



**ANALISIS PEMILIHAN KEKUATAN SAMBUNGAN LAS  
PLAT STRUKTUR LAMBUNG KAPAL**

**SKRIPSI**

**ADE TRI NUR MUHARAM**

**1110311003**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAKARTA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN**

**2015**



**ANALISIS PEMILIHAN KEKUATAN SAMBUNGAN LAS  
PLAT STRUKTUR LAMBUNG KAPAL**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai Salah satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar  
Sarjana Teknik**

**ADE TRI NUR MUHARAM**

**1110311003**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” JAKARTA  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN  
2015**

## PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya sendiri, dan semua sumber, baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar

Nama : Ade Tri Nur Muharam

NIM : 1110311003

Tanggal : 30 Juli 2015

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan saya ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Jakarta, 30 Juli 2015

Yang Menyatakan



Ade Tri Nur Muharam

## **PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

Sebagai civitas akademik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ade Tri Nur Muharam  
NIM : 1110311003  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : S1 Teknik Mesin  
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta Hak Bebas Royalti Non eksklusif (*Non Exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

### **Analisis Pemilihan Kekuatan Sambungan Las Plat Sruktur Lambung Kapal**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti ini Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*data base*), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada Tanggal : 30 Juli 2015

Yang Menyatakan,



Ade Tri Nur Muharam

## PENGESAHAN


Skripsi diajukan oleh

Nama : Ade Tri Nur Muharam  
NRP : 1110311003  
Program Studi : S1 Teknik Mesin  
Judul : Analisis Pemilihan Kekuatan Sambungan Las Plat  
Struktur Lambung Kapal


Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta.




Ir. Marsudi, M.Sc  
Ketua Penguji



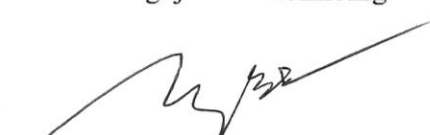
Budhi Martana, ST, MM  
Penguji I



Ir. M. Galbi Bethalembah, MT  
Penguji II/Pembimbing



Poened Hendrarsakti, Ph. D  
Dekan



Ir. M. Galbi Bethalembah, MT  
Ka. Prodi

Ditetapkan di : Jakarta  
Tanggal Ujian : 30 Juli 2015

# ANALISIS PEMILIHAN KEKUATAN SAMBUNGAN LAS PLAT STRUKTUR LAMBUNG KAPAL

Ade Tri Nur Muharam

## Abstrak

Penggunaan plat baja untuk lambung kapal atau bagian lainnya masih sangat dominan, namun untuk menyambungkannya dari lembaran-lembaran hingga menjadi satu kesatuan harus melalui proses sambungan. Untuk pertimbangan kerapatan sesuai fungsinya maka ditempuh dengan cara pengelasan akibatnya kekuatan sambungan las lebih kecil dari kekuatan platnya dengan perkataan lain efisiensi kekuatan sambungan dibawah seratus persen dibandingkan dengan base metalnya, disamping itu efek pengelasan juga mengakibatkan menurunnya kualitas base metalnya. Untuk meningkatkan kualitas pengelasan tersebut antara lain dengan cara melakukan *preheat* dan PWHT( *Pos Weld Heat Treatment*). *Preheat* berfungsi sebagai pencegah retak dingin (*cold crack*) pada material yang dilakukan sebelum proses pengelasan sedangkan PWHT adalah bagian dari proses heat treatment yang bertujuan untuk menghilangkan tegangan sisa yang terbentuk setelah proses pengelasan selesai. Salah satu jenis plat baja yang digunakan pada struktur kapal Dalam penelitian ini akan menggunakan material plat baja ST42-2/A36 dengan ketebalan sekitar 12mm dimana material ST42-2/A36 ini termasuk baja karbon rendah ( $C < 0,25\%$ ) dengan sifat mekanis sesuai ST42-2/A36, Tensile : 400 - 510 MPa, Yield : min 235 MPa dan Elongation : min 21%. Jenis pengelasan yang akan dilakukan pada proses pengujian tersebut adalah dengan menggunakan jenis las FCAW(*Flux Cored Arc Welding*) dan SAW(*Submerged Arc Welding*). Dari Data pengujian-pengujian yang telah dilakukan untuk mengetahui plat ST42-2/A36 yang di las menggunakan SAW dengan perlakuan panas *preheat* dan PWHT seberapa besar kekuatan tarik yang dihasilkan dibandingkan dengan pengelasan menggunakan FCAW dengan perlakuan panas *preheat* dan PWHT. Dengan *preheat* pada plat ST42-2/A36 yang sudah di las apakah kekuatannya menjadi lebih tinggi dibandingkan dengan spesimen yang mendapatkan perlakuan panas PWHT, mengingat pengaruh dari PWHT merubah struktur material menjadi lebih lunak. Termasuk juga perubahan regangannya.

**Kata Kunci:** *Preheat*, PWHT, Plat ST42-2/A36, SAW, FCAW, Kekuatan Tarik, Regangan.

# ***ELECTION ANALYSIS OF POWER CONNECTION WELDING PLATE HULL STRUCTURES***

**Ade Tri Nur Muharam**

## ***Abstract***

*The use of steel plates for ship hulls or other parts are still very dominant, but for unite of sheets to be one unit must go through the connection process. For consideration of appropriate density function then reached by way of welding consequently the strength of welded joints is smaller than the power efficiency of plate in other words the connection strength below one hundred percent compared with the base metal was, besides that effect also resulted in a decreased quality welding base of metal. To improve the quality welding other between way of preheat and PWHT (Post Weld Heat Treatment). Preheat serve as a deterrent cracking (cold crack) on the material to be done before the welding process while PWHT is part of the process of heat treatment that aims to eliminate residual stresses that formed after the welding process is completed. One type of steel plate used in the ship's structure In this study will use the material steel plate ST42-2 / A36 with a thickness of about 12mm where the material ST42-2 / A36 This includes low carbon steel (C <0.25%) with mechanical properties according ST42-2 / A36, Tensile: 400-510 MPa, Yield: min 235 MPa and elongation: 21% min. The type of welding to be performed on the testing process is to use a type of welding FCAW (Flux Cored Arc Welding) and SAW (Submerged Arc Welding). Data from tests which have been done to determine the plate ST42-2 / A36 using the SAW welded by heat treatment of preheat and PWHT how big the resulting tensile strength compared to using FCAW welding with heat treatment of preheat and PWHT. With preheat the plate ST42-2 / A36 are already in las whether higher tensile strength compared to specimens that getting heat treatment PWHT, considering the influence of PWHT alter the structure of the material becomes more soft. Includes change the stretch.*

**Keywords:** *Preheat, PWHT, Plat ST42-2 / A36, SAW, FCAW, Tensile Strength, Strain.*

## **KATA PENGANTAR**

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala karunia-Nya sehingga skripsi ini berhasil diselesaikan. Judul yang dipilih dalam penelitian ini yang dilaksanakan sejak bulan Mei 2015 ini adalah Analisis Pemilihan Kekuatan Sambungan Las Plat Sruktur Lambung Kapal. Terima kasih penulis ucapkan kepada Bapak Ir. M. Galbi Bethalembah, MT selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan saran yang sangat bermanfaat.

Di samping itu, ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Ayah, Ibu, Kaka Eka, Mas yanto dan Kembaran saya Adi yang selalu memberikan semangat, doa dan selalu membuat diri ini bermotivasi untuk tetap terus berjuang demi meraih sarjana ini karena kesuksesan yang sesungguhnya sudah menanti kehidupan ini. Serta terimakasih kepada OPTIMIS 2011 dan juga Senior-senior saya dan terimakasih kepada rekan-rekan HMM S-1, Komunitas Touring Sirtas, Komunitas Touring Opus, Rizqi Aditya, S.E dan Bagus Suryo Sasmito, S.Kom atas doa dan semangatnya. Penulis juga sampaikan terima kasih kepada teman-teman yang telah membantu dalam penulisan usulan penelitian ini. Semoga karya ilmiah ini bermanfaat.

Jakarta, 30 Juli 2015  
Ade Tri Nur Muharam



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
PERNYATAAN ORISINALITAS .....	ii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	iii
PENGESAHAN.....	iv
ABSTRAK .....	v
<i>ABSTRACT</i> .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL .....	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1 Latar Belakang Masalah.....	1
I.2 Perumusan Masalah .....	1
I.3 Batasan Masalah .....	2
I.4 Tujuan Penelitian .....	2
I.5 Sistematika Penulisan .....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	3
II.1 Pengelasan.....	3
II.2 <i>Submerged Arc Welding</i> (SAW) dan <i>Flux Cored Welding</i> (FCAW).....	3
II.3 <i>Post Weld Heat Treatment</i> (PWHT).....	10
II.4 <i>Preheat</i> dan Preparasi Sisi ( <i>Beveling</i> ) .....	12
II.5 Uji Tarik Hubungan antara Tegangan dan Regangan.....	13
BAB III METODE PENELITIAN .....	18
III.1 Diagram Aliran Penelitian.....	18
III.2 Metode Penelitian .....	18
III.3 Bentuk dan Spesifikasi Spesimen Uji .....	19
III.4 Proses Pengelasan dan Proses Uji tarik .....	19
BAB IV PEMBAHASAN.....	21
IV.1 Data Hasil Pengujian .....	21
IV.2 Pengelasan SAW .....	23
IV.3 Pengelasan FCAW .....	25
IV.4 Analisis Kekuatan Sambungan.....	29
BAB V PENUTUP .....	40
V.1 Kesimpulan.....	40
V.2 Saran .....	40
DAFTAR PUSTAKA .....	43
RIWAYAT HIDUP .....	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1	Mesin Las Busur Rendam .....	4
Gambar 2	Peralatan <i>Submerged Arc Welding</i> .....	5
Gambar 3	Proses Skematik <i>Submerged Arc Welding</i> .....	6
Gambar 4	Alat-alat Mesin Las Fcaw .....	8
Gambar 5	Tipe FCAW Guns (A) 350 Ampere Rating <i>Self-Shielding</i> , (B) 450 Ampere Rating <i>Gas-Shielding</i> , and (C) 600 Ampere Rating <i>Gas-Shielding</i> .....	9
Gambar 6	Unit Pengumpan Elektrode .....	10
Gambar 7	Bagian yang Harus Dikontrol .....	13
Gambar 8	Kurva Tegangan-Regangan yang Diperoleh Pada Uji Tarik ...	14
Gambar 9	Regangan vs Tegangan .....	16
Gambar 10	Diagram Alir Penelitian .....	18
Gambar 11	Dimesi Plat dan Sampel/Spesimen Hasil Percobaan Tarik.....	22
Gambar 12	Representasi Grafik Uji Sampel SAW.....	23
Gambar 13	Hasil Lasan FCAW .....	26
Gambar 14	Representasi Grafik Uji Sampel FCAW .....	27
Gambar 15	Grafik Tegangan Proposional Vs Regangan Tanpa Perlakuan Panas Dan Lasan Saw Dengan Perlakuan Panas .....	30
Gambar 16	Grafik Histogram Regangan Proposional vs Regangan Tanpa Perlakuan Panas dan Lasan SAW Dengan Perlakuan Panas....	30
Gambar 17	Grafik Regangan Proposional vs Regangan Tanpa Perlakuan Panas .....	31
Gambar 18	Grafik Regangan Proposional vs Regangan Spesimen Dengan Pengelasan SAW Dengan PWHT 600 <sup>0</sup> C .....	31
Gambar 19	Grafik Regangan Proposional vs Regangan Spesimen Dengan Pengelasan SAW Dengan PWHT 600 <sup>0</sup> C .....	32
Gambar 20	Grafik Regangan Proposional vs Regangan Spesimen Dengan Pengelasan SAW Dengan <i>Preheat</i> 200 <sup>0</sup> C + PWHT 600 <sup>0</sup> C .....	32
Gambar 21	Grafik Regangan Proposional vs Regangan Lasan FCAW Dengan Perlakuan Panas .....	33
Gambar 22	Grafik Histogram Regangan Proposional vs Regangan Lasan FCAW Dengan Perlakuan Panas .....	33
Gambar 23	Grafik Regangan Proposional vs Regangan Spesimen Dengan Pengelasan FCAW Dengan <i>Preheating</i> 100 <sup>0</sup> C .....	34
Gambar 24	Grafik Regangan Proposional vs Regangan Spesimen Dengan Pengelasan FCAW Dengan PWHT 500 <sup>0</sup> C.....	34
Gambar 25	Grafik Regangan Proposional vs Regangan Spesimen Dengan Pengelas FCAW Dengan <i>Preheat</i> 100 <sup>0</sup> C + PWHT 500 <sup>0</sup> C .....	35
Gambar 26	Grafik Histogram Perbandingan Kenaikan Prosentase Kekuatan Antara Perlukan Panas Dibanding Tanpa Perlakuan Panas. ....	38

## DAFTAR TABEL

Tabel 1	Dimensi Spesimen Plat Lasan SAW .....	22
Tabel 2	Percobaan I.....	23
Tabel 3	Percobaan II .....	24
Tabel 4	Percobaan III.....	24
Tabel 5	Hasil Percobaan I Untuk Beban LMAX.....	24
Tabel 6	Hasil Percobaan I Untuk Beban LYELD.....	24
Tabel 7	Hasil Percobaan I Untuk Beban LPROP .....	24
Tabel 8	Hasil Percobaan II Untuk Beban LMAX.....	24
Tabel 9	Hasil Percobaan II Untuk Beban LYELD .....	24
Tabel 10	Hasil Percobaan II Untuk Beban LPROP .....	24
Tabel 11	Hasil Percobaan III Untuk Beban LMAX .....	25
Tabel 12	Hasil Percobaan III Untuk Beban LYELD .....	25
Tabel 13	Hasil Percobaan III Untuk Beban LPROP.....	25
Tabel 14	Harga Rata-rata Percobaan I, II dan III LMAX .....	25
Tabel 15	Harga Rata-rata Percobaan I, II dan III LYELD.....	25
Tabel 16	Harga Rata-rata Percobaan I, II dan III LPROP .....	25
Tabel 17	Dimensi Spesimen Plat Lasan FCAW.....	26
Tabel 18	Percobaan I.....	27
Tabel 19	Percobaan II .....	27
Tabel 20	Percobaan III.....	27
Tabel 21	Hasil Percobaan I Untuk Beban LMAX.....	27
Tabel 22	Hasil Percobaan I Untuk Beban LYELD.....	28
Tabel 23	Hasil Percobaan I Untuk Beban LPROP .....	28
Tabel 24	Hasil Percobaan II Untuk Beban LMAX.....	28
Tabel 25	Hasil Percobaan II Untuk Beban LYELD .....	28
Tabel 26	Hasil Percobaan II Untuk Beban LPROP.....	28
Tabel 27	Hasil Percobaan III Untuk Beban LMAX .....	28
Tabel 28	Hasil Percobaan III Untuk Beban LYELD .....	28
Tabel 29	Hasil Percobaan III Untuk Beban LPROP.....	28
Tabel 30	Harga Rata-rata Percobaan I, II dan III LMAX .....	29
Tabel 31	Harga Rata-rata Percobaan I, II dan III LYELD.....	29
Tabel 32	Harga Rata-rata Percobaan I, II dan III LPROP .....	29
Tabel 33	Regangan Proposional vs Tegangan Proposional .....	29
Tabel 34	Regangan Proposional .....	33
Tabel 35	<i>Hull Structural Steel According to BKL Rules .....</i>	36
Tabel 36	<i>Selection Of Suitable Steels For Plates and Sections.....</i>	37
Tabel 37	Prosentase Kenaikan Kekuatan Masing-masing Perlakuan Panas Dibanding Tanpa Perlakuan Panas.....	38