

## ANALISA KUALITAS PENGELASAN *FLUX CORED ARC WELDING* (FCAW) PADA PABRIKASI *TUGBOAT* 23 M, *HULL* 302

Agus Umar Ryadin<sup>1</sup>, Wisno Ohara<sup>2</sup>, Arif Rahman Hakim<sup>3</sup>,

Program Studi Teknik Mesin

Fakultas Teknik

Universitas Riau Kepulauan

Jl. Batu Aji Baru - Batam – Provinsi Kepulauan Riau – Indonesia

Telepon: (0778) 392 166 – 392 752 Fax: (0778) 391 868

Email: [agusumar@ft.unrika.ac.id](mailto:agusumar@ft.unrika.ac.id)

### ABSTRACT

*Tugboat is a ship that can be used to maneuver or move the main function of a tugboat is to pull or push other vessels in port, sea or through the river. Tugboat fabric manufacturing involves welding elements especially welding flux cored welding (FCAW) welding FCAW, welding FCAW is one type of electric welding that supplies mechanical filler electrodes continuously into an electric arc formed between the electrode filler tip and the parent metal and FCAW welding is the most widely used because the FCAW welding process is simple and does not need to fill the filler metal while welding a long enough groove. To obtain good quality on welded joints used NDT testing that is penetrant test (PT) and ultrasonic test (UT). From the tests conducted in three parts of the tugboat ship get the percentage of success 88.23% on the rear of the ship 97.14% at the center of the ship, 73.91% on the ship's head.*

*Keywords: Analysis, FCAW Welding, Tugboat, NDT Testing, Welding defects*

### ABSTRAK

Kapal *tugboat* adalah kapal yang dapat digunakan untuk melakukan manuver atau pergerakan fungsi utama kapal *tugboat* adalah untuk menarik atau mendorong kapal lainnya di pelabuhan, laut lepas atau melalui sungai. Pabrikasi kapal *tugboat* sangat banyak melibatkan unsur pengelasan khususnya pengelasan *flux cored arc welding* (FCAW), las FCAW adalah salah satu jenis las listrik yang memasok *filler elektroda* secara mekanis terus ke dalam busur listrik yang terbentuk di antara ujung *filler elektroda* dan metal induk dan las FCAW yang paling banyak digunakan karena proses pengelasan FCAW yang simpel dan tidak perlu mengganti *filler* metal saat mengelas alur yang cukup panjang. Untuk mendapatkan kualitas yang baik pada sambungan las digunakan pengujian NDT yaitu *penetran test* (PT) dan *ultrasonic test* (UT). Dari pengujian yang dilakukan ditiga bagian kapal *tugboat* mendapatkan persentase keberhasilan 88,23% pada bagian belakang kapal, 97,14% pada bagian tengah kapal, dan 73,91% pada bagian kepala kapal.

Kata kunci: Analisa, Pengelasan FCAW, Tugboat, Pengujian NDT, Cacat las

## I. PENDAHULUAN

Pengembangan teknologi di bidang konstruksi yang semakin maju tidak dapat dipisahkan dari pengelasan karena mempunyai peranan penting dalam rekayasa dan reparasi logam. Pembangunan konstruksi dengan logam pada masa sekarang ini banyak melibatkan unsur pengelasan khususnya bidang rancang bangun, karena sambungan las memerlukan ketrampilan yang tinggi bagi pengelasnya agar diperoleh sambungan dengan kualitas baik. Proses pengelasan yang paling simpel saat ini yang banyak digunakan adalah proses pengelasan *Flux Cored Arc Welding (FCAW)* karena tidak perlu mengganti filler metal saat mengelas alur yang cukup panjang.

Kapal tunda (*tugboat*) adalah kapal yang dapat digunakan untuk melakukan manuver atau pergerakan, fungsi utama kapal *tugboat* adalah untuk menarik atau mendorong kapal lainnya di pelabuhan, laut lepas atau melalui sungai. Berdasarkan fungsinya ada hal-hal yang perlu diperhatikan terutama di bidang pengelasan *tugboat* karena kualitas pengelasan sangat berpengaruh pada umur kapal atau batas waktu yang di tentukan dan metode pengelasan yang paling banyak digunakan adalah metode pengelasan *FCAW*. Untuk mendapatkan kualitas pengelasan yang baik maka penulis melakukan penelitian tentang “Analisa Kualitas Pengelasan Flux Cored Arc Welding (*FCAW*) Pada Pabrikasi *Tugboat 23 M, Hull 302*.”

## II. LANDASAN TEORI

### A. Pengertian Kapal *Tugboat*

Kapal tunda atau *tugboat* adalah kapal yang dapat digunakan untuk melakukan manuver atau pergerakan, Fungsi utamanya menarik atau mendorong kapal lainnya di pelabuhan, laut lepas atau melalui sungai. Kapal tunda digunakan pula untuk menarik tongkang, kapal rusak, dan peralatan lainnya. Kapal tunda zaman dulu menggunakan mesin uap, saat ini menggunakan mesin diesel, mesin Induk kapal tunda biasanya berkekuatan antara 750 sampai 3000 tenaga kuda (500 s.d. 2000 kW), tetapi kapal yang lebih besar (digunakan di laut lepas) dapat berkekuatan sampai 25 000 tenaga kuda (20 000 kW). Kebanyakan mesin yang digunakan sama dengan mesin kereta api, tetapi di kapal menggerakkan baling-baling dan untuk

keselamatan biasanya digunakan minimum dua buah mesin induk.

Kapal tunda memiliki kemampuan manuver yang tinggi, tergantung dari unit penggerak dengan penggerak konvensional memiliki baling-baling di belakang, efisien untuk menarik kapal dari pelabuhan ke pelabuhan lainnya. Jenis penggerak lainnya sering disebut Schottel propulsion system di mana baling-baling di bawah kapal dapat bergerak 360° atau sistem propulsi Voith-Schneider yang menggunakan semacam pisau di bawah kapal yang dapat membuat kapal berputar 360°.

### B. Pengertian Pengelasan

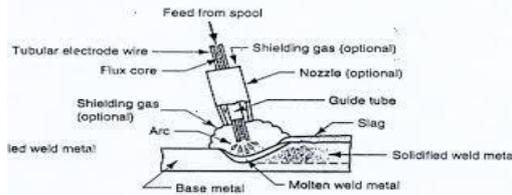
Pengelasan (*welding*) adalah salah satu teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan kedua material yang akan di sambung dengan energi panas dan di ikuti oleh material pengisi.

Berdasarkan definisi dari DIN (*Deutch Industrie Normen*) las adalah suatu ikatan metalurgi pada sambungan logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Dari definisi tersebut dapat dijabarkan lebih lanjut bahwa las adalah sambungan setempat dari beberapa batang logam dengan menggunakan energi panas.

### C. Las *Flux Cored Arc Welding (FCAW)*

Adalah salah satu jenis las listrik yang memasok filler elektroda secara mekanis terus ke dalam busur listrik yang terbentuk di antara ujung filler elektroda dan metal induk. Elektroda/kawat las pada *FCAW* terbuat dari metal tipis yang digulung cylindrical, diisi dengan flux sesuai kegunaannya. Sumber energi pengelasan *FCAW* menggunakan arus listrik AC atau DC dari pembangkit listrik atau melalui trafo dan atau rectifier. Gas pelindungnya menggunakan karbon dioksida (gas CO<sub>2</sub>).

Selain manual, mesin las *FCAW* bisa ditambah robot yang bertugas untuk menjalankan pengelasan biasa disebut dengan ‘super anemo’.



Gambar 1. Las FCAW

### C. Klasifikasi Elektroda

FCAW adalah proses las yang menggunakan kawat elektroda kontinyu, di mana inti fluksi akan melindungi cairan las dan kemudian membentuk terak tipis setelah cairan las beku, seperti proses las busur manual. Beberapa tipe kawat elektroda dapat melindungi secara keseluruhan proses tersebut, artinya fluksinya dapat melindungi cairan las dari kontaminasi udara luar pada saat proses las berlangsung dan membentuk terak pelindung saat pembekuan. Namun ada tipe kawat elektroda yang membutuhkan gas pelindung tambahan (kedua), seperti gas Carbon Dioksida ( $CO_2$ ) atau campuran gas Argon atau  $CO_2$ .

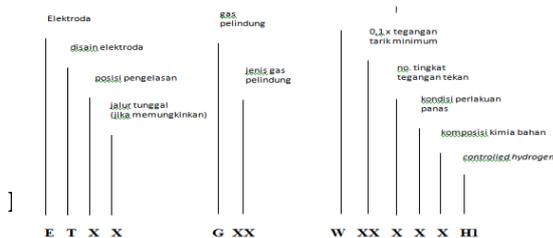
Kawat elektroda berinti fluksi (*flux-cored electrode wire*) diklasifikasikan berdasarkan beberapa hal, antara lain :

- a) bahan yang dilas
- b) gas pelindung yang digunakan
- c) posisi pengelasan
- d) jenis arus yang dipakai
- e) bentuk konstruksi

Sistem penulisan pada pengklasifikasian kawat elektroda dibagi tiga kelompok, di mana tiap kelompok terdiri dari huruf dan angka yang akan menunjukkan arti dari klasifikasi kawat tersebut.

Ada beberapa sistem klasifikasi elektroda yang dipakai saat ini, antara lain menurut sistem klasifikasi *American Welding Society* (AWS), *Australian Standard* (AS), JIS, DIN, dan lain-lain

Berikut ini adalah salah satu contoh sistem klasifikasi elektroda las *flux core* yakni berdasarkan *Australian Standard AS 2203*.

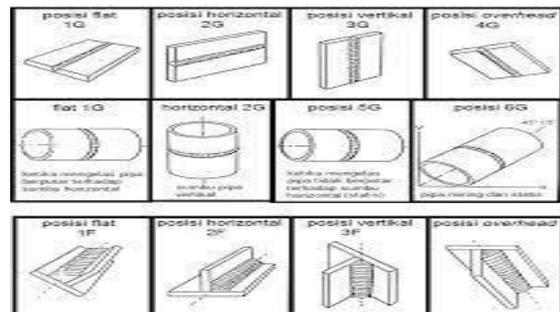


Gambar 2. Klasifikasi Elektroda

### D. Posisi pengelasan

Posisi pengelasan atau sikap pengelasan adalah pengaturan posisi dan gerakan arah dari pada elektroda sewaktu mengelas.

Ada beberapa posisi pengelasan, baik pengelasan pada plate atau pun pengelasan pada pipa antara lain:



Gambar 3. Posisi Pengelasan

### E. Pengujian NDT

NDT atau *Non Destructive Testing* (Uji Tak Rusak) adalah salah satu pengujian yang dapat dilakukan pada suatu material, komponen, struktur, atau mengukur beberapa karakteristik tanpa merusak komponen atau material benda uji tersebut. NDT memainkan peran penting dalam memastikan bahwa komponen struktural dan sistem melakukan fungsi mereka secara efektif dan biaya yang optimum. Metode NDT bertujuan untuk mencari dan mengetahui karakteristik dan kondisi material, serta kekurangan yang mungkin menyebabkan komponen mengalami kegagalan mencegah ledakan pipa, dan berbagai kegagalan yang kurang terlihat, tetapi dapat mengganggu kinerja unit. Tes ini dilakukan dengan cara yang tidak mempengaruhi fungsi komponen, karena NDT memungkinkan bagian-bagian dan bahan-bahan yang akan diperiksa dan diukur tanpa merusak. Karena pemeriksaan dilakukan tanpa mengganggu struktur dan fungsi utama komponen, NDT memberikan keseimbangan yang sangat baik antara kontrol kualitas dan efektivitas biaya. Sehingga secara umum NDT berlaku untuk semua jenis inspeksi industri, termasuk logam dan struktur non logam. (Cahyandaru, 2014) & (Kurniawan, 2013).

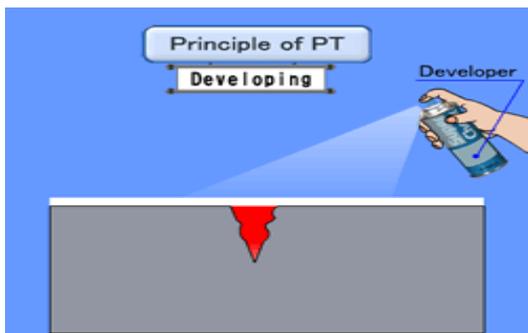
Macam – Macam Metode Pengujian NDT Pada pengujian NDT terdapat beberapa metode, diantaranya adalah *magnetic particle inspection, liquid penetrant inspection, eddy current, visual test, ultrasonic inspection, leak*

test, proof test, acoustic emission, dan radiographic inspection (Naryono & Suharyadi, 2012).

a) *Liquid Penetrant Test*

Metode ini dapat digunakan untuk mendeteksi cacat terbuka pada permukaan pada setiap produk industri yang terbuat dari bahan non-pori. Metode ini banyak digunakan untuk pengujian bahan baik *magnetic* maupun *non-magnetik*. Dalam metode ini *penetrant* cair

diterapkan ke permukaan produk untuk waktu yang telah ditentukan, setelah itu *penetrant* berlebih akan dihapus dari permukaan. Permukaan tersebut kemudian dikeringkan dan *developer* diterapkan untuk itu. Penetrant yang sisa-sisa di permukaan yang diserap oleh *developer* menunjukkan adanya cacat serta lokasi dan sifat cacat tersebut. (Diar Kurniawan, 2013).



Gambar 4. Pengujian *Liquid Penetrant Test*

b) *Ultrasonic Test*

*Ultrasonic* Inspeksi ultrasonik adalah metode *non-destruktif test* dimana gelombang frekuensi tinggi diberikan ke dalam material benda uji. Frekuensi gelombang suara ini tidak mampu terdengar oleh telinga manusia. Gelombang suara yang memiliki frekuensi sekitar 50 kHz sampai 100 kHz biasanya digunakan untuk inspeksi bahan bukan logam, sedangkan untuk frekuensi antara 0,5 MHz sampai 10 MHz biasanya digunakan untuk inspeksi bahan logam.

Cara uji *ultrasonic* (UT) menggunakan frekuensi tinggi gelombang suara (*ultrasound*) untuk mengukur sifat geometris dan fisik dalam bahan. Laju *ultrasound* di bahan yang berbeda kecepatannya juga berbeda. Gelombang *ultrasonic* akan terus merambat melalui material dengan kecepatan tertentu dan tidak kembali kecuali *hits reflektor*. *Reflector* memperkirakan adanya retak/cacat antara dua material yang berbeda. *Ultrasonic Test* dapat digunakan pada peralatan teknik

sipil, bagian luar logam, dan untuk memverifikasi granulasi jalan penutup atau beton. Gelombang suara frekuensi tinggi yang diberikan ke material kemudian dipantulkan kembali dari permukaan yang cacat. Energi suara yang dipantulkan ditampilkan terhadap waktu, dan inspektor dapat memvisualisasikan tanda silang pada bagian dari benda uji.



Gambar 5. Pengujian *Ultrasonic Test*

c) *Magnetic Particle Test*

Sebuah logam ferromagnetik apabila dialiri sebuah gaya magnet maka akan menjadi medan magnet. Apabila logam *ferro magnetik* tersebut terdapat sebuah keretakan atau sebuah patahan alamiah garis-garis medan magnet tersebut akan berpindah arah mencari kerapatan kembali dari logam ferromagnetik tersebut agar bisa membentuk kembali siklus magnet dari kutub utara menuju kutub selatan.

Prinsip ini yang diaplikasikan pada pengujian tanpa merusak *Magnetic Particle Test* dimana patahan atau retakan diberi *chemical* atau cairan yang berisikan serbuk besi yang memiliki daya kapilaritas sehingga cairan tersebut dapat berpenetrasi masuk samapi ke ujung patahan logam. (Purnama & yorgie, 2014).



Gambar 6. *Magnetic Particle Test*

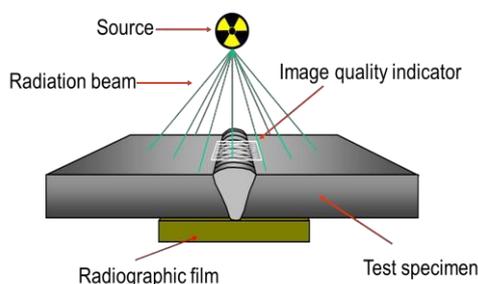
d) *Radiografi Test*

Metode pengujian ini menggunakan sinar-X, yang dihasilkan oleh tabung sinar-X, atau

sinar gamma, yang dihasilkan oleh isotop radioaktif. Prinsip dasar pemeriksaan radiografi lasan sama dengan radiografi medis. Penetrasi radiasi dilewatkan melalui benda padat, dalam hal ini pengelasan bukan bagian tubuh manusia, ke dalam film fotografi, menghasilkan gambar struktur internal benda yang tersimpan pada film. Jumlah energi yang diserap oleh benda tergantung pada ketebalan dan densitasnya.

Energi yang tidak diserap oleh benda akan menyebabkan terpapar film radiografi. Daerah ini akan gelap saat film ini dikembangkan. Area film yang terpapar energi kurang tetap ringan. Oleh karena itu, area objek dimana ketebalannya telah diubah oleh diskontinuitas, seperti porositas atau retak, akan muncul sebagai garis gelap pada film. Inklusi kerapatan rendah, seperti terak, akan muncul sebagai daerah gelap pada film sementara inklusi kerapatan tinggi, seperti tungsten, akan muncul sebagai area terang. Semua diskontinuitas terdeteksi dengan melihat bentuk dan variasi densitas film yang diproses.

Pengujian radiografi dapat memberikan rekaman permanen kualitas lasan yang relatif mudah untuk ditafsirkan oleh personel terlatih. Metode pengujian ini biasanya cocok untuk memiliki akses ke kedua sisi sambungan las (kecuali teknik gambar sinyal dinding ganda yang digunakan pada beberapa pekerjaan pipa). Meskipun ini adalah metode pengujian nondestruktif yang lambat dan mahal, namun metode ini positif untuk mendeteksi porositas, inklusi, retakan, dan void di bagian dalam lasan.



Gambar 7. Radiografi Test

### III. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini melalui beberapa tahap yaitu dengan pembutan kampuh yang di lakukan dengan gouging dan akan di gerinda halus,

setelah itu akan dilakukan pengelasan dan yang terakhir yaitu melakukan pengujian dengan NDT kemudian data dari pengujian akan di analisa untuk mendapatkan kesimpulan dari penelitian ini.

#### A. Alat

Ada berbagai jenis alat yang di gunakan, lihat pada tabel 1.

Tabel 1. Alat dan Fungsinya

No	Alat	Fungsi
1	Kabel dan Stang las	Untuk melakukan pengelasan dan gouging
2	Tang gouging	Sebagai tempat menjepit carbon gouging dan tang las
3	House gouging	Alat untuk menyalurkan angin dari kompresor
4	Kompresor	Alat atau mesin untuk menghasilkan udara bertekanan
5	Gerinda	Untuk membersihkan hasil dari gouging dan pengelasan
6	Mesin FCAW dan Perlengkapannya	Alat untuk melakukan pengelasan
7	Palu terak dan soket baja	Alat untuk membersihkan terak-terak hasil pengelasan
8	Tang atau gunting Pemotong	Berguna untuk memotong ujung elektroda dan membersihkan nozzle sebelum melakukan pengelasan
9	APD pengelasan	Untuk melindungi diri sewaktu melakukan pengelasan dengan fungsi dari masing-masing
10	Pengujian NDT (PT dan UT)	Untuk mengetahui hasil dari pengelasan

#### B. Bahan

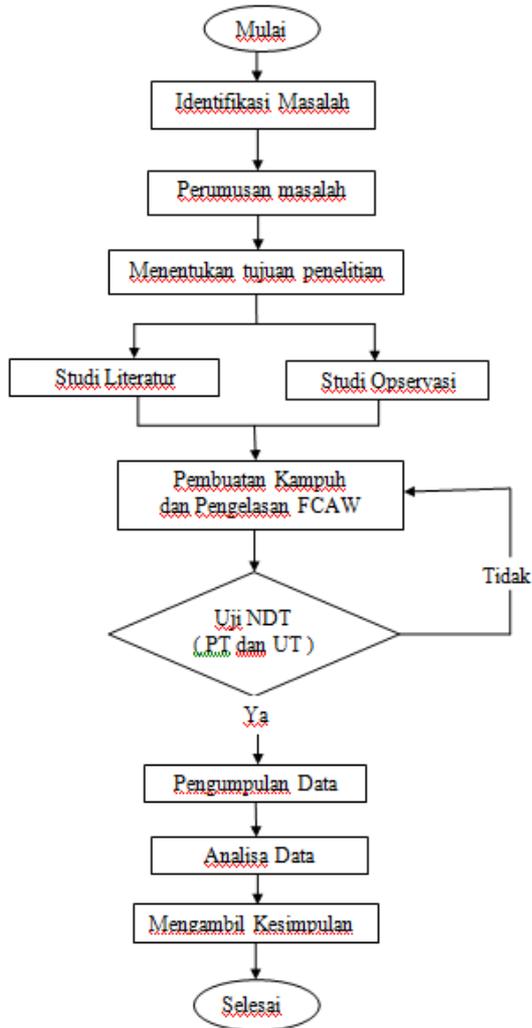
Ada berbagai macam bahan yang di gunakan, lihat pada tabel 2.

Tabel 2. Bahan Yang di Gunakan

No	Bahan yang di gunakan
1	Belas baja paduan standar 10 mm dan 12
2	Carbon gouging
3	Mata gerinda
4	Elektroda 1.1 mm

### C. Alur Penelitian

Penelitian dilakukan dengan berbagai tahapan proses, sehingga penelitian dapat dilaksanakan secara tersusun dan teratur. Tahapan atau langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah Sebagai berikut :



Gambar 8. Alur Penelitian

### D. Pengujian atau Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, penulis mengumpulkan data dengan dua metode pengumpulan data yaitu :

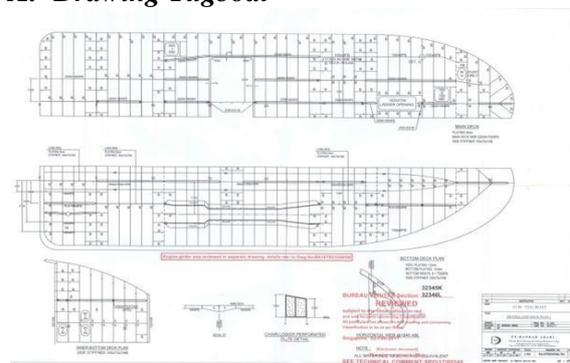
1. Metode literatur, dilakukan dengan mengumpulkan data dari referensi yang ada seperti buku pedoman, laporan dan kepustakaan lainnya.
2. Metode opservasi, dilakukan dengan melakukan pengamatan langsung dilokasi penelitian, dalam hal ini penulis secara langsung melakukan pengamatan di *project tugboat 23 M hull 302*.

Dalam penelitian ini, peneliti membagi tiga bagian data yang diambil yaitu data bagian depan atau kepala kapal, data bagian tengah kapal dan data bagian belakang atau ekor kapal.

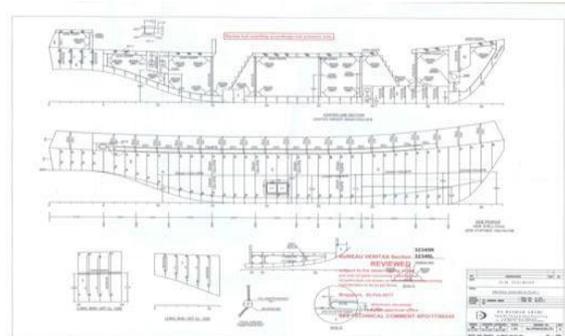
## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi tentang hasil dan pembahasan yaitu mulai dari tahapan-tahapan dalam pengerjaan, tabel joinan, pengujian dan hasil dari pengujian pada joinan yang ada pada *body* utama kapal *tugboat*.

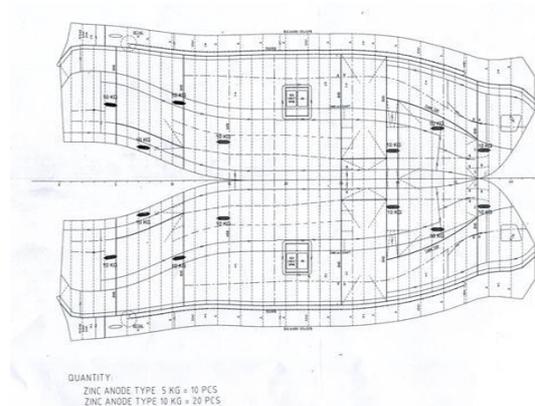
### A. Drawing Tugboat



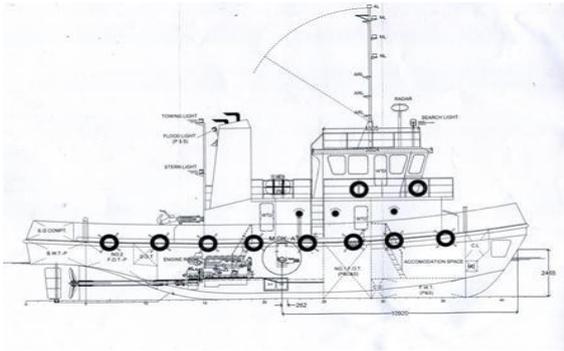
Gambar 9. Bottom Tugboat



Gambar 10. Side Shell Tugboat



Gambar 11. Joinan-Joinan Pada Tugboat



Gambar 12. *Tugboat* secara keseluruhan



Gambar 14. Proses *gouging*

## B. Proses Pengerjaan

Sebelum melakukan pengujian ada beberapa proses yang dilakukan antara lain :

### 1. Proses Pemasangan Pelat

Proses pengerjaan yang pertama yang dilakukan adalah pemasangan pelat, proses ini dilakukan oleh fitter



Gambar 12. *Tugboat* sebelum pemasangan pelat



Gambar 13. *Tugboat* setelah pemasangan pelat

### 2. Proses *Gouging*

Proses yang kedua adalah penggougingan atau pembuatan kampuh, pembuatan kampuh ini dilakukan untuk menjadikan joinan menjadi single bevel atau bevel V.



Gambar 15. Joinan setelah di *gouging*

### 3. Proses *Gerinding*

Proses yang ke tiga adalah proses gerinding adalah untuk membersihkan joinan atau penghalusan joinan setelah di *gouging*.



Gambar 16. Proses *Gerinding*



Gambar 17. Joinan setelah di gerinda

4. Proses Pengelasan

Proses yang ke empat atau yang terakhir sebelum melakukan pengujian pengelasan adalah melakukan pengelasan menggunakan FCAW.



Gambar 18. Proses Pengelasan FCAW



Gambar 19. Joinan setelah pengelasan FCAW

Setelah melakukan pengelasan maka selanjutnya akan dilakukan pengujian yaitu dengan menggunakan PT dan UT.

5. Pengujian menggunakan *penetran test (PT)*

Metode ini dapat digunakan untuk mendeteksi cacat terbuka pada permukaan atau visual las-lasan seperti retak, kurang penetrasi, berlubang dan yang lainnya.



Gambar 20. Alat-alat pengujian PT



Gambar 21. Proses pengujian *penetran test*

6. Pengujian menggunakan *ultrasonic test*

Pengujian *ultrasonic test* digunakan untuk mengetahui cacat yang terjadi di dalam las lasan.



Gambar 22. Pengujian *ultrasonic test (UT)*

C. Data joinan pada kapal *tugboat*

Tabel 3. Data Joinan yang ada pada body utama kapal *tugboat*

Joinan	Single Bevel	Bevel V	Beda Thickness		Total
			Single Bevel	Bevel V	
Belakang atau Ekor kapal	6	11	—	—	17
Tengah kapal	6	21	2	6	35
Depan atau Kepala kapal	6	17	—	—	23
Jumlah Keseluruhan Joinan					75

Pada tabel 3 dapat dilihat bahwa joinan yang ada pada *body* utama kapal *tugboat* di bagi 3 bagian antara lain : di bagian kepala terdapat 23 joinan, dibagian tengah ada 35 joinan, di bagian belakang atau ekor ada 17 joinan  
 Total seluruh joinan yang ada pada *body* utama kapal *tugboat* ada 75 joinan.

Tabel 4.2 Data pengujian bagian belakang atau ekor kapal

Belakang atau ekor kapal									
Pengujian	PT		UT		Beda thickness				Total
	Single bevel	Bevel V	Single Bevel	Bevel V	Single bevel	Bevel V	Single bevel	Bevel V	
Joinan	6	7	—	4	—	—	—	—	17
Failed	0	0	—	2	—	—	—	—	2
Persentasi keberhasilan	100%	100%	—	50%	—	—	—	—	88,23%

Dari tabel hasil pengujian di area belakang atau ekor kapal terdapat 2 *failed* yang terdapat pada pengujian *ultrasonic test*.



Gambar 23. Pengujian PT bagian ekor kapal

Pengujian *penetran test* ini dilakukan pada joinan bagian belakang kapal dan tidak ditemukan *failed* atau cacat.



Gambar 24. *Failed* hasil pengujian UT bagian ekor kapal.

Pada pengujian *ultrasonic Test* terdapat 2 cacat atau *failed* dapat dilihat pada gambar 24.

Tabel 4. Data pengujian bagian tengah kapal

Bagian tengah kapal									
Pengujian	PT		UT		Beda thickness				Total
	Single bevel	Bevel V	Single Bevel	Bevel V	Single bevel	Bevel V	Single bevel	Bevel V	
Joinan	6	17	—	4	2	6	—	—	35
Failed	0	1	—	0	0	0	—	—	1
Persentasi keberhasilan	100%	94,11%	—	100%	100%	100%	—	—	97,14%

Dari tabel pengujian di area tengah kapal terdapat 1 *failed* yang terdapat pada pengujian *penetran test*.



Gambar 25. Pengujian PT bagian tengah kapal

Pada pengujian *penetran test* terdapat cacat di bagian las-lasan *single bevel* dapat dilihat pada gambar 25



Gambar 26. Pengujian UT bagian tengah kapal

Pada pengujian *ultrasonic test* bagian tengah kapal tidak ditemukan cacat atau *failed*

Tabel 5. Data pengujian bagian depan atau kepala kapal

Bagian depan atau kepala kapal									
Pengujian	PT		UT		Beda thickness				Total
	Single bevel	Bevel V	Single Bevel	Bevel V	Single bevel	Bevel V	Single bevel	Bevel V	
Joinan	6	13	—	4	—	—	—	—	23
Failed	0	2	—	4	—	—	—	—	6
Persentasi keberhasilan	100%	84,61%	—	0%	—	—	—	—	73,91%

Dari pengujian di area depan atau kepala kapal terdapat 6 joinan failed yaitu 2 joinan pada pengujian *penetran test* dan 4 joinan pada pengujian *ultrasonic test*.



Gambar 27. Pengujian PT bagian depan atau kepala kapal.

Pada pengujian *penetran test* terdapat 2 cacat yaitu pada joinan bevel V dapat dilihat pada gambar 27.



Gambar 28. Pengujian UT bagian depan atau kepala kapal

Pada pengujian *ultrasonic test* di bagian kepala kapal ke 4 joinan yang di uji terdapat cacat atau *failed*, dapat dilihat pada gambar 28.

## D. Analisa Data

Tabel 6. Persentasi Semua Pengujian

Joinan	Pengujian							
	PT		UT		Beda thickness			
	Single bevel	Bevel V	Single bevel	Bevel V	Single Bevel	Bevel V	Single bevel	Bevel V
Belakang atau ekor kapal	100%	100%	—	50%	—	—	—	—
Tengah kapal	100%	94,11%	—	100%	100%	100%	—	—
Depan atau kepala kapal	100%	84,61%	—	0%	—	—	—	—
Rata-Rata	100%	92,90%	—	50%	100%	100%	—	—

Dari data hasil persentasi semua pengujian dapat kita lihat setiap bagiannya :

### 1. Single bevel

Dari hasil pengujian di ketiga bagian kapal pada joinan *single bevel* dengan pengujian *penetran test*, total keberhasilan pengujian pada *single bevel* adalah 100% atau tidak ditemukannya cacat atau *failed*.

### 2. Bevel V

Dari hasil pengujian di ketiga bagian kapal pada joinan *bevel V* dengan menggunakan pengujian *penetran test* hasil rata-rata yang diperoleh adalah 92,90% dimana, dibagian belakang atau ekor kapal 100%, bagian tengah kapal 94,11% dan bagian kepala kapal 84,61%. Sedangkan dengan pengujian *ultrasonic test* hasil yang diperoleh adalah 50% di bagian belakang kapal, 100% di bagian tengah kapal dan 0% dibagian kepala.

### 3. Beda thickness

Dari hasil pengujian yang dilakukan pada pelat yang berbeda *thickness* baik pada *single bevel* atau pun pada *bevel V* persentasi keberhasilannya 100% atau tidak ditemukaannya cacat atau *failed* yang artinya perbedaan *thickness* atau ketebalan pelat tidak mempengaruhi hasil dari pengelasan FCAW.

Dari hasil pengujian *penetran test* (PT) dan *ultrasonic test* (UT) di ketiga bagian yaitu bagian belakang diperoleh hasilnya 88,23%, dibagian tengah kapal diperoleh 97,14% dan dibagian kepala kapal hasil yang diperoleh 73,91%. Dari persentasi keberhasilan pengujian di atas dapat kita analisa bahwa pengaruh kesulitan dalam pengelasan sangat berpengaruh pada kualitas hasil pengelasannya dan bagian tersulitnya adalah bagian kepala karena mendapat persentasi 73,91% merupakan persentasi terendah di antara dua bagian lain

dan lokasi terdapatnya cacat atau *failed* yaitu pada lokasi yang terdapat variasi pelat dan daerah yang sulit untuk di jangkau untuk melakukan pengelasan seperti di bagian kepala kapal dan ekor kapal.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Dari penelitian yang dilakukan peneliti dapat di simpulkan :

1. *Thickness* plat yang berbeda tidak mempengaruhi kualitas pengelasan FCAW hal itu dibuktikan dengan persentasi keberhasilannya 100% atau tidak adanya failed dari pengujian yang dilakukan.
2. Pengecekan kualitas pengelasan pada pabrikasi tugboat dilakukan dengan menggunakan *penetran test* untuk mengetahui cacat *visual* las-lasan dan *ultasonic test* untuk mengetahui cacat *internal* las-lasan, dimana rata-rata dari hasil pengujian *penetran test* terdapat 100% untuk single bevel, 92,90% untuk bevel V dan 100 % untuk beda *thicknesn* sedangkan untuk pengujian *ultrasonic test* hasil rata-ratanya 50%
3. Tingkat kesulitan dalam pengelasan sangat berpengaruh terhadap kualitas pengelasan itu terbukti dengan hasil pengujian pengelasan yang dilakukan, dimana bagian kepala kapal memiliki persentasi keberhasilan 73,91% merupakan persentasi terendah dibandingkan dua bagian lainnya yaitu bagian belakang 88,23% dan bagian tengah 97,14%. Sementara bagian kepala kapal merupakan bagian tersulit di antara bagian yang lainnya.

### B. Saran

Adapun saran yang dapat diberikan oleh peneliti adalah :

1. Diperlukan pengendalian atau konsentrasi penuh dalam melakukan proses pengelasan dan mengikuti prosedur yang ada pada *WPS*.
2. Pada pengelasan di area yang sulit sebaiknya menggunakan beking keramik agar mendapatkan kualitas yang lebih baik.
3. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan menggunakan data yang lebih banyak agar mendapatkan hasil yang lebih baik atau

lebih akurat.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] *ASTM A252, American Society For Testing Material 2002, Spesificatioan For Welded ASME Internasional.*
- [2] AusAID, " Dasar las flux cored arc welding," Animation [Online]. Available," [http://batam-institutional-development-project-detail.html/2002/4/flux\\_cored\\_arc\\_welding-introduction.html](http://batam-institutional-development-project-detail.html/2002/4/flux_cored_arc_welding-introduction.html)
- [3] Daryanto, Teknik Las, Alfabeta, CV, Bandung, 2012.
- [4] Dafid Jones, " Macam-macam Sambungan," Animation [Online]. Available," <http://www.pengelasan.com/2016/03/macam-macam-sambungan-posisi-pengelasan.html>
- [5] Darmawan, H. Teknik mengelas GMAW/FCAW, Bandung: ITB, 2004.
- [6] G.S. Takeshi & N.H. Sugiarto, " *Mechanical Drawing According To Iso Standards*", 2008
- [7] Naryono. Suharyadi, Macama-macam pengujian NDT, PPPG Teknologi, Bandung, 2012.
- [8] Nursyahid MS, " Proses Pengelasan FCAW," Animation [Online]. Available," <http://chawqnoors.blogspot.com/2015/10/proses-pengelasan-fcaw-secara-detail.html>
- [9] Suratman, Maman, Teknik Mengelas *Asetilin*, dan Las Busur Manual, CV Pustaka Grafika, Bandung 2011.
- [10] Widharto, Sri, Inspeksi Teknik jilid 6, PT Pradnya Paramita, Jakarta, 2007.
- [11] Widharto, Sri, Petunjuk Kerja Las, PT Pradnya Paramita, Jakarta, 2008.