

PENCARUH "HOLDING TIME" KARBUHIDRAT
PADA BAJA KARBON RENDAH TERHADAP LAJU KOROSI



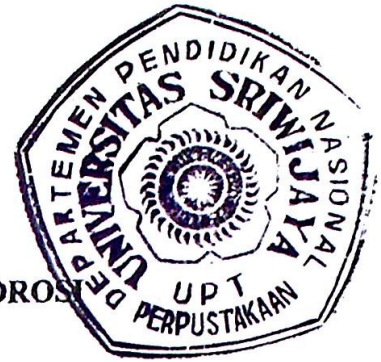
SKRIPSI

Dibuat untuk Memenuhi Persyaratan Menyelesaikan Pendidikan S-1
Pada Jurusan Teknik Metalurgi Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya

Oleh:
ZAMUDDIN
NIM. 20210014

JURISAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWILAJI
2021

S
66g. 9507
Zai
P
2007



**PENGARUH 'HOLDING TIME' KARBURISASI
PADA BAJA KARBON RENDAH TERHADAP LAJU KOROSI**



SKRIPSI

**Dibuat untuk Memenuhi Persyaratan Menyelesaikan Pendidikan S-1
Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

R. 16067
16423

Oleh:
ZAINUDDIN
NIM. 03023150014

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

DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS SRIWIJAYA FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN

SKRIPSI

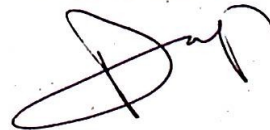
PENGARUH '*HOLDING TIME*' KARBURISASI
PADA BAJA KARBON RENDAH TERHADAP LAJU KOROSI

Oleh :

ZAINUDDIN
03023150014



Diperiksa dan Disetujui Oleh
Dosen Pembimbing Skripsi



Ir. Darmawi B, MT
NIP. 131 672 084

UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN

AGENDA
DITERIMA TANGGAL :
PARAF :

: 1675/11/07
: 28-08-07
: \$

SKRIPSI

Nama : ZAINUDDIN
Nim : 03023150014
Bidang Tugas : PERLAKUAN PANAS DAN KOROSI
Spesifikasi : PENGARUH '*HOLDING TIME*' KARBURISASI PADA
BAJA KARBON RENDAH TERHADAP LAJU KOROSI

Diberikan : Februari 2007
Selesai : Juli 2007

Inderalaya, Juli 2007

Disetujui Oleh
Dosen Pembimbing



Ir. Darmawi B, MT
NIP. 131 672 084

Diketahui Oleh
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Ir. Helmy Allan, MT
NIP. 131 672 077

*"Mengakui kekurangan diri sendiri adalah tangga buat mencapai cita – cita.
Berusaha terus untuk mengisi kekurangan adalah keberanian yang luar biasa,
jadikan dirimu oleh dirimu sendiri (pribadi mandiri)"*

*"Cintailah perjuangan, karena perjuangan mendekatkan kita kepada
tercapainya cita – cita"*

*"Cukuplah Allah SWT sebagai penolongku,
karena tiada daya dan upaya yang dapat dikerjakan,
tanpa pertolongan-Nya"*

Skripsi ini aku persembahkan kepada :

*Kedua orang tuaku yang aku sayangi
Saudara-saudaraku yang aku sayangi
Seseorang yang kelak menjadi pendamping hidupku*

ABSTRAK

Baja karbon rendah banyak dipakai atau digunakan untuk konstruksi dan sering dilakukan perlakuan panas (*Heattreatment*) untuk meningkat kekerasan permukaan dan biasa dilakukan proses karburisasi. Proses karburisasi tersebut diharapkan meningkatnya kekerasan dengan bertambahnya kandung karbon pada permukaan logam. Dengan adanya proses karburisasi tersebut memungkinkan berpengaruh pada laju korosi secara menyeluruh. Pada penelitian ini, dimaksudkan untuk mempelajari karakteristik perubahan kekerasan permukaan baja karbon rendah dan korosi pada baja tersebut akibat pengaruh variasi holding time karburisasi yang dicelupkan dalam larutan NaCl 3,5% + H₂SO₄ 2 % (dalam 1 liter air).

Proses karburisasi membuat atom karbon dari media karbon aktif yang dipakai dalam penelitian ini terdifusi ke kulit baja sampai kedalaman tertentu tergantung pada lama proses. Kekerasan baja yang dapat dicapai pada proses karburisasi dengan holding time bervariasi pada suhu 900⁰ C dan dicelupkan pada media oli menunjukkan perubahan yang cukup besar yaitu pada holding 30 menit kekerasan naik menjadi rata-rata 65,5 HRC dari 54,4 HRC sebelum dilakukan proses karburisasi, kemudian naik menjadi 66,45 HRC pada holding time 60 menit, 67,65 HRC pada holding time 90 menit, kemudian naik menjadi 70,05 HRC pada holding time 120 menit dan mencapai maksimum pada holding time 150 menit yaitu 72,00 HRC. Hasil proses karburisasi dengan holding time berbeda menunjukkan perubahan sifat mekanik baja, khususnya pada bagian permukaan yang berubah menjadi keras akibat adanya penambahan karbon pada permukaan logam.

Pada penelitian korosi pada lingkungan NaCl 3,5 % + H₂SO₄ 2 % menunjukkan bahwa laju korosi pada spesimen tanpa proses karburisasi 17,4191 mm/tahun, dilakukan proses karburisasi 30 menit sebesar 9,2272 mm/tahun, 60 menit 18,3609 mm/tahun, 90 menit 22,1003 mm/tahun, 120 menit 19,6574 mm/tahun, dan 150 menit 16,5389 mm/tahun. Pada penelitian korosi bahwa laju korosi menurun akibat proses karburisasi hal ini disebabkan bertambahnya unsur C pada permukaan logam yang melindungi kontak langsung dengan lingkungan korosif. Dari hasil percobaan dengan holding time 90 menit menunjukkan laju korosi terbesar, hal ini didukung dari uji metalografi yang menunjukkan pengendapan karbida dibatas butir sangat jelas, yang memungkinkan menurunnya ketahanan korosi spesimen tersebut.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “Pengaruh “Holding Time” Karburisasi Pada Baja Karbon Rendah Terhadap Laju Korosi”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat mengikuti ujian seminar dan sidang sarjana, guna mencapai gelar sarjana pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini penulis banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak DR. Ir. H. Hasan Basri, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Ir. Helmy Alian, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Ir. M. Zahri Kadir, MT, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Ir. Hendri Chandra, MT, Koordinator KBK Produksi dan Material Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Qomarul Hadi, ST, Mmet, selaku Wakil Kepala Laboratorium Metalurgi Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
6. Bapak Ir. Darmawi B. MT, selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak meluangkan waktu dan memberikan pengarahan sehingga skripsi ini selesai pada waktunya.
7. Ibu Ellyanie ST, MT, selaku Dosen Pembimbing Akademik
8. Seluruh Staf Dosen dan Tata Usaha di Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.

9. Bapak Ahmad Nawawi selaku Kepala Bengkel Kerja Mesin BLPT Palembang dan Ibu Suliarti selaku pegawai Lab KF Universitas Sriwijaya yang telah memberikan bimbingan dan bantuan dalam melakukan penelitian.
10. Orang Tuaku, Saudara-saudaraku (uniang Zam, Angah udin, aniah bur, andah yar, cani eni, elok niar dan awal, lis, yanti, rozi), terima kasih untuk cinta, doa dan dorongannya.
11. Rekan-rekan se-lab dan seperjuangan (andri sitoros, shaka, hendri), Anton ST., boy, Uda, Qudri. Erik M, Adi (terima kasih mau menemani), Yai (bimbingan komputernya), choy (trim's tumpangan), K Anang, K dewa, K Feb (arsipnya), kak Yatno (Bimbingan Laboratoriumnya) dan kak Doni (PerPus).
12. Amir, Alfin, Yustin, Dung, Amien, Afif ST, Jal ST, Afrin dan seluruh Teman-teman angkatan 2002 (MEKAK '02) dan juga semua pihak yang telah banyak membantu yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.
13. Anak-anak pondokan (B1. No. 9) Iin dudut (maaf selalu membuat home kotor dan Printernya, Thanks), Aunk Kulab, Arfan Model, Eldis AM serta semua anak-anak permato terima kasih pengertiannya, support dan doanya sehingga selesainya skripsi ini.

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.

Indralaya, Juli 2007

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	ii
Abstrak	iv
Kata Pengantar	v
Daftar Isi	vii
Daftar Gambar	x
Daftar Tabel	xii
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Tujuan dan Mamfaat Penelitian	I-2
1.3 Batasan Masalah	I-2
1.4 Metode Penelitian	I-3
1.5 Sistematika Penulisan	I-4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Karburisasi	II-1
2.1.1 Karburisasi padat	II-2
2.1.2 Karburisasi cair	II-4
2.1.3 Karburisasi gas	II-5
2.2 Difusi Atom	II-6
2.2.1 Mekanisme Difusi	II-7
2.2.2 Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Difusi	II-8
2.3 Korosi	II-10
2.3.1 Definisi Korosi	II-11
2.3.2 Reaksi Elektro Kimia	II-11
2.3.3 Beda Potensial	II-12
2.3.4 Elektrolit	II-14
2.3.5 Bentuk-bentuk Korosi	II-15
2.6.5.1 Korosi Merata	II-15
2.6.5.2 Korosi Galvanik	II-15
2.6.5.3 Korosi Tegangan	II-17
2.6.5.4 Korosi Sumuran	II-17
2.6.5.5 Korosi Erosi	II-18
2.6.5.6 Korosi Selektif	II-21
2.6.5.7 Korosi Celah	II-22
2.6.5.8 Korosi Batas Butir	II-22

2.5 Pengendalian Korosi	II-23
-------------------------------	-------

BAB III. METODE PENELITIAN

3.1 Penyiapan Bahan dan Peralatan	III-2
3.2 Proses Karburisasi	III-3
3.3 Pengujian Kekerasan	III-4
3.4 Pengujian Struktur Mikro	III-6
3.4.1 Pemotongan Spesimen	III-6
3.4.2 Pengamplasan dan pemolesan.....	III-7
3.4.3 Pengetsaan	III-7
3.4.4 Pemotretan	III-7
3.5 Pengujian Korosi	III-8

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian	IV-1
4.2 Data Hasil Uji Kekerasan	IV-2
4.3 Analisa Pengujian Kekerasan	IV-3
4.3.1 Analisa Pengujian Tanpa Proses Hardening	IV-3
4.3.2 Analisa Pengujian Kekerasan Karburisasi	IV-4
4.4 Perhitungan Difusi Atom	IV-7
4.5 Pengujian Metallografi	IV-10
4.6 Data Hasil Uji Korosi	IV-16
4.7 Perhitungan Laju Korosi	IV-17
4.7.1 Volume Spesimen yang Hilang	IV-18
4.7.2 Perhitungan Luas Permukaan yang Terekspos.....	IV-20
4.7.3 Perhitungan Kedalaman Penetrasi	IV-21
4.7.4 Perhitungan Laju Korosi	IV-22
4.7.5 Kerapatan Arus Korosi	IV-24

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	V-1
5.2 Saran.....	V-2

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Penempatan spesimen dalam wadah karburisasi.....	II-3
Gambar 2.2 Proses korosi pada logam	II-12
Gambar 2.3 Sel Galvanik/Sel Volta (Zn-Cu).....	II-14
Gambar 2.4 Korosi Merata.....	II-15
Gambar 2.5 Korosi Galvanik	II-16
Gambar 2.6 Korosi Retak Tegang.....	II-17
Gambar 2.7 Korosi Sumuran	II-18
Gambar 2.8 Korosi Erosi Akibat Aliran Vertikal Fluida.....	II-19
Gambar 2.9 Korosi Erosi Akibat Aliran Horizontal Fluida.....	II-19
Gambar 2.10 Korosi Erosi Akibat Lumpur pada Baling-baling	II-20
Gambar 2.11 Korosi Kavitasi.....	II-20
Gambar 2.12 Korosi Erosi Akibat Benturan pada Poros.....	II-21
Gambar 2.13 Korosi Celah	II-22
Gambar 2.14 Korosi Batas Butir	II-23
Gambar 2.15 Skema Sistem Proteksi Katodik dengan Arus Tanding.....	II-25
Gambar 2.16 Skema Sistem Proteksi Katodik dengan Anoda Korban	II-26
Gambar 2.17 Skema Sistem Proteksi Anodik.....	II-27
Gambar 3.1 Diagram Alir Prosedur Pelaksanaan Penelitian	III-1
Gambar 3.2 Spesimen penelitian	III-3
Gambar 4.1 Grafik Kekerasan Permukaan Terhadap Titik Pengujian.....	IV-3
Gambar 4.2 Grafik kekerasan rata-rata permukaan terhadap titik pengujian.....	IV-6
Gambar 4.3 Kurva Kedalaman Difusi Terhadap Waktu Tahan Karburisasi	IV-10
Gambar 4.4 Struktur Mikro Baja Karbon Rendah tidak dikarburisasi (800x).....	IV-10
Gambar 4.5 Struktur Mikro Baja Karbon Rendah dikarburisasi selama 30 menit (800x).....	IV-11

Gambar 4.6	Kedalaman Difusi Baja Karbon Rendah dikarburisasi selama 30 menit (200x)	IV-11
Gambar 4.7	Struktur Mikro Baja Karbon Rendah dikarburisasi selama 60 menit (800x)	IV-12
Gambar 4.8	Kedalaman Difusi Baja Karbon Rendah dikarburisasi selama 60 menit (200x)	IV-12
Gambar 4.9	Struktur Mikro Baja Karbon Rendah dikarburisasi selama 90 menit (800x)	IV-13
Gambar 4.10	Kedalaman Difusi Baja Karbon Rendah dikarburisasi selama 90 menit (200x)	IV-13
Gambar 4.11	Struktur Mikro Baja Karbon Rendah dikarburisasi selama 120 menit (800x)	IV-14
Gambar 4.12	Kedalaman Difusi Baja Karbon Rendah dikarburisasi selama 120 menit (200x)	IV-14
Gambar 4.13	Struktur Mikro Baja Karbon Rendah dikarburisasi selama 150 menit (800x)	IV-15
Gambar 4.14	Kedalaman Difusi Baja Karbon Rendah dikarburisasi selama 150 menit (200x)	IV-15
Gambar 4.15	Grafik kehilangan berat terhadap waktu pencelupan	IV-17
Gambar 4.16	Grafik Laju Korosi	IV-26
Gambar 4.17	Grafik Kerapatan Arus Korosi	IV-27

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Komposisi Kimia Baja Karbon Rendah	III-2
Tabel 4.1 Kekerasan (HRC) Pada Permukaan Baja Karbon Rendah yang Tanpa Karburisasi dan Sesudah Dikarburisasi	IV-2
Tabel 4.2 Hasil pengujian kekerasan rata-rata spesimen	IV-5
Tabel 4.3 Kedalaman difusi pada proses karburisasi	IV-9
Tabel 4.4 Data pengurangan berat spesimen yang dikarburisasi yang dilakukan pencelupan 75 jam	IV-17
Tabel 4.5 Data laju korosi dan kecepatan arus korosi hasil Perhitungan untuk spesimen yang tidak dikarburisasi dan Dikarburisasi dengan holding time yang berbeda.....	IV-26
Tabel 4.6 Data hasil pengamatan perendaman spesimen dengan larutan NaCl 3,5% + H ₂ SO ₄ 2%	IV-28

B A B I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemanfaatan logam telah banyak membawa perubahan yang besar bagi kehidupan dan peradaban manusia. Mulai dari peralatan rumah tangga sampai pada industri-industri dan mesin-mesin yang menggunakan teknologi modren dan canggih. Seiring dengan perkembangan tersebut tidak terlepas dari masalah-masalah yang berkaitan dengan pemanfaatan logam yang menyebabkan tidak maksimalnya pendayagunaan logam tersebut. Faktor yang menyebabkan tidak maksimalnya pendayaaan logam tersebut, misalnya pemilihan bahan yang tidak tepat, lingkungan yang tidak sesuai, pemeliharaan dan perawatan yang kurang baik dan faktor lainnya.

Baja karbon adalah baja yang unsur paduan utamanya adalah karbon yang merupakan material yang paling banyak digunakan pada kontruksi industri-industri dan mesin-mesin. Kadar dan persentasi karbon yang ada pada baja tersebut berpengaruh pada sifat mekanik maupun sifat fisiknya. Kekerasan logam dapat meningkat dengan bertambah kadar karbon dan quenching langsung kedalam media air atau oli.

Salah satu cara untuk meningkatkan kadar karbon pada suatu baja adalah dengan cara karburisasi (dalam pengujian ini dilakukan karburisasi padat) yaitu penambahan kadar karbon pada permukaan suatu baja dengan memanaskan baja sampai temperatur austenit dilingkungan yang kaya dengan

karbon dan kemudian dilakukan waktu tahan (holding), dari sini diharapkan terjadi transfusi karbon dari arang briket batu bara ke baja.

Selain dapat meningkatkan kekerasan dari baja, karburisasi juga menimbulkan efek negatif pada logam, seperti menurunnya keuletan dan ketangguhan baja itu sendiri. Disamping itu karburisasi juga mungkin dapat mempengaruhi laju korosi akibat perubahan tegangan sisa dan struktur mikro dari baja tersebut.

Korosi merupakan salah satu masalah yang dihadapi banyak pihak, terutama pabrik-pabrik yang banyak menggunakan peralatan, mesin dan bangunan dari logam. Korosi ini dapat dilihat setelah terjadi kegagalan dan terjadi penurunan kualitas dari logam tersebut, untuk itu perlu dilakukan perbaikan dari suatu logam baik kualitas maupun pemilihan bahan yang tepat sesuai dengan kegunaannya.

Dengan dasar ini penulis membahas tentang perlakuan perlakuan panas dan korosi dengan memberi judul ***“Pengaruh “Holding time” Karburisasi Pada Baja Karbon Rendah Terhadap Laju Korosi”***.

1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dari percobaan ini adalah untuk mengetahui perbedaan kekerasan, struktur mikro dan laju korosi dengan melakukan proses karburisasi pada holding time yang berbeda. Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah untuk melihat pengaruh proses karburisasi terhadap kekerasan, struktur mikro dan laju korosi dari baja karbon rendah, dan

kemudian dapat menganalisa pengaruh holding time karburisasi dari tranfusi karbon dari briket batu bara terhadap baja.

1.3 Batasan Masalah

Mengingat terlalu luas masalah yang senantiasa timbul pada waktu proses karburisasi dan perhitungan laju korosi, maka penelitian ini hanya dibatasi pada sifat-sifat mekanik dan fisik sebab sifat tersebut mempengaruhi sifat logam setelah proses karburisasi.

Dan karena itu penulis hanya melakukan penelitian, pengamatan dan pengujian dalam bentuk uji lapangan skala laboratorium, yang mempelajari dampak pengerasan permukaan (Rockwell) dan perubahan struktur mikro pada proses karburisasi terhadap laju korosi pada baja karbon rendah. Spesimen tersebut dikorosi dalam larutan 3,5% NaCl + 2% H₂SO₄ dalam 1 liter air.

1.4 Metode Penulisan

Untuk mencapai tujuan dan sasaran agar didapat data-data yang nyata dalam menyusun tugas akhir ini, maka digunakan metode sebagai berikut:

1. Metode Studi Literatur

Melakukan studi literatur dengan menggunakan buku-buku bacaan, sumber bacaan lain serta sumber lainnya.

2. Metode Penelitian

Melakukan proses pengerasan permukaan dengan pengerasan karburisasi dan melakukan beberapa percobaan dilaboratorium untuk mengetahui

struktur mikro, kekerasan dan laju korosi pada karbon rendah akibat pengaruh pengerasan dengan karburisasi dengan perbedaan waktu tahan terhadap laju korosi pada baja karbon rendah.

1.5 Sistematika Penulisan

- BAB I Pendahuluan: berisikan latar belakang masalah, perumusan, tujuan dan manfaat penulisan, perumusan masalah, metode penelitian dan sistematika penulisan.
- BAB II Tinjauan pustaka : berisikan teori-teori yang mendasari dan berkaitan dengan penelitian ini.
- BAB III Metode penelitian: berisikan yang berisikan skema penelitian, data dan karakteristik bahan, proses perlakuan panas dan peralatan penelitian.
- BAB IV Hasil dan Pembahasan: memuat hasil dari penelitian, dan pembahasan data yang diperoleh.
- BAB V Kesimpulan dan Saran: merupakan bagian akhir dari penulisan yang menjelaskan kesimpulan dan saran dari hasil kaji eksperimental yang dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Mars G. Fontana, 1987, "Corrosion Engineering" , McGraw-Hill Series in Material science and Engineering, Printed in Singapore.
2. Sinha Kumar., "Physical Metallurgy Hand Book", Mc Graw Hill HANDS BOOK, 2004
3. Murthy V S R. Jena A K. & Murty G S., "Structur and Properties of Engineering Material", Mc Graw Hill, 2003
4. Trethewey KR, Chamberlain J, "Korosi Untuk Mahasiswa dan Rekayasawan", PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 1991.
5. Lawrence H. Van Vlack, "Ilmu dan Teknologi Bahan", Edisi Kelima, Erlangga, Jakarta, 1994
6. http://www.tekmira.esdm.go.id/aset/briket/index.asp/20_juni_07
7. Qomarul Hadi, "Diktat Perlakuan Panas dan Permukaan", Jurusan Teknik Mesin FT UNSRI, 2005
8. Schweitzer, Philip A, "Corrosion and Corrosion Protection Handbook", Marcel Dekker, New York, 1988.
9. Prabhudev K.H, "HandBook Heat Treatment of Steel" , Mc Graw-Hill, Publishing Company Limited, 1988.
10. Hendri Chandra, Diah Kusuma Pratiwi, "Panduan Praktikum Logam", Laboratorium Metallurgi Jurusan Teknik Mesin FT UNSRI, 2003
11. Hardiansah, Pili, "Studi Kasus Korosi Pipa Seamless Dn 100 Astm A 53 Grade B Chedule 40 Pada Instalasi Water Treatment Plant Di Pt. Sumatera Prima Fibreboard Kabupaten Ogan Ilir", Skripsi, Universitas Sriwijaya, Indralaya, 2006.
12. Surdia, Tata, & Shinroku Saito, "Pengetahuan Bahan Teknik", Pradnya Paramitha, Jakarta, 2000.
13. Tri Kurnia Dewi. Ginting, Kasta dan Azil, Tamzil, "Pelatihan Dan Perawatan Khusus Penunjang Operasi Pabrik Bagi Calon Karyawan PT PUSRI" , Palembang, 2003.
14. Agusmanjaya, "Pengaruh Media Karburisasi dan Proses Tempering Terhadap Struktur Mikro, Kekerasan dan Kekuatan Fatik Baja Karbon Rendah", Skripsi, Universitas Sriwijaya, Indralaya, 2006