik itu di dalam tanah, di udara bebas (atmosfer) ataupun dilingkungan air. Lingkungan yang sangat mudah untuk terjadinya korosi (bersifat korosi) adalah salahsatunya di daerah-daerah industri yang banyak berhubungan dengan zat kimia dengan kata lain industri yang menggunakan zat –zat kimia dalam operasinya.

Korosi tidak hanya menurunkan daya guna dari logam, namun juga menimbulkan kerugian dari segi biaya, pemborosan sumber daya alam serta ketidaknyamanan bagi manusia. Dengan mengacu kepada kerugian- kerugian yang ditimbulkan oleh akibat korosi ini, ternyata pemahaman tentang korosi dan pengetahuan yang cukup mengenai cara pengendaliannya dan penanggulangannya dirasakan sangatlah diperlukan, sehingga nilai daya guna pemanfaatan logam akan maksimum.

Sejalan dengan kemajuan teknologi dewasa ini, terutama dibidang rekayasa tentu melibatkan logam sebagai material penunjang baik itu logam murni maupun berupa paduan-paduannya. pemilihan bahan ini harus sesuai dengan maksud dan tujuan pemakaiannya, sehingga dapat digunakan seoptimal mungkin. Banyaknya korosi pada logam terutama pada konstruksi bermotor, permukaan gasket, antara baut dan kepala paku keeling, memotivasi penulis untuk melakukan penelitian tentang korosi terutama menyangkut masalah korosi pada logam. Dalam hal ini korosi dilarutan Natrium klorida



(NaCl) yang terjadi pada Baja Karbon Medium setelah mengalami proses *heat treatment* (perlakuan panas) dan dicelup cepat dengan oli dan air sebagai bahasan utama dalam penulisan ini.

I.2. Pembatasan Masalah

Pada penelitian dan pengajian ini akan dipelajari aspek-aspek teoritis tentang korosi pada baja karbon medium yang mengalami proses perlakuan yang berbeda, *quenching oli*, *quenching air*, dan tanpa perlakuan pada lingkungan larutan 5% Natrium Chlorida (NaCl).

I.3. Tujuan Penelitian

1. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui dan membandingkan laju korosi dengan perlakuan *quenching air*, *quenching oli* dan tanpa perlakuan pada material baja karbon medium di lingkungan larutan 5% NaCl.
2. Untuk memenuhi syarat dalam menyelesaikan pendidikan di Universitas Sriwijaya Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin.
3. Untuk salah satu bahan bacaan bagi penelitian yang berkaitan.

I.4. Tempat dan Metode Penelitian

Penelitian terhadap korosi ini dilakukan di Laboratorium Korosi dan Laboratorium Metallurgi Fakultas Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.

Metode penelitian yang digunakan :



(NaCl) yang terjadi pada Baja Karbon Medium setelah mengalami proses *heat treatment* (perlakuan panas) dan dicelup cepat dengan oli dan air sebagai bahasan utama dalam penulisan ini.

I.2. Pembatasan Masalah

Pada penelitian dan pengajian ini akan dipelajari aspek-aspek teoritis tentang korosi pada baja karbon medium yang mengalami proses perlakuan yang berbeda, *quenching oli*, *quenching air*, dan tanpa perlakuan pada lingkungan larutan 5% Natrium Chlorida (NaCl).

I.3. Tujuan Penelitian

1. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui dan membandingkan laju korosi dengan perlakuan *quenching air*, *quenching oli* dan tanpa perlakuan pada material baja karbon medium di lingkungan larutan 5% NaCl.
2. Untuk memenuhi syarat dalam menyelesaikan pendidikan di Universitas Sriwijaya Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin.
3. Untuk salah satu bahan bacaan bagi penelitian yang berkaitan.

I.4. Tempat dan Metode Penelitian

Penelitian terhadap korosi ini dilakukan di Laboratorium Korosi dan Laboratorium Metallurgi Fakultas Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.

Metode penelitian yang digunakan :



1. Studi Literatur
2. Observasi Lapangan
3. Pengujian Laboratorium
4. Analisa Data dan Pembahasan

I.5. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dibuat untuk memudahkan dalam penulisan skripsi ini. Sistematika ini juga dapat digunakan sebagai acuan dalam penulisan dan untuk mempersingkat waktu pembacaan karena berisi penjelasan dari tiap-tiap bab secara garis besar. Tiap-tiap bab dalam penulisan ini akan membahas persoalan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Berisikan latar belakang masalah, perumusan masalah, tempat dan metode penelitian yang digunakan, sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Berisikan pengetahuan yang menunjang penelitian ini.

BAB III METODELOGI PENELITIAN

Berisikan penjelasan tentang persiapan spesimen dan metode pengujian yang dilakukan.

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Berisikan data-data yang didapat pada saat penelitian dan pengujian serta analisa yang didapat.



BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Merupakan hasil akhir dari keseluruhan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Tata Surdia, Shindroku Saito, "*Pengetahuan Bahan Teknik*". Penerbit PT. Pradnya Paramita, Jakarta, 1992.
2. Diah Kusuma Pratiwi, Ir, MT, "*Metalurgi Fisik Edisi 1*", Penerbit CV. Karya Utama Palembang, 2005.
3. Qomarul Hadi, ST, MT, "*Diktat Perlakuan Panas*", Universitas Sriwijaya, 2005.
4. Darmawi Bayin, Ir, MT, "*Pengendalian Korosi*", Universitas Sriwijaya, 2005.
5. Kasta Ginting, "*Korosi*", PT. Pusri, Palembang, 2003.
6. Fontana, Mars,G. "*Corrosion Engineering*", 3rd Edition, McGraw-Hill< New York, 1987.
7. Sartono Wirodikromo "*Matematika kelas 9*", Penerbit Erlangga.
8. Lawrence H. Van Vlack, "*Ilmu dan Teknologi Bahan*", Edisi Kelima, Erlangga, Jakarta, 1994.
9. Hendri Chandra, "*Material Sains dan Teknik*", Edisi Pertama, KBK Material Teknik Mesin FT UNSRI, 2004.
10. Hendri Chandra, Diah Kusuma Pratiwi, "*Panduan Praktikum Logam*", Laboratorium Metallurgi Jurusan Teknik Mesin FT UNSRI, 2003.
11. Yaumil Akbar Hadist, "*Pengaruh Proses Celup Cepat pada Baja karbon Rendah Terhadap Laju Korosi Galvanik Di Lingkungan 0.5 M H₂SO₄*", Alumni Teknik Mesin, 1998.