ISBN 978-979-98897-4-4

MAESTRUCT 2010

PROCEEDINGS

THE 5th REGIONAL SEMINAR ON MATERIALS, ENERGY, AND STRUCTURE

UNIVERSITAS SUMATERA UTARA

IKATAN MAHASISWA MAGISTER TEKNIK MESIN
IKM2TM
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA

ifrc

IC STAR

n/vcrc

MAESTRUCT 2010
PROCEEDINGS

The 5th Regional Seminar on Materials, Energy, and Structure 2010

6 February 2010, Gedung Biro Rektor USU, Medan

Co-Organized by:

Program Magister & Doktor Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara

Ikatan Mahasiswa Magister Teknik Mesin
Universitas Sumatera Utara

In Cooperation with:

Impact & Fracture Research Center
Dept. of Mech. Engineering USU

International Center for Science, Technology, and Art
University of Sumatera Utara

and

Research Center for Noise/Vibration Control
And Knowledge-Based in Engineering
Dept. of Mech. Engineering USU

Co-Organized by:
Program Magister & Doktor Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara

Ikatan Mahasiswa Magister Teknik Mesin
Universitas Sumatera Utara

In Cooperation with:
Impact & Fracture Research Center
Dept. of Mech. Engineering USU

International Center for Science, Technology, and Art
University of Sumatera Utara

and

Research Center for Noise/Vibration Control
And Knowledge-Based in Engineering
Dept. of Mech. Engineering USU

Copyright © 2010, Organizing Committee the 5th Regional Seminar
on Materials, Energy, and Structure 2010 (MAESTRUCT 2010)
Printed in Indonesia, February 2010

No part of this Proceedings may be reproduced or distributed in any forms
by any means, or stored in any media or retrieval system without prior
written permission.

SEMINAR ORGANIZATION
The 5th Regional Seminar on Materials, Energy, and Structure (MAESTRUCT 2010)

Advisory Board:

- Prof. Chairuddin P. Lubis, DTM&H, Sp. A(K), *Rector USU*
- Prof. Dr. Armansyah Ginting, M.Eng, *Dean Faculty of Engineering, USU*
- Prof. Dr. Hiroomi Homma, *Emeritus Professor, TUT, Japan*
- Dr. Eng. Hiroki Homma, *Heat & Mass Transfer Lab. Matsue National College of Technology*

Steering Committee:

- Prof. Dr. Ir. Bustami Syam, MSME, *USU*
- Prof. Dr. Ir. Samsul Rizal, M.Eng, *UNSYIAH*
- Prof. Basuki Wirjosentono, MS, Ph.D, *USU*
- Dr.-Ing. Ikhwansyah Isranuri

Organizing Committee:

- Chairman : Ir. Siswo Pranoto
- Co-Chairman : Zulfikar, ST
- Secretary : Bobby Umroh, ST
- Program Coordinator : Muftil Badri M, ST
- Scientific & Facilities Coordinators:
  - Enzo WBS, ST
  - Yudi, ST
  - Ir. Syahruddin Noor
- Technical Assistance:
  - Ir. Berta Br. Ginting
  - Helen Riupassa, ST
  - Ir. Iswan Ansukarto
  - Mahyunis, ST

Secretariat :

- Ari Wahyu Risma Putri, A.Md
- Melani, S.Pt
- Rasidi

PROGRAM SCHEDULE

THE 5th REGIONAL SEMINAR ON MATERIAL, ENERGY AND STRUCTURE (MAESTRUCT 2010)

Saturday, February 6th, 2010

Ruang IMT-GT Biro Rektor USU 2nd Floor, and Ruang Senat Biro Rektor USU 3rd Floor, Jl. Dr. Mansyur No. 9 Medan

NO	TIME	PROGRAM	PRESENTED BY	Remarks
1	07.30 – 08.15	Registration	The Committee	
		OPENING CEREMONY		
2	08.15 – 08.45	Welcome Speech	1. The Chairman of Committee 2. Dean, Faculty of Engineering	
	08.45 – 09.00	Opening Remarks	REKTOR/ PUREK I USU	
		KEYNOTE SPEECH		**MODERATOR**
3	09.00 – 09.30	Understanding the effect of particle fragmentation on the surface damage of ceramic material	Prof. Hiroomi Homma	Dr.-Ing. Ikhwansyah Isranuri
	09.30 – 10.00		Prof.Dr.Ir. Bustami Syam, MSME	
4	10.00 – 10.15	***COFFEE BREAK***		
5	10.15 – 10.45		Prof.Dr.Ir. Samsul Rizal, M.Eng	Ir. Syahrul Abda, M.Sc
	10.45 – 11.15		Dr.-Ing. Ikhwansyah Isranuri	David C. L. Tobing
	11.15 – 11.40		Dr.Ir. M. Dirhamsyah, MT	
	11.40 – 12.05		Dr.Ir. Ilmi Abdullah, M.Sc	Bagus Giri yudanto
	12.05 – 13.05	***LUNCH BREAK***		

PRESENTATION SESSION

No	TIME	Ruang IMT-GT		Ruang Senat	
		Presented	Moderator	Presented	Moderator
7	13.05 – 13.30	Indra Mawardi	Nasruddin	Syahrul Abda	Bertha Br. Ginting
	13.30 – 13.55	Tirena Bahnur Siregar		Suprapto Widodo	
8	13.55 – 14.20	Bambang Teguh	Indra Hermawan	Azwardi	Syurkarni Ali
	14.20 – 14.45	Amin Suhadi		Marukan	

No	TIME	Ruang IMT-GT		Ruang Senat	
		Presented	Moderator	Presented	Moderator
9	14.45 – 15.10	Sugiarto	Budi Harto	Sarwa	Sariyusda
	15.10 – 15.35	Parah Dina		Elfendri	
	15.35 – 16.00	Positron Bangun		Bisrul Hafiz	
10	16.00 – 16.15	***COFFEE BREAK***			
11	16.15 – 16.40	Haposan Situngkir	Arnold L. Gaol	Rufinus Nainggolan	M. Zukhri Lubis
	16.40 – 17.05	David C. L Tobing		Adi Setiawan	
12	17.05 – 17.30	Yohanes	M. Yani	Yuhelson	Syurkarni Ali
	17.30 – 17.55	Erma Yulia		Ibnu Hajar	
13	17.55 – 18.20	Zulfikar	Indra Hermawan	Siswo Pranoto	Bertha Ginting
	18.20 – 18.45	Adi Setiawan		Muftil Badri	

Table of Contents

Preface i

Table of Contents ii

1. Effect Of Particle Fragmentation On The Stress Evolution In The Beam Impacted By A Particle Using Hybrid Method. ***Hiroomi Homma, Sutikno, and Sandro Mihradi*** 1
2. Pembuatan Dan Analisa Struktur Kerucut Lalu Lintas Bahan *Polymeric Foam* Diperkuat Serat Tandan Kosong (*Empty Fruit Bunch*) Kelapa Sawit. ***Bustami Syam, Syamsul Rizal, Krishna Surya Buana, Zulfikar, Siswo Pranoto, Muftil Badri*** 8
3. Analisa Metode Elemen Hingga (Meh) Beton Mutu Tinggi Terhadap Tegangan Tarik. ***Samsul Rizal, Taufiq Saidi, Purwandy Hasibuan*** 18
4. Optimasi Proses Pembakaran Bahan Bakar Biomassa Pada Boiler Jenis *Fixed Bed* Di Pabrik Kelapa Sawit. ***Dr. Ir. Ilmi Abdullah, M.Sc*** 45
5. Developing Local Wood Journal Bearing For Traditional Fish Boat. ***Ikhwansyah Isranuri, Hans Gudenschwager, Parulian Siagian, Esra Keliat*** 53
6. Pengaruh Penyambungan dengan Kekangan terhadap Pemulihan Retakan dan Kekuatan Lentur Beton. ***Sarwa*** 62
7. Solar Energy Electric 4000va, 3x220v, 50hz dengan Sliver Cells dan Changeover Switch Berbasis Plc Festo Fc-34. ***Suprapto Widodo, Nurman*** 72
8. Serangan Korosi Sumuran (*Pitting* Corrosion) pada Pipa *Roll Bearing* Pipa. ***Hadi Sunandrio dan Amin Suhadi*** 78
9. Studi Eksperimental Deteksi Fenomena Kavitasi pada Pompa Sentrifugal Menggunakan Sinyal Getaran untuk Condition Monitoring. ***Ibnu Hajar, Ikhwansyah Isranuri, Bustami Syam, dan Tugiman*** 84
10. Model Of Binary Cycle Power Plant Using Brine Of Geothermal Power Plant as Thermal Energy Sources. ***Bambang Teguh P, Suyanto, MD. Trisno*** 93
11. Pemantauan Tingkat Keadaan Getaran Bantalan Bacward Inclined Curve Centrifugal Fan Tipe 2 SPSI akibat Perubahan Tarikan Sabuk-V sebagai Pendekatan Teknik Pemeliharaan di Pabrik Kelapa Sawit. ***David C.L. Tobing, Ikhwansyah Isranuri, Bustami Syam, M. Dirhamsyah*** 103
12. Pengaruh Putaran Cetakan Terhadap Sifat Mekanik Besi Cor Kelabu Pada Pembuatan Silinder Liner Mesin Otomotif Dengan Pengecoran Sentrifugal Mendatar. ***Haposan Situngkir*** 114

13. Analisa Struktur Kerucut Bahan Polymeric Foam Diperkuat Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (Simulasi Numerik)*Muftil Badri, Bustami Syam, Samsul Rizal, Krishna Bhuana* 122

14. Kaji Sifat Mekanis Papan Partikel Kayu Kelapa Sawit dengan Perekat Limbah *Thermoplastic. Indra Mawardi, Zuhaimi, dan Munawar* 132

15. Pengembangan Sistem Virtual Manufaktur Berbasis Web untuk Meningkatkan Desain Produk Pemesinan Silinderis. *Yohanes* 141

16. Potensi Tandan Kosong Sawit sebagai Bahan Baku Pembangkit Listrik yang Ramah Lingkungan. *Adi Setiawan, Dedi Susanto, M. Natsir Amin, Bustami Syam* 149

17. Pengembangan Strategi Pemeliharaan Berdasarkan Analisis Reability dan Availability Mesin Pabrik Kelapa Sawit PT. Perkebunan Nusantara 3. *Yuhelson, Bustami Syam, Sukaria Sinullingga, Ikhwansyah Isranuri* 155

18. Erosion Resistance Improvement Of Water Wall Tube Material (Sa210a1) on Cfb Boiler Power Plant 100 Mw. *Sugiarto, I Putu Wirasangka, Bambang Suharno, Dedi Priadi, Hadi Suwarno, Triwibowo* 167

19. Uji Eksperimental Optimasi Perpindahan Kalor dan Penurunan Tekanan Pengaruh Jarak Sekat pada Alat Penukar Kalor Selongsong dan Tabung dengan Susunan Tabung Belah Ketupat. *Positron Bangun* 173

20. Pengaruh Unsur Zn terhadap Sifat Mekanik, Netronik, dan Struktur Mikro pada Paduan UZr. *Masrukan, D.N Adnyana, Amin Suhadi* 188

21. Pengaruh Parameter Proses Pengecoran *Squeeze* (Temperatur Tuang, Temperatur Cetakan dan Kandungan Silikon) terhadap Munculnya Cacat Pada Benda Cor Tipis Al-Si. *Elfendri* 196

22. Integrated Modelling for Turning Optimization In Minimum Production Cost Criterion. *Syahrul Abda* 204

23. The Biogasoline Production From Catalytic Conversion of Palm Oil. *Tirena Bahnur Siregar* 211

24. Pengolahan Tandan Buah Segar Sawit (Tbs) Menggunakan Teknologi Gelombang Mikro-Suatu Alternatif Pengganti Proses Perebusan (Digesting Process).*Sari Farah Dina, Moch. Furqon, Elisabeth S, Alhamra* 216

25. Optimasi Proses Pembakaran dan Perpindahan Panas pada Alat Produksi Garam Hemat Energi. *Adi Setiawan, Faisal, Richy Rihardy, Wahyudin Saputra* 226

26. Formulation Study on Low Alloy High Strength Gray Cast Iron. *Pander Sitindaon* 234

27. Analisa Kekuatan Sambungan Las SMAW menggunakan Kawat Las AWS 7016 dalam Menerima Beban Dinamis dengan Metode. *Erma Yulia, Bustami Syam,Samsul Rizal,Adi Setiawan* 240

28. Pembuatan dan Penyelidikan Perilaku Mekanik Material Polymeric Foam Diperkuat Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) akibat Beban Statik dan Impak. ***Zulfikar, Bustami Syam, Samsul Rizal, Krishna Bhuana*** 248

29. Desain dan Pembuatan Kerucut Lalu Lintas dari Bahan *Polymeric Foam* Diperkuat Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS). ***Siswo Pranoto, Bustami Syam, Samsul Rial, Krishna Bhuana*** 253

30. Boiler Water Treatment and Boiler Inspection. ***Rufinus Nainggolan, Berta br Ginting*** 258

31. Penggasan Termal Biomas Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit. ***Mochamad Furqon, Azwardi, Rahmadsyah*** 271

32. Simulasi Komputer Distribusi Tegangan pada Helm Sepeda Motor dari Bahan Komposit GFRP BTQN 157 EX Dilapis Busa (foam) terhadap Beban Impak Kecepatan Tinggi dengan menggunakan MSC/Nastran 4.5. ***Parlindungan S.Pasaribu, Bustami Syam, Samsul Rizal, dan Tugiman*** 279

Preface

Prof. Dr. Ir. Bustami Syam, MSME
The Head of Postgraduate Mechanical Engineering
The 5th Regional Seminar on Materials, Energy, and Structure 2010

Distinguished guests and participants,

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh
Good Morning ladies and gentlemen !
Welcome in University of Sumatera Utara.

On behalf of the Organizing Committees, we would like to a warm welcome to all delegates and participants to the 5th Regional Seminar on Materials, Energy, and Structure (MAESTRUCT) 2010. It is a great honor for Program Studi Magister & Doktor Teknik Mesin Fakultas Teknik USU to host the seminar in USU.

I believe that this seminar is an important forum for the exchange of information and research results among us, who come from different educational and research institutes and different research interest. But we are one in the same room today for all of us have a same tool to achieve our goals, i.e. materials, energy, and structure. Thus, I hope that the contacts established during the seminar may bind us in one vision. Wish that we may strengthen close relationship among MAESTRUCT members, develop more joint research project, and very importantly we have a strong commitment to support the MAESTRUCT event.

In closing, I would like to thank the USU, Program Magister & Doktor Teknik Mesin Fakultas Teknik USU, Ikatan Mahasiswa Magister Teknik Mesin (IKM2TM) USU, Impact Fracture Research Center (IFRC) Department of Mechanical Engineering USU, International Center for Science, Technology, and Art (IC-STAR) USU, and Research Center for Noise/Vibration Control And Knowledge-Based in Engineering Department of Mechanical Engineering USU for supporting this seminar. I would also like to thank all contributors for your good cooperation so that we can publish the MAESTRUCT 2010 Proceedings. Thanks also to all proceedings editors, for their help in editing and reviewing the papers, and also special thanks for MAESTRUCT 2010 members for their hard work and patience.

THANK YOU!

ANALISA KEKUATAN SAMBUNGAN LAS *SMAW* MENGGUNAKAN KAWAT LAS AWS E 7016 DALAM MENERIMA BEBAN DINAMIS DENGAN METODE SHPB

Erma Yulia*,Bustami Syam,Samsul Rizal**,Adi Setiawan *****
*Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Medan
**Staf Pengajar Program Magister Teknik Mesin FT.USU
***Staf Pengajar Universitas Malikushaleh

Abstrak

Water Cooled Vibrating Grate (WCVG) merupakan bagian dari suatu boiler yang dalam beroperasi komponen-komponennya bergerak secara rotasi dan translasi, hal ini mengakibatkan WCVG menerima beban dinamis. Perbedaan antara pembebanan statis dan dinamis terletak pada laju regangan. Laju regangan pada material yang menerima beban dinamis mencapai (100-104) s-1 (laju regangan tinggi). Penyambungan konstruksi WCVG dilakukan dengan pengelasan, dimana dalam proses pengelasan pemilihan kawat las (electroda) sangat berpengaruh terhadap kualitas hasil pengalasan. Berdasarkan hasil survey, di pasaran beredar 2 kawat las yang berlabel standar AWS sama (AWS E 7016) yakni merek (X) dan merek (Y). Informasi sifat mekanik kawat las tersebut khususnya ketahanan kawat las dalam menerima beban dinamis belum ada. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh informasi sifat mekanik 2 kawat las yang berlabel standar AWS sama (AWS E 7016) yakni merek (X) dan merek (Y), khususnya ketahanan kawat las dalam menerima beban tarik impak. Untuk mendapatakan informasi tersebut, maka disusunlah sebuah konsep penelitian yang dimulai dari pemeriksaan cacat las setelah proses pengelasan dengan jenis pengelasan SMAW, pengujian tarik statis sambungan las yang menggunakan kawat las AWS E 7016(X) dan AWS E 7016(Y), pengujian beban dinamis sambungan las yang menggunakan kawat las AWS E 7016(X) dan AWS E 7016(Y) dilakukan dengan metode SHPB. Hasil pengujian menunjukkan kekuatan tarik statis spesimen pengelasan menggunakan kawat las AWS E 7016 (X) lebih tinggi 4,75 % dari spesimen pengelasan menggunakan kawat las AWS E 7016 (Y). Kekuatan tarik dengan beban dinamis spesimen pengelasan menggunakan kawat las AWS E 7016 (X) lebih tinggi 4,75 % dari spesimen pengelasan menggunakan kawat las AWS E 7016 (Y).

Kata kunci: Kawat las AWS E 7016, Pengelasan SMAW, SHPB, Beban Dinamis

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Water Cooled Vibrating Grate (WCVG) merupakan bagian dari suatu boiler yang dalam beroperasi komponen-komponennya bergerak secara rotasi dan translasi, hal ini mengakibatkan WCVG menerima beban dinamis. Perbedaan antara pembebanan statis dan dinamis terletak pada laju regangan. Laju regangan pada material yang menerima beban dinamis mencapai (100-104) s-1, merupakan laju regangan tinggi (Johnson, 1983).

Penyambungan konstruksi *WCVG* dilakukan denga pengelasan, dimana dalam proses pengelasan pemilihan kawat las (electroda) sangat berpengaruh terhadap kualitas hasil pengalasan (Harsono & Okumura, 2000).

Berdasarkan survey, di pasaran beredar kawat las AWS E 7016 produk dalam negeri merek (X) dan AWS E 7016 produk impor merek (Y). Kedua kawat las tersebut memiliki standar yang sama (AWS E 7016), sampai saat ini informasi sifat mekanik kawat las AWS E 7016 khususnya ketahanan kawat las dalam menerima beban dinamis belum ada.

Teknik yang umum dipakai untuk menentukan sifat mekanik material pada pembebanan tarik impak adalah teknik *Split Hopkinson Pressure Bar* (SHPB), (Nicholas & Theodore, 1981). Penelitian kekuatan sambungan las dengan mengunakan metode SHPB telah dilakukan Yokoyama(1999).

Penelitian ini akan memberikan informasi mengenai seberapa besar perbedaan kekuatan tarik impak sambungan las yang menggunakan kawat las AWS E 7016 produk dalam negeri (X) dengan kawat las AWS E 7016 produk impor (Y) dengan metode SHPB.

1.2. Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi oleh beberapa hal yaitu : Jenis pengelasan yang digunakan adalah *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW), menggunakan kawat las AWS E 7016(X) dan AWS E 7016(Y) yang distandarkan untuk proses pengelasan SMAW, dilakukan secara manual oleh *welder* yang telah memiliki sertifkat. Sudut kampuh 60^0, Arus pengelasan 125 Ampere dengan voltase 20 Volt, kemudian hasil sambungan las diuji menggunakan alat uji *Non Destructive Test (NDT) Ultrasonic Test,* hal ini untuk memastikan tidak ada cacat las sebelum dilakukan *Destructive Test.* Selanjutnya dilakukan uji tarik yang memberikan informasi kekuatan tarik pada beban statis dan untuk mengetahui seberapa besar kekuatan sambungan las dalam menerima beban dinamis, dilakukan pengujian dengan menggunakan metode *Split Hopkinson Pressure Bar* (SHPB).

1.3. Tujuan Penelitian

1.3.1. Tujuan umum

Tujuan umum dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kekuatan sambungan las *SMAW* pada pelat baja karbon menengah menggunakan kawat las AWS E 7016 dlam menerima beban dinamis.

1.3.2. Tujuan khusus

Untuk mengetahui kekuatan tarik statissambungan las melalui proses las SMAW yang menggunakan kawat las AWS E 7016 pada *base metal low carbon steel.*

Untuk mendapatkan tegangan maksimum yang mampu diterima sambungan las melalui proses las SMAW yang menggunakan kawat las AWS E 7016 pada *base metal low carbon steel* akibat beban dinamis.

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat sebagai informasi kepada dunia industri dan akademisi tentang kekuatan tarik statis dan kekuatan tarik dinamis hasil sambungan pengelasan baja karbon dengan menggunakan jenis kawat las AWS E 7016 agar dapat digunakan sebagai dasar pertimbangan dalam memilih kawat las yang sesuai kebutuhan aplikasi di lapangan dan dapat dijadikan dasar pada pengembangan penelitian selanjutnya.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Pengujian Beban Dinamis

Salah satu metoda pengukuran kekuatan dalam menerima beban dinamis yang paling populer saat ini yaitu metoda *Split Hopkinson Pressure Bar*, yang menggunakan batang elastis panjang untuk mempelajari tegangan tekan yang dihasilkan oleh impak sebuah peluru atau letupan bahan peledak.

Spesimen diulirkan ke dalam batang sedangkan bahu penahan ataupun *collar* ditempatkan menyelubungi spesimen. Bahu tersebut mempunyai diameter luar yang sama dan terbuat dari material yang sama dengan material kedua batang penekan, serta mempunyai diameter dalam yang sama dengan spesimen. Perbandingan dari luas penampang bahu terhadap batang-batang penekannya adalah 3 : 4, sedangkan perbandingan luas bahu terhadap luas penampang total spesimen adalah 12 : 1.

Pengetatan spesimen dilakukan dengan memuntir kedua batang penekan. Dengan perbandingan luas yang besar dari bahu terhadap spesimen dapat meyakinkan bahwa tidak ada tegangan tekan di atas batas elastis yang ditransmisikan ke spesimen. Secara ideal pulsa tegangan tekan seluruhnya melalui bahu pendukung seolah-olah spesimennya tidak ada. Pulsa tegangan tekan terus merambat hingga mencapai ujung bebas batang insiden. Selanjutnya pulsa ini berbalik dan merambat kembali sebagai pulsa tegangan tarik dan melewati *strain gage* batang insiden. Pada saat mencapai spesimen, pulsa tegangan tarik tersebut sebahagian ditransmisikan melalui spesimen dan sebagian lagi dibalikkan dalam batang insiden.

Besarnya energi yang dipindahkan pada batang ditentukan oleh harga-harga *A*, *C*, *t*, □, dan kecepatan awal batang.

2.1.1. Teori pengukuran

Tegangan rata-rata yang masuk ke dalam spesimen (σ_s) adalah:

$$\sigma_s = \frac{P_1 + P_2}{2A_s} = \frac{1}{2}E\left(\frac{A}{A_s}\right)(\varepsilon_i + \varepsilon_r + \varepsilon_t) \quad (1)$$

dimana E adalah modulus elastisitas batang tekan, A/A_s adalah rasio luas penampang antara batang tekan dengan spesimen.

$$\sigma_s = E\left(\frac{A}{A_s}\right)\varepsilon_t \quad (2)$$

2.2. Pengujian Tarik

Dalam pengujian tarik statis batang uji dibebani dengan menaikkan beban sedikit demi sedikit sampai batang uji patah, sifat – sifat tariknya dapat dihitung dengan persamaan berikut:

Tegangan ;

$$\sigma = \frac{F}{A_0}(kg/mm^2) \quad (3)$$

F = beban (kg)

A_0 = luas mula penampang benda uji (mm^2)

3. Metode Penelitian

3.1. Bahan

Spesimen yang diuji adalah *low carbon steel* yang masing-masing dilas dengan kawat las bermerk dagang berbeda dengan standar AWS E 7016.

Bahan *base metal* berbentuk pelat jenis *low carbon steel*, dengan komposisi kimia C = 0,17%; Mn = 1,39%; Si = 0,2%; P = 0,014%; S = 0,001%; Cu = 0,3%; Ni = 0,1%; Cr = 0,07; Al = 0,04%; N = 0,006%; C eq = 0,442 %; Fe hingga genap 100%.

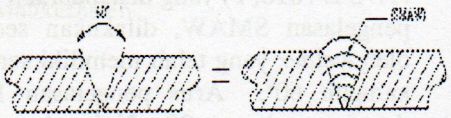
Tabel 1. Sifat Mekanik Material

Tensile Strength (Mpa)	402 – 510
0,2 proff strees (Mpa)	218.10^9
Elongation (% in 50 mm)	20
Density	7800

Sumber : JIS Hand Book, 1987, ASM Hand Book, 1990

3.2. Persiapan Spesimen Penelitian

Pelat dilas berdasarkan *Welding Procedure Specification* (WPS). Pada penelitian ini alur kampuh dibuat kampuh alur V tunggal dengan sudut kampuh 60^0 (Gambar 3.1).

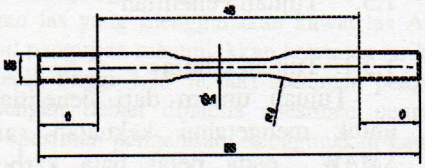


Gambar 1. Besar sudut kampuh spesimen las

Pemeriksaan cacat las bertujuan untuk mengidentifikasi kelayakan bahan spesimen sebagai benda uji. Metode yang digunakan adalah Non Destructive Test Radiografi.

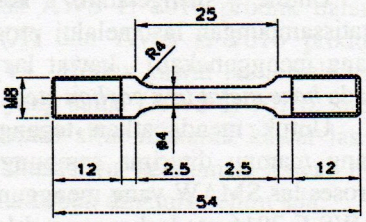
3.2.1. Pembentukan spesimen

Pelat yang telah dilas kemudian dibentuk menjadi spesimen uji tarik statis yang berbentuk *round bar* (Gambar 2)



Gambar 2. Bentuk dan Ukuran Spesimen Uji Tarik Statis ASTM E 8M

Bentuk dan ukuran spesimen pengujian dengan beban dinamis ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Bentuk dan Ukuran Spesimen Uji Impak (Setiawan, A, 2006).

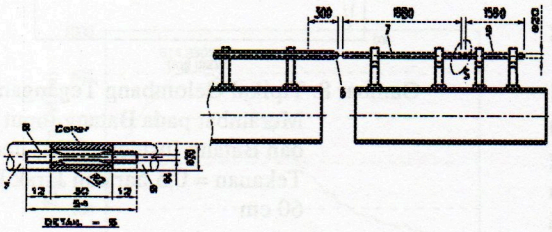
3.3. Alat dan Prosedur Pelaksanaan Penelitian

3.3.1 Pengujian tarik statis

Hasil yang akan diperoleh dari pengukuran kekuatan tarik statis dengan menggunakan Alat *Computer Hydrolic Universal Testing Machine* adalah kekuatan tarik (σ_s).

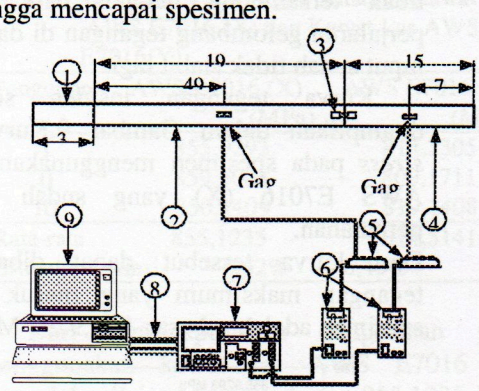
3.3.2 Pengujian beban dinamis

Secara prinsip, peralatan ini terdiri dari sebuah batang pemukul dan dua batang tekan Hopkinson yang ditempatkan secara segaris di atas sebuah balok kaku seperti digambarkan secara skematis pada Gambar 4.



Gambar 4. Susunan Batang Tekan SHPB

Batang impak dipukulkan ke batang input, pukulan impak ini membangkitkan sebuah gelombang tekan dimana amplitudonya bergantung kepada kecepatan pukulan dari batang impak dan panjangnya dua kali panjang gelombang *elastic longitudinal* (dalam hal waktu penjalarannya) di dalam batang impak. Pulsa gelombang bergerak di dalam batang input hingga mencapai spesimen.



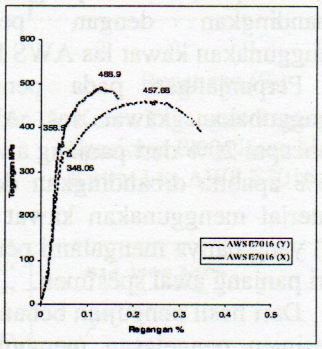
1	Batang Impak	5	Bridge Head
2	Batang Input	6	Signal Conditioner
3	Spesimen	7	Transient Converter
4	Batang Insiden	8	Interface
		9	Komputer

Gambar 5. *Set-up* Pengujian Impak

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Hasil Pengujian Tarik Statis

Grafik hasil uji tarik statis terhadap spesimen pengelasan yang menggunakan kawat las AWS E 7016(X) dan kawat las AWS E 7016(Y), pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik Hasil Uji Tarik Statis Tegangan vs Regangan

Dari 3 kali pengujian tarik, spesimen pengelasan yang menggunakan kawat las AWS E7016 (X) diperoleh *ultimate tensile stregth* dan *yield strength* seperti terlihat pada Tabel 2 dan *ultimate tensile strength* dan *yield strength* untuk spesimen kawat las AWS E7016 (Y) ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 2. *Ultimate Tensile Strength* dan *Yield Strength* Kawat Las AWS E7016 (X)

Pengujian	UTS (MPa)	Ys (MPa)
I	488.90	358.50
II	491,50	357,53
III	489,80	358,82
Rata-rata	490,07	Rata-rata 358,28
Standar deviasi	1,30	Standar deviasi 0,67

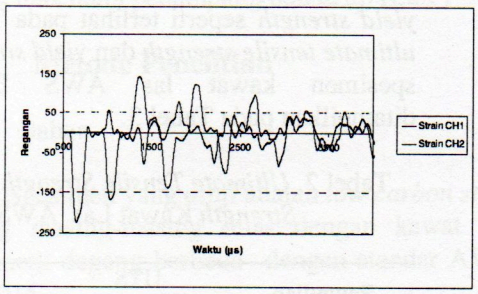
Tabel 3. *Ultimate Tensile Strength* dan *Yield Strength* Kawat Las AWS E7016 (Y)

Pengujian	UTS (MPa)	Ys (MPa)
I	457.68	348.05
II	467,80	341,10
III	473,24	337,65
Rata-rata	460,91	Rata-rata 342,57
Standar deviasi	3,6	Standar deviasi 5,3

Dari grafik hasil uji tarik statis (Gambar 6) diperoleh informasi bahwa grafik mempunyai daerah elastisitas yang cukup jelas. Disini juga terlihat adanya fenomena perpanjangan yang cukup jelas pada saat penarikan. Dari kontur grafik ini menunjukkan bahwa pengelasan material menggunakan kawat las AWS E7016 (Y) mempunyai sifat yang relatif liat apabila dibandingkan dengan pengelasan yang menggunakan kawat las AWS E7016 (X).

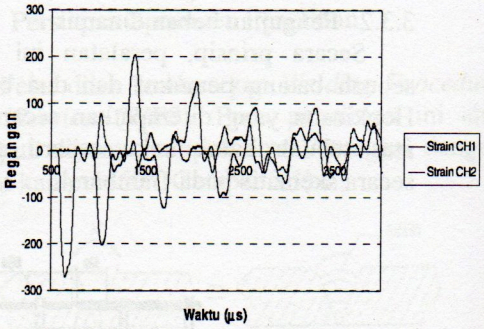
Perpanjangan pada pengelasan material menggunakan kawat las AWS E7016 (Y) mencapai 20% dari panjang awal. Lebih panjang 7,5% apabila dibandingkan dengan pengelasan material menggunakan kawat las AWS E7016 (X) yang hanya mengalami perpanjangan 12,5% dari panjang awal spesimen.

Dari hasil pengujian beban dinamis terhadap spesimen pengelasan menggunakan kawat las AWS E7016 (X) dapat dilihat bentuk gelombangnya pada Gambar 7. Spesimen ini telah dikenai beban dinamis dengan jarak impak sebesar 20 cm dan tekanan sebesar 0,5 bar tetapi belum mengalami perpatahan.



Gambar 7. Tipikal Gelombang Tegangan yang Merambat pada Batang Input (CH1) dan Batang Insiden (CH2) Tekanan = 0,5 bar dan Jarak Impak =20 cm

Dari Gambar 7 tersebut dapat dilihat bahwa gelombang tekan yang terbaca pertama sekali pada *channel* 1 hampir sama besarnya dengan gelombang tekan yang terbaca pada *channel* 2. Artinya bahwa gelombang tekan yang masuk melalui batang input hampir seluruhnya diteruskan ke dalam batang insiden. Hal ini sesuai dengan perencanaan dan perhitungan yang dilakukan dengan menggunakan diagram Lagrange.

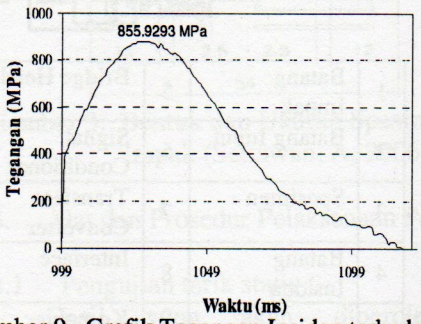


Gambar 8. Tipikal Gelombang Tegangan yang Merambat pada Batang Input (CH1) dan Batang Insiden (CH2) dengan Tekanan = 0,5 bar dan Jarak Impak = 60 cm

Bentuk gelombang tegangan yang terjadi akibat pukulan impak yang mengakibatkan spesimen patah dapat dilihat pada Gambar 8. Dari grafik ini terlihat bahwa gelombang tegangan yang terbaca pada *channel* 1 mengalami ketidakteraturan pada waktu t > 1500 µs. Hal ini menandakan bahwa spesimen telah mengalami perpatahan sehingga sambungan antar muka batang input dengan batang insiden tidak tersambung dengan baik. Akibatnya perjalaran gelombang tegangan di dalam batang input sudah tidak stabil lagi.

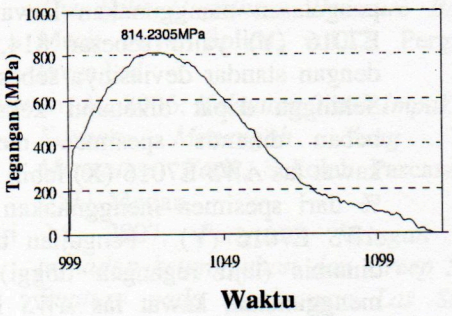
Kurva tegangan insiden sebagaimana ditampilkan dalam Gambar 9.Kurva *incident stress* pada spesimen menggunakan kawat las AWS E7016 (X) yang sudah mengalami perpatahan.

Dari kurva tersebut dapat dibaca bahwa tegangan maksimum yang masuk ke dalam spesimen adalah sebesar 855,9293 MPa.



Gambar 9. Grafik Tegangan Insiden terhadap Waktu dengan Tekanan = 0,5 Bar dan Jarak Impak = 60 cm pada spesimen pengelasan menggunakan kawat las AWS E7016 (X)

Untuk spesimen pengelasan menggunakan kawat las AWS E7016 (Y) yang telah mengalami perpatahan menghasilkan bentuk kurva tegangan insiden seperti terlihat pada Gambar 9. Pada tekanan 0.5 bar dengan jarak impak hanya sebesar 50 cm, spesimen ini telah patah.



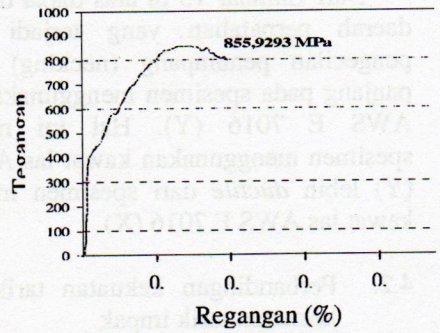
Gambar 10. Grafik Tegangan Insiden terhadap Waktu dengan Tekanan = 0,5 Bar dan Jarak Impak =50 cm pada spesimen pengelasan menggunakan kawat las AWS E7016 (Y)

Tabel 4. Kekuatan Tarik beban dinamis Kawat Las AWS E7016 (X) dan Kawat Las AWS E7016(Y)

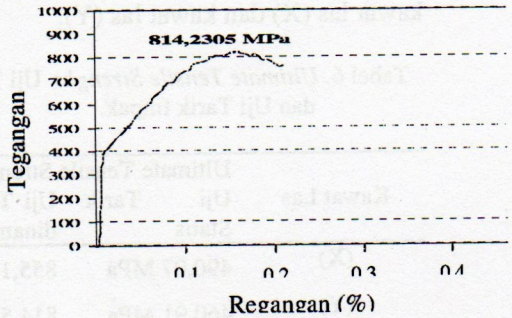
Pengujian	AWS E7016 (X) (MPa)	AWS E7016 (Y) (MPa)
I	855,9293	814,2305
II	859,3004	809,1711
III	850,1409	819,1408
Rata-rata	855,1235	814,5141
Estándar deviasi	6,62%	6,49%

Dari tiga spesimen pengelasan yang menggunakan kawat las AWS E7016 (X) diperoleh nilai rata-rata sebesar 855,1235 MPa dengan standar deviasinya sebesar 6,62 %. Tiga spesimen pengelasan menggunakan kawat las AWS E7016 (Y) dengan nilai rata-rata sebesar 814,5141 MPa dengan standar deviasi sebesar 6,49 %.

Selanjutnya regangan yang terjadi pada spesimen ditampilkan pada Gambar 11 dan Gambar12.

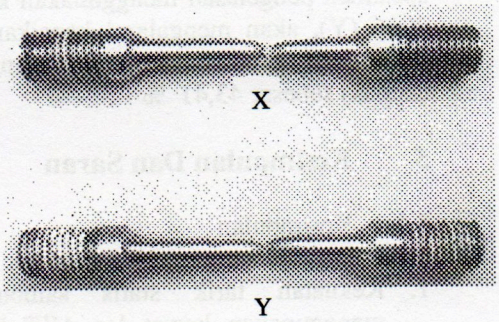


Gambar 11. Kurva Tegangan-Regangan pada Spesimen Pengelasan Menggunakan Kawat Las AWS E7016 (X)



Gambar 12. Kurva Tegangan-Regangan pada Spesimen Pengelasan Menggunakan Kawat Las AWS E7016 (Y)

4.2 Analisa Bentuk Patahan



Gambar13. Spesimen pengelasan menggunakan kawat las AWS E 7016(X) dan kawat las AWS E 7016 (Y) hasil Uji Tarik Impak yang Telah Patah

Dari Gambar 13 di atas dapat dilihat bahwa daerah perpatahan yang terjadi mengalami pengecilan penampang (necking) yang lebih panjang pada spesimen menggunakan kawat las AWS E 7016 (Y). Hal ini menunjukkan spesimen menggunakan kawat las AWS E 7016 (Y) lebih *ductile* dari spesimen menggunakan kawat las AWS E 7016 (X)

4.2. Perbandingan kekuatan tarik statis dan kekuatan tarik impak

Pada Tabel 6 dapat dilihat perbandingan kekuatan tarik statis dan kekuatan tarik impak antara spesimen pengelasan yang menggunakan kawat las (X) dan kawat las (Y).

Tabel 6. *Ultimate Tensile Strenght* Uji Tarik Statis dan Uji Tarik Impak.

Kawat Las	Ultimate Tensile Strength Uji Tarik Statis	Uji Tarik beban dinamis
(X)	490,07 MPa	855,1235 MPa
(Y)	460,91 MPa	814,5141 MPa

Kenaikan kekuatan tarik untuk spesimen pengelasan menggunakan kawat las E 7016 (X), pada pembebanan laju regangan tinggi (impak)sebesar 42,69 %. Sedangkan untuk spesimen pengelasan menggunakan kawat las E 7016 (Y), akan mengalami kenaikan kekuatan tarik pada pembebanan laju regangan tinggi (impak) sebesar 43,41 %

5. Kesimpulan Dan Saran

5.1. Kesimpulan

1. Kekuatan tarik statis sambungan las menggunakan kawat las *AWS* E7016 (X) memiliki nilai rata-rata sebesar 490,07 MPa dengan standar deviasi sebesar 1,32%. Sedangkan kekuatan tarik statis rata-rata untuk sambungan las menggunakan kawat las *AWS* E7016 (Y) yaitu sebesar 460,91 MPa dengan standar deviasinya sebesar 3,61 %. Sehingga kekuatan tarik statis spesimen pengelasan menggunakan kawat las *AWS* E7016 (X) lebih tinggi 6,33 % dari spesimen pengelasan dengan kawat las *AWS* E7016 (Y).
2. Kekuatan tarik beban dinamis spesimen pengelasan menggunakan kawat las *AWS* E7016 (X) memiliki nilai rata-rata sebesar 855,1235 MPa dengan standar deviasinya sebesar 6,62 %. Sedangkan kekuatan tarik beban dinamis rata-rata untuk spesimen pengelasan menggunakan kawat las *AWS* E7016 (Y) yaitu sebesar 814,5141 MPa dengan standar deviasinya sebesar 6,49 %. Sehingga dapat diketahui kekuatan tarik beban dinamis spesimen menggunakan kawat las *AWS* E7016 (X) lebih tinggi 4,75 % dari spesimen menggunakan kawat las *AWS* E7016 (Y). Pengujian tarik beban dinamis (laju regangan tinggi) spesimen menggunakan kawat las *AWS* E7016 (X) mengalami kenaikan kekuatan tarik sebesar 42,12% apabila dibandingkan dengan pengujian tarik statis dan untuk spesimen menggunakan kawat las *AWS* E7016 (Y) kenaikan kekuatan tariknya 44,71%.
3. Patahan yang terjadi adalah patah liat(ductile), ditandai dengan terjadi pengecilan penampang (necking) sebelum spesimen patah.

5.2. Saran

Penelitian ini masih dapat dilanjutkan untuk jenis pengelasan yang berbeda (selain *SMAW*) dan variabel pengelasan yang berbeda pula seperti perbedaan sudut kampuh dalam menerima beban dinamis. Selain itu dapat juga dilanjutkan penelitian ini untuk jenis material yang berbeda seperti baja paduan dengan jenis aplikasi yang sama. *Set-up* alat uji *SHPB* dapat disempurnakan lagi dengan *input bar* lebih kurang dua kali insiden bar. Dengan demikian dapat dibandingkan dan diketahui jenis *set-up* pengujian mana yang lebih akurat dan efisien.

Daftar Pustaka

Daimaruya, M., H. Kobayashi, Bustami Syam, and M. Chiba,1996, *Impact Tensile Strength and Fracture of Plaster*, J. of the Jap. Soc. For Strength and Frac. Of Mat., JSFM, vol.30, no. 1.

Harsono,W & Okumura,T, 2000, *Teknologi* Pengelasan *Logam*, Pradya Paramita, Jakarta

Jonhson, W., 1972, *Impact Strengh of Materials, Edward Arnold,* London, pp. 51-60

Lincoln,E, 1973, *The Procedure Hand Book Of Arc Welding.* Ohio

Lindholm, U.S.,1964, *Some Experiments with The Split Hopkinson Pressure Bar*, J. Mech Phys. Solids, vol.12, Pergamon Press Ltd.

Setiawan, A., 2006, *Kekuatan Tarik Impak Baja Karbon Menengah Yang Telah Mengalami Fatik*, Sekolah Pascasarjana USU, Medan

Susri M, 2007, *Pengaruh Mangan (Mn) terhadap ketangguhan dan Creep Stress Rupture pada sambungan Las SMAW Pipa Baja 15Mo3 Header Boiler*, Sekolah Pascasarjana UGM, Yogyakarta.

Syam B, *A* March1996, *Measuring Method for Impact Tensile Strength and Impact Fracture Behaviors of Brittle Materials*, A doctoral Dissertation, Muroran Institute of Technology, Muroran, Japan, pp. 29-98.

Yokoyama, T.,1999, *Impact Tensile Strength of Friction Welded Joints Between 6061 Al Alloy and AISI 1045 Steel*, Impact Response of Materials & Structures, pp. 325-330, Oxford University Press.