

ALE ARCHIPELAGO ENGINEERING 2019

Fakultas Teknik Universitas Pattimura

ISSN: 2620-3995



PROSIDING

SEMINAR NASIONAL

FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PATTIMURA
KAMPUS POKA AMBON
10 APRIL 2019

*Berbenah dalam Tantangan Revolusi Industri 4.0
di Bidang Teknologi Kelautan-Kepulauan
Menuju Tahun Emas 2020*

FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PATTIMURA
AMBON

2019



PROSIDING
SEMINAR NASIONAL

FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PATTIMURA
KAMPUS POKA AMBON
10 APRIL 2019

*Berbenah dalam Tantangan Revolusi Industri 4.0
di Bidang Teknologi Kelautan-Kepulauan
Menuju Tahun Emas 2020*

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PATTIMURA
AMBON
2019**

SAMBUTAN DEKAN FAKULTAS TEKNIK UNPATTI

Assalamualaikum Warohmatullahi Wabarakatuh,
Salam Sejahtera.

Marilah kita panjatkan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa yang telah memberikan rahmat dan karuniaNya sehingga kegiatan Seminar Nasional ke -2 Archipelago Engineering 2019 dengan tema **“BERBENAH DALAM TANTANGAN REVOLUSI INDUSTRI 4.0 DI BIDANG TEKNOLOGI KELAUTAN KEPULAUAN MENUJU TAHUN EMAS 2020”** dapat terselenggara dengan baik dan lancar.

Atas nama Keluarga Besar Fakultas Teknik Unpatti, perkenankan saya menyampaikan Selamat Datang di Kampus Fakultas Teknik kepada Bapak Prof. Adi Suryosatyo dari Universitas Indonesia, Bapak Dr. I Made Ariana, ST., MT. dari ITS dan dan Ibu Cathy Garden dari Selandia Baru sebagai *Keynote Speakers*, para pemakalah dan peserta dari luar Universitas Pattimura guna mengikuti seminar ini.

Saya menyambut gembira karena kegiatan Seminar ALE 2019 ini mendapatkan perhatian yang besar dari para dosen di lingkup Fakultas Teknik Unpatti sehingga lebih dari 40 makalah akan dipresentasikan dalam seminar ini. Untuk itu, saya menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada Bapak dan Ibu para pemakalah. Saya yakin bahwa dari seminar ini akan menghasilkan ide-ide, konsep-konsep, teknik-teknik dan terobosan–terobosan baru yang inovatif dan bersinergi dengan pengembangan pola Ilmiah Pokok Unpatti terutama di bidang Kelautan Kepulauan.

Seminar ini terselenggara dengan baik karena dukungan dari berbagai pihak, khususnya para sponsor dan kontribusi dari pemakalah dan peserta. Untuk itu, saya menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya.

Secara khusus, saya menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada Panitia Penyelenggara atas jerih payah, kerja keras, ketekunan dan kesabarannya dalam mempersiapkan dan menyelenggarakan seminar ini sehingga dapat berjalan baik, lancar dan sukses.

Akhirnya, melalui seminar ini, marilah kita senantiasa perkuat dan perluas jejaring serta kerjasama antar sesama dosen sebagai pendidik, peneliti dan pengabdikan kepada masyarakat dalam mewujudkan Tri Dharma Perguruan Tinggi guna membangun bangsa dan negara tercinta.

Ambon, 10 April 2019
Dekan Fakultas Teknik Unpatti,



Dr. Ir. W. R. Hetharia, M.App.Sc

SUSUNAN PANITIA PELAKSANA 2019

Dr. Novitha L. Th. Thenu, ST., MT
Nikolaus Titahelu, ST, MT
Dr. Debby R. Lekatompessy, ST., MT
Ir. W. M. E. Wattimena, MSc
Danny Pailin Bunga, ST, MT
Ir. Latuhorte Wattimury, MT
N. Maruanaya, SH
Ir. H. C. Ririmasse, MT
Ir. John Latuny, MT, PhD

SEKSI SEMINAR ALE 2019

W. M. Rumaherang, ST., MSc, PhD
D. S. Pelupessy, ST, MSc, PhD
Prayitno Ciptoadi, ST, MT
Benjamin G. Tentua, ST, MT
Mercy Pattiapon, ST, MT
Meidy Kempa, ST, MT

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
SAMBUTAN DEKAN FAKULTAS TEKNIK UNPATTI	iii
SUSUNAN PANITIA PELAKSANA	iv
DAFTAR ISI	v
 <i>Teknik Perkapalan, Teknik Transportasi Laut</i>	
E. R. de FRETES :	1
Analisa Parametrik Channel Flow pada Lambung Kapal Cepat untuk Memperoleh Wake Maksimum. Studi Kasus: Kapal Cepat Rute Ambon Wayame	
SONJA TREISJE A. LEKATOMPESSY:	6
Pengaruh Variasi Parameter Pengelasan Terhadap Kualitas Hasil Pengelasan	
OBED METEKOHY :	9
Analisa Pengaruh Karakteristik Teknis Desain Terhadap Proses <i>Setting</i> Kapal Pukat Cincin di Maluku	
HELLY S. LAINSAMPUTTY :	15
Analysis Of Principle Dimension And Shape Of Purse Seiners In Ambon Island	
WOLTER R. HETHARIA, A. FENINLAMBIR, J. MATAKUPAN, F. GASPERSZ:	20
Pengaruh Dimensi Terhadap Parameter Stabilitas Kapal-Kapal Penumpang Kecil Material FRP	
LEKATOMPESSY DEBBY R, SOUMOKIL RUTH P, RIRIMASSE HEDY C. :	26
Analisa Response Dinamik Pada Sambungan Konstruksi Kapal Kayu Berdasarkan Tipe Mesin Yang Digunakan	
EDWIN MATATULA:	31
Studi Pemilihan Jenis Alat Angkut Bahan Bakar Minyak Wilayah Kepulauan	
MONALISA MANUPUTTY :	39
Pengaruh Getaran Dan Kebisingan Terhadap Kelelahan Kerja Pada Awak Kapal Ikan Tipe <i>Pole And Line</i>	
 <i>Teknik Sistem Perkapalan</i>	
ABDUL HADI, B. G. TENTUA :	45
Algoritma Simulasi Numerik Getaran <i>Dirrect Inline Harmonical Cam Follower</i> Pada <i>Valve Train Manifold</i> Motor Diesel	
DANNY S. PELUPESSY :	52
Studi Karakteristik Momen Torsi Akumulator Pegas Untuk Penggerak Langkah (Step-Drives)	
JACOB D. C. SIHASALE, JERRY R. LEATEMIA :	57
Analisis Penempatan Lokasi Station AIS (Automatic Identification Sistem) Di Ambon Guna Mendukung Monitoring ALKI (Alur Laut Kepulauan Indonesia) III Secara Maksimal	
LATUHORTE WATTIMURY :	64
Tinjauan Analisa Kerja Signal AF dan RF Terhadap Kinerja Peralatan Pemancar Dan Penerima Stasiun Radio Pantai Distrik Navigasi Ambon	
MESAK FRITS NOYA, ABDUL HADI :	72
Studi Eksperimental Pengaruh Posisi Pengelasan Terhadap Sifat Mekanis Baja Karbon Rendah	

NOVITHA L. TH. THENU :	78
Pemisahan Sinyal Bunyi Dari <i>Microphone Array</i> Dengan Menggunakan Metode <i>Blind Source Separation - Independent Component Analysis</i> Untuk Memantau Kondisi Poros Retak	
PRAYITNO CIPTOADI :	83
Pengaruh Variasi Diameter Pipa Isap Terhadap Karakteristik Pompa Sentrifugal	
<i>Teknik Mesin, Teknik Informatika, Teknik Elektro</i>	
ANTONI SIMANJUNTAK, JOHANIS LEKALETTE :	87
PLTS di Pulau Osi dan Permasalahannya	
BENJAMIN GOLFIN TENTUA, ARTHUR YANNY LEIWAKABESSY :	95
Studi Eksperimental Sifat Mekanis Tarik dan Bending Komposit Serat Empulur Sagu	
JANDRI LOUHENAPESY, SEFNAT J. ETWAN SARWUNA :	102
Analisa Kinerja Rem Cakera Akibat Modifikasi Kaliper Roda Belakang Terhadap Keselamatan Pengendara Sepeda Motor	
NICOLAS TITAEHELU, CENDY S. E. TUPAMAHU:	108
Analisis Pengaruh Masukan Panas pada Oven Pengering Bunga Cengkeh Terhadap Karakteristik Perpindahan Panas Konveksi Paksa	
W. M. RUMAHERANG :	115
Evaluasi Karakteristik Energy Torque Converter Berdasarkan Pengaruh Rasio Putaran Terhadap Koefisien Torsi dan Efisiensi	
ELVERY B. JOHANNES :	121
<i>Indexing</i> pada Sistem Penalaran Berbasis Kasus Menggunakan Metode <i>Complete-Linkage Clustering</i>	
SAMY J. LITILOLY, NICOLAS TITAEHELU :	128
Laser Semikonduktor GaAs Jenis Double Heterojunction Sebagai Sumber Cahaya dalam Komunikasi Optik	
<i>Teknik Industri</i>	
ALFREDO TUTUHATUNEWA :	135
Model Agile Supply Chain Industri Perikanan di Kota Ambon	
AMINAH SOLEMAN :	141
Analisis Beban Kerja Mental Dan Fisik Karyawan Pada Lantai Produksi Dengan Metode Nasa-Tlx Dan <i>Cardiovascularload</i>	
DANIEL B. PAILLIN, JOHAN M TUPAN, RIZKI ANGGRAENI UTAMI PUTRI :	147
Penerapan <i>Algoritma Differential Evolution</i> untuk Penyelesaian Permasalahan <i>Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)</i>. (Studi Kasus: PT. Paris Jaya Mandiri)	
MARCY L. PATTIAPON, NIL EDWIN MAITIMU :	154
Perencanaan Produksi Kerajinan Kulit Kerang Mutiara dengan Menggunakan Metode Agregat di Kota Ambon	
J. M. TUPAN :	158
Desain Pemasaran Online Berbasis Web untuk Pemasaran Produk Kerajinan Kerang Mutiara di Kota Ambon. (Studi Kasus: Pondok Mutiara)	
NIL EDWIN MAITIMU, MARCY L. PATTIAPON :	167
Penerapan <i>Economic Order Quantity (EOQ)</i> Guna Menganalisa Pengendalian Persediaan Bahan Baku Daging Buah Pala pada Usaha Kecil Menengah (UKM) Hunilai di Dusun Toisapu Desa Hutumuri	
RICHARD A. de FRETES :	172
Pengembangan Komunitas Pesisir Di Kecamatan Leitimur Selatan dengan Memanfaatkan Kearifan Lokal	

MOHAMMAD THEZAR AFIFUDIN, ARIVIANA LIENTJE KAKERISSA :	179
Aplikasi Pendekatan N-Stage untuk Masalah Pengrutean dan Penjadwalan Truk-Tunggal di Daerah Kepulauan. (Studi Kasus pada Koperasi Unit Bersama Negeri Booi, Saparua)	
W. LATUNY :	186
Memprediksi Harga Jual Rumput Laut Kering Pada Tingkat Petani Dengan Data Mining	
IMELDA CH. POCERATU :	200
Implementasi Ekoteologi dalam Pencegahan Pencemaran Lingkungan Laut di Pasar Arumbai Ambon	
 <i>Teknik Sipil, Perencanaan Wilayah & Kota</i>	
A. KALALIMBONG :	209
Tinjauan Hasil Peningkatan Saluran Suplesi Geren Meten Pulau Buru	
S. G. M. AMAHEKA, FUAD H. OHORELLA, JESICA NAHUMURY :	215
Analisis Biaya Operasional Kendaraan di Kota Ambon	
MEIDY KEMPA :	222
Kajian Tentang Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Keterlambatan Proyek Gedung di Kota Ambon : Peringkat Faktor & Solusi Penanggulangannya	
SAMMYLES G. M. AMAHEKA, ARIVIANA L. KAKERISSA:	229
Pengaruh Penerapan Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Terhadap Biaya Proyek Konstruksi Bangunan Gedung di Kota Ambon	
PIETER TH. BERHITU :	236
Model Struktural Aspek Peran Zonasi dan Masyarakat dalam Pengelolaan Pesisir Kota Ambon Berkelanjutan	
 <i>Tambahan</i>	
RIKHARD UFIE, ROY R. LEKATOMPESSY, ZICO MARLISSA:	243
Kaji Kapasitas Pendinginan Ikan dengan Menggunakan Es dalam Kemasan Plastik	
FELLA GASPERSZ, ABDUL DJABAR TIANOTAK, RUTH P. SOUMOKIL:	248
Kajian Kualitas Kelas Awet Limbah Batang Kulit Pohon Sagu Sebagai Material Alternatif Bangunan Kapal	
ABDUL DJABAR TIANOTAK, H. C. RIRIMASSE, ELVERY B. JOHANNES:	252
Uji Kelayakan Ekonomis Pengembangan Fasilitas Bongkar Muat dan Turun Naiknya Penumpang di Pelabuhan Hurnala Maluku Tengah	
H. C. RIRIMASSE, ABD. DJABAR TIANOTAK, ELVERY B. JOHANNES :	257
Penentuan Sistem Transportasi Unggulan Di Kawasan Pengembangan Ekonomi Terpadu (Kapet) Seram Provinsi Maluku	
BILLY J. CAMERLING :	261
Pemilihan Alternatif Bahan Bakar Mesin Pembangkit PLTD Menggunakan Metode Value Engineering	

Kelompok Bidang Kajian:

TEKNIK PERKAPALAN

TEKNIK TRANSPORTASI LAUT

PENGARUH VARIASI PARAMETER PENGELASAN TERHADAP KUALITAS HASIL PENGELASAN

Sonja Treisje A. Lekatompessy

e-mail: sonja_lekatompessy@yahoo.com

Fakultas Teknik Universitas Pattimura, Ambon

ABSTRAK

Salah satu hal penting yang mempengaruhi kualitas hasil pengelasan adalah besarnya arus las. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh arus pengelasan terhadap kualitas hasil pengelasan melalui pengujian tarik dan pengamatan secara mikroskopik. Material yang digunakan dalam penelitian adalah baja ST-37 Benda uji dengan cara memotong pelat strip baja tersebut dan dibuat kampuh V untuk pengelasan, dan dibuat spesimen uji tarik sesuai dengan standar ASTM E8 dan disesuaikan dengan kapasitas mesin uji tarik yang digunakan. Proses pengelasan dilakukan menggunakan mesin las SMAW DC dengan elektroda E6010. Variasi arus pengelasan 70 Ampere, 80 Ampere dan 90 Ampere. Dari hasil penelitian diharapkan bahwa semakin besar arus pengelasan semakin besar pula kekuatan tarik.

Kata kunci : SMAW, elektroda E6010, Kekuatan Tarik

PENDAHULUAN

Pengelasan merupakan salah satu proses penyambungan logam. Pada proses pengelasan banyak faktor yang mempengaruhi kualitas dari hasil pengelasan diantaranya: mesin las yang digunakan, bahan yang digunakan, prosedur pengelasan, cara pengelasan, arus pengelasan dan juru las. Kualitas dari hasil pengelasan dapat diketahui dengan cara memberikan gaya atau beban pada hasil lasan tersebut. Gaya atau beban yang diberikan dapat berupa pengujian tarik dan ketangguhan pada bahan tersebut.

Las SMAW adalah suatu proses pengelasan busur listrik yang mana penggabungan atau perpaduan logam yang dihasilkan oleh panas dari busur listrik yang dikeluarkan diantara ujung elektroda terbungkus dan permukaan logam dasar yang dilas dengan menggunakan arus listrik sebagai sumber tenaga. Jenis arus listrik yang digunakan ada 2 yaitu arus searah (DC) dan arus bolak-balik (AC). Pengelasan dengan arus searah pemasangan kabel pada mesin las ada 2 macam yaitu polaritas lurus (DC-) dan polaritas terbalik (DC+). Pada polaritas terbalik (DC+) panas yang diberikan mesin las untuk memanaskan benda dan untuk memanaskan elektroda. Logam induk dalam pengelasan ini mengalami pencairan akibat pemanasan dari busur listrik yang timbul antara ujung elektroda dan permukaan benda kerja. Busur listrik dibangkitkan dari suatu mesin las. Elektroda yang digunakan berupa kawat yang dibungkus pelindung berupa fluks. Elektroda ini selama pengelasan akan mengalami pencairan bersama dengan logam induk dan membeku bersama menjadi bagian kampuh las. Proses pemindahan logam elektroda terjadi pada saat ujung elektroda mencair dan membentuk butir-butir yang terbawa arus busur listrik yang terjadi.

Bila digunakan arus listrik besar maka butiran logam cair yang terbawa menjadi halus dan sebaliknya bila arus kecil maka butirannya menjadi besar.

Pengelasan dengan menggunakan las SMAW DC polaritas terbalik besarnya arus bermacam-macam sesuai dengan jenis elektroda. Penyetelan arus pengelasan akan berpengaruh pada panas yang ditimbulkan dalam pencairan logam dan penetrasi logam cair tersebut. Arus yang tinggi akan mengakibatkan panas yang tinggi, penembusan atau penetrasi yang dalam dan kecepatan pencairan logam yang tinggi. Arus yang kecil menghasilkan panas yang rendah dan tidak cukup untuk melelehkan elektroda dan bahan logam. Penembusan, panas dan kecepatan pencairan logam akan berpengaruh pada kualitas baja maupun hasil pengelasan.

KAJIAN TEORI DAN METODE

Las busur listrik adalah proses penyambungan logam dengan pemanfaatan tenaga listrik sebagai sumber panasnya. Menurut (Arifin dalam Suparman, 2006) las busur listrik merupakan salah satu jenis las listrik dimana sumber pemanasan atau pelumeran bahan yang disambung atau dilas berasal dari busur nyala listrik. Logam induk dalam pengelasan ini mengalami pencairan akibat pemanasan dari busur listrik yang timbul antara ujung elektroda dan permukaan benda kerja. Busur listrik dibangkitkan dari suatu mesin las. Elektroda yang digunakan berupa kawat yang dibungkus pelindung berupa fluks. Elektroda ini selama pengelasan akan mengalami pencairan bersama dengan logam induk dan membeku bersama menjadi bagian kampuh las (Santoso, 2006).

Proses pemindahan logam elektroda terjadi pada saat ujung elektroda mencair dan membentuk butir-

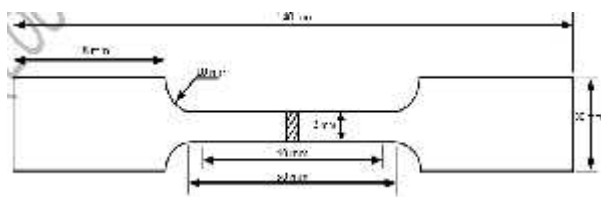
butir yang terbawa arus busur listrik yang terjadi. Bila digunakan arus listrik besar maka butiran logam cair yang terbawa menjadi halus dan sebaliknya bila arus kecil maka butirannya menjadi besar. Pola pemindahan logam cair sangat mempengaruhi sifat mampu las dari logam. Logam mempunyai sifat mampu las yang tinggi bila pemindahan terjadi dengan butiran yang halus. Pola pemindahan cairan dipengaruhi oleh besar kecilnya arus dan komposisi dari bahan fluks yang digunakan. Bahan fluks yang digunakan untuk membungkus elektroda selama pengelasan mencair dan membentuk terak yang menutupi logam cair yang terkumpul di tempat sambungan dan bekerja sebagai penghalang oksidasi.

Rancangan dan prosedur penelitian yang dilakukan antara lain :

spesifikasi alat dan bahan yang digunakan dalam eksperimen ini adalah sebagai berikut:

- Bahan yang digunakan baja paduan rendah ST-37 berupa pelat strip dengan Ketebalan plat 5 mm dan lebar 750 mm. Elektroda yang digunakan adalah jenis E6010 dengan diameter 2,6 mm.
- Posisi pengelasan dengan menggunakan posisi bawah tangan atau mendatar, dengan posisi elektroda dengan sudut 80° terhadap benda kerja ke arah jalan elektroda.
- Variasi Arus pengelasan yang digunakan adalah 70 Ampere, 80 Ampere, dan 90 Ampere.
- Kampuh yang digunakan jenis kampuh V terbuka dengan sudut 70° .
- Bentuk spesimen uji berdasarkan standard ASTM E8 untuk uji tarik.

Bentuk Spesimen Uji Tarik



Gambar 1. Spesimen Uji Tarik

Setelah dilakukan pengelasan, pembuatan ukuran spesimen uji dan permukaan spesimen uji dibuat lebih halus untuk pengamatan metalografi. Kemudian dilakukan pengujian tarik dengan menggunakan Universal Machine Test. Setelah data diperoleh selanjutnya adalah hasil pengujian dimasukkan ke dalam persamaan-persamaan yang ada sehingga diperoleh data yang bersifat kuantitatif, yaitu data yang berupa angka-angka. Teknik analisa data pengaruh arus pengelasan terhadap kekuatan tarik baja karbon rendah las SMAW dengan elektroda E6010 berupa perbandingan prosentase

dan rata-rata antara data-data dari variasi arus pengelasan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Perbandingan dari hasil pengujian tarik pada setiap kondisi perlakuan kelompok benda uji.

No	Perlakuan Benda Uji	Tegangan Tarik () (kg/mm ²)	Regangan () (%)	Reduksi Penampang (q) (%)
1	Material Uji	52.33	17.23	60.50
2	Arus 70 A	53.16	16.63	53.46
3	Arus 80 A	54.20	15.40	55.18
4	Arus 90 A	54.94	17.30	53.71



Gambar 2. Diagram perbandingan tegangan tarik () dari hasil pengujian tarik pada setiap kondisi perlakuan kelompok benda uji

Dalam table 1 dan gambar 1 terlihat bahwa nilai kekuatan tarik untuk kelompok specimen dengan perlakuan pengelasan, seluruhnya mengalami peningkatan kekuatan tarik terhadap kelompok specimen raw material. Dimana untuk kelompok specimen dengan perlakuan pengelasan terlihat bahwa semakin besar arus pengelasan yang diberikan (70 Ampere, 80 Ampere dan 90 Ampere) akan semakin besar pula nilai kekuatan tarik pada baja yang terpengaruh arus pengelasan tersebut.

KESIMPULAN

- Nilai tegangan tarik () untuk kelompok specimen dengan perlakuan pengelasan seluruhnya mengalami kenaikan dibandingkan dengan kelompok *raw material*, dimana untuk perlakuan pengelasan dengan arus yang lebih besar memiliki tegangan tarik yang lebih besar dari kelompok perlakuan pengelasan dengan arus yang lebih kecil. Hal ini sama dengan rumusan hipotesis pada bab II yang menyatakan bahwa: "Ada pengaruh variasi arus pengelasan terhadap kualitas baja paduan rendah ST-37 yaitu semakin besar arus akan membuat kekuatan tarik baja semakin besar pula".

- Proses pengelasan sangat mempengaruhi sifat fisis dan mekanis dari baja ST-37, di mana akan terjadi perubahan struktur kristal akibat masukan panas yang tinggi pada saat pengelasan dan mempengaruhi kekuatan tarik baja tersebut.

SARAN

- Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menambah variasi arus pengelasan sehingga didapat hasil yang lebih optimal. Dan perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menambah variasi pengujian yaitu pengujian impact dan pengujian kekerasan.
- Perlu pengadaan atau penambahan kapasitas untuk mesin uji universal yang lebih besar.

DAFTAR PUSTAKA

Santoso, J., 2006, *Pengaruh Arus Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik dan Ketangguhan Las SMAW Dengan Elektroda E7018*, Skripsi tidak diterbitkan. Semarang: TM FATEK Universitas Negeri Semarang

Suparman, 2006, *Pengaruh Suhu Annealing pada Post Weld Heat Treatment Pengelasan Baja Bohler Grade K-945 EMS 45 Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis*, Skripsi tidak diterbitkan, Semarang: TM FATEK Universitas Negeri Semarang

Widharto, 2008, *Petunjuk Kerja Las. PT.Pradnya Paramita. Jakarta.*

Yos, M. Iqbal, 2004, *Basic of welding module for welding inspekto Competency Maritime & OffShore Engineering Vocational School & Training Specialist*. Ilmu Kelautan Bina Maritim, Batam

Yuwono, A. Herman, 2009, *Buku Panduan Praktikum Karakterisasi Material 1 Pengujian Merusak (Destructive Testing)*, Departemen Metalurgi dan Material Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Jakarta