

APLIKASI WELDING PROCEDURE SPECIFICATION (WPS) DENGAN BEVEL 300 UNTUK PENGELASAN KONSTRUKSI KAPAL TANKER 3500 LTDW HN. 309 PADA UJI BENDING DI PT. DAYA RADAR UTAMA UNIT III LAMPUNG

Indah Purmayanti, Kurniawati Oktarina*

Sekolah Tinggi Ilmu Maritim Mutiara Jaya

Jl. Za Pagar Alam Pelita I No.24 Kedaton Bandar Lampung. 35142

Telp/Fax: 089607861807

*Corresponding author: kurniawatyoktarina@gmail.com

Abstrak

Proses pembuatan kapal sangat dipengaruhi oleh kekuatan bahan terutama material penyusunnya. Bahan material dibentuk dengan menyesuaikan design kapal, melalui pembentukan pada lengkungan kapal. Kelayakan suatu kapal dapat diketahui dengan melakukan pengujian keuletan, kekerasan, kegetasan, elastisitasnya, dan dari segi lainnya. Pengujian tersebut yaitu Uji Bending, uji lengkung (bending test) merupakan salah satu bentuk pengujian untuk menentukan mutu suatu material secara visual. Spesimen berupa material plat kapal Tanker 3500 LTDW HN. 309 dilas sesuai dengan prosedur WPS dengan bevel 300 untuk dilakukan proses uji bending. Hasil uji bending menunjukkan beban maksimal terbesar didapat pada spesimen uji no. 2 (Root) yaitu sebesar 3,42 kN dan beban terkecil spesimen uji no. 1 (Face) yaitu sebesar 3,07 kN. Kekuatan uji bending terbesar didapat pada spesimen uji no. 2 (Root) yaitu sebesar 1,10 kN/mm² dan yang terkecil spesimen uji no. 1 (Face) yaitu sebesar 0,95 kN/mm². Kekuatan pengujian bending rata-rata dari kedua spesimen uji adalah 12,34 kN/mm². Hasil uji bending dilihat secara visual tidak memiliki adanya cacat las (defect) dan dapat diaplikasikan pada pembangunan kapal.

Kata Kunci : plat, kapal, uji bending, WPS.

Abstract

The process of ship building is strongly influenced by the strength of the material, especially its constituent material. Material is formed by adjusting the design of the ship, through formation of the ship's arch. The feasibility of a ship can be determined by testing tenacity, hardness, tingling, elasticity, and other aspects. The test is Bending Test, bending test is one form of testing to determine the quality of a material visually. Specimens in the form of tanker ship materials 3500 LTDW HN. 309 welded according to the bevel 300 WPS procedure for the bending test process. The Bending test results showed the largest maximum load obtained in the test specimen no. 2 (Root) which is equal to 3,42 kN and the smallest load test specimen no. 1 (Face) that is equal to 3,07 kN. The greatest bending test strength is found in the test specimen no. 2 (Root) which is equal to 1,10 kN/mm² and the smallest test specimen no. 1 (Face) which is equal to 0,95 kN/mm². The average bending strength of the two test specimen is 12,34 kN/mm². The bending test results are seen visually as having no defects and can be applied to ship construction.

Keywords: plate, ship, bendingtest, WPS.

PENDAHULUAN

Pada industri perkapalan, baja sering digunakan dalam pembuatan suatu material salah satunya plat kapal dengan kandungan baja karbon rendah. Dimana, unsur plat baja terdiri dari 97 % Fe (besi) dengan kandungan unsur lain yaitu 1,67 karbon. Plat kapal merupakan material yang digunakan sebagai kulit kapal yang berhubungan langsung dengan faktor lingkungan sekitar. Plat kapal yang digunakan sebagai kulit lambung kapal, sehingga bersinggungan langsung dengan lingkungan seperti suhu, salinitas air, angin dan lain-lain. Faktor lingkungan inilah yang mempengaruhi korosi pada sebuah plat kapal.

Proses pembuatan kapal sangat dipengaruhi oleh kekuatan bahan terutama material penyusunnya. Bahan material dibentuk dengan menyesuaikan design kapal, melalui pembentukan pada lengkungan kapal. Pembentukan lengkungan kapal dilakukan dengan pengujian test bending. Salah satunya dengan melakukan uji test bending. Pengujian test bending dilakukan pada bahan

material kapal dikarenakan hal tersebut dianggap dapat mengurangi kerusakan struktur mikro pada bahan logam yang digunakan dari pada menggunakan proses firering atau pemanasan. Uji Bending adalah pengujian tekuk, yang dilakukan dengan menekuk atau menekan suatu bahan uji sampai mencapai titik batas kegetasannya. Terdapat banyak material plat yang digunakan pada kapal, bahkan sebagian besar beban dipengaruhi oleh plat. Kelayakan suatu kapal dapat diketahui dengan melakukan pengujian keuletan, kekerasan, kegetasan, elastisitasnya, dan dari segi yang lainnya. Pengujian tersebut dilakukan dengan bermacam-macam uji yaitu Uji Bending, Uji Impact, Uji tarik, Uji mikrografi, dan masih banyak cara pengujian yang lainnya (Kusuma, dkk. 2017) .

Uji bending juga digunakan untuk mengukur kekuatan material akibat pembebanan dan kekenyalan hasil sambungan las baik di weld metal maupun daerah pengaruh panas atau Heat Affective Zone (HAZ) (Sunaryo, 2008). Uji Bending ini dilakukan dengan material plat baja, pada pengujian bending ini bahan material akan dilakukan pengelasan. Pengelasan tidak dapat dilakukan dengan cara yang tidak mengikuti proses tahapannya. Pengelasan perlu direncanakan dengan prosedur pengelasan yang digunakan dalam pembangunan sebuah kapal yang disebut Welding Procedure Specification (WPS) (Kholis, 2017). Didalam WPS mengatur semua aturan-aturan pengelasan seperti elektroda yang digunakan, plat, cara pengelasan, dan bentuk kampuh las, panjang jarak kampuh las (Bevel). Hasil pengelasan dalam pembangunan kapal dapat berdampak pada kualitas kekuatan dari kapal yang dibangun.

Berdasarkan latar belakang diatas, peneliti tertarik melakukan penelitian yang berjudul “Aplikasi WPS (Welding Procedure Specification) dengan Bevel 30–0 untuk Pengelasan Kontruksi Kapal Tanker 3500 LTDW HN. 309 pada Uji Bending di PT. Daya Radar Utama Unit III Lampung”.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Penelitian ini dilaksanakan bulan pada Februari - Mei 2019. Penelitian ini telah dilaksanakan diprogram studi Teknik Perkapalan Sekolah Tinggi Ilmu Maritim Mutiara Jaya Lampung. Spesimen yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh pada PT. Daya Radar Utama Unit III Lampung. Pemotongan, pembevelan dan pengelasan spesimen dilaksanakan di PT. Tunas Karya Natar Lampung Selatan selama 2 (dua) hari pada tanggal 7 – 8 April 2019 dan pengujian bending spesimen dilakukan di laboratorium material jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung selama 1 (satu) hari pada tanggal 10 Mei 2019 pukul 10:47 – 11:02 WIB.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat tulis, palu, penggaris, jangka sorong, stopwatch, sikat besi, penggaris busur derajat (protractor), tang, ragum rata presisi, mesin las, stang las, kabel las, gerinda, alat uji bending dan indentor uji bending. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah material plat baja pada kapal Tanker 3500 LTDW HN. 309 sebesar 12 mm, elektroda las dengan kode E7016-Z3211-E4916 diameter 3,2 mm, mata gerinda dan table recording.

Prosedur Penelitian

Persiapan Spesimen

Spesimen berupa material plat kapal Tanker 3500 LTDW HN. 309 diambil di PT. Daya Radar Utama Unit III Lampung dengan ukuran 200 mm x 150 mm x 12 mm. Kemudian plat dipotong menjadi 2 (dua) bagian dengan ukuran panjang x lebar x tinggi yaitu 150 mm x 30 mm x 12 mm. Material yang telah dipotong kemudian dipotong lagi sebesar 5 mm untuk menghaluskan bagian sisi pinggir atas dan bawah plat. Selanjutnya, material plat yang telah siap dipotong menjadi 2 (dua) bagian sama besar dibuat sudut kemiringan (Bevel) 300 menggunakan penggaris busur derajat (protractor).

Pengelasan Pada Material Plat Kapal Tanker 3500 LTDW HN. 309

Pengelasan material plat kapal Tanker 3500 LTDW HN. 309 dilakukan sesuai dengan prosedur WPS. Isi didalam WPS adalah Welding Process, Joint Design Used, Base Metal, Filler Metal, Shelding, Preheat, Position, Electrical Characteristic, Technique, Post Weld Heat Treatment

dan table welding procedure. Pada proses pengelasan berlangsung dilakukan pula pengambilan data yang akan dimasukkan didalam tabel recording. Data yang akan diambil yaitu pass, elektroda (spec, class, dan diameter), weld deposit data (length, width, t layer, star time, stop time dan weld duration), electrical characteristic (voltage, current, pre heat, int pass, weld speed, wire speed dan head input), visual dan remark. Spesimen yang telah disiapkan dilas dengan posisi pengelasan mendatar atau horizontal position dan spesimen dijepit menggunakan ragum rata presisi, kuat arus yang digunakan 22 V dan 24 V dengan tegangan 120 A dan 130 A. Penelitian ini menggunakan elektroda jenis LB 52 dengan Class E7016 yang memiliki diameter 3,2 mm, sebelum ampermeter digunakan untuk mengukur arus jarum pada posisi nol, kemudian salah satu penjepitnya dijepitkan pada kabel yang digunakan untuk menjepit kawat elektroda. Kemudian mesin las dihidupkan dan kawat elektroda digoreskan sampai menyala. Arus akan diatur pada angka 120-130 A. Selanjutnya spesimen akan mulai dilakukan pengelasan. Setelah pengelasan pada material dilaksanakan dan memenuhi persyaratan prosedur WPS, selanjutnya dilakukan pemotongan spesimen menjadi 2 (dua) bagian dengan panjang x lebar x tinggi yaitu 145 mm x 5 mm x 12 mm.

Uji material plat kapal Tanker 3500 LTDW HN. 309 pada prosedur uji bending

Spesimen plat kapal Tanker 3500 LTDW HN. 309 yang telah dilas dan dipotong kemudian dilakukan pengujian bending secara transversal bending. Spesimen akan disiapkan dan diatur posisi tengah sejajar pada bantalan U pada alat uji bending adalah MTS landmark ASTM E190 – 2003 buatan Amerika. Setelah tengahnya sejajar di titik indenter, maka penekanan atau pengujian bahan uji dapat dilakukan secara mekanik dilihat pada layar monitor alat uji bending. Pengujian spesimen dilakukan hingga material mengalami perubahan bentuk. Setelah penekanan bahan uji cukup, maka secara otomatis alat uji bending akan berhenti dan nilai beban maksimal dapat terlihat. Lakukan langkah yang sama untuk material yang akan di uji lainnya lalu dapat diamati permukaannya.

Pengaplikasian hasil uji terhadap Welding Procedure Specification (WPS)

Sesuai ASME Section IX, Welding Procedure Specification (WPS) yaitu acuan seorang welder atau operator las dalam melakukan pekerjaan pengelasan (sambungan las) yang sesuai dengan ketentuan yang ada di code pada American Society of Mechanical Engineers (ASME), untuk mengaplikasikan terhadap hasil uji setelah pengujian dilakukan pada perlakuan spesimen, maka akan didapat data hasil pengujian yang kemudian data tersebut akan di analisis. Sehingga data hasil pengujian yang akan diperoleh pada penelitian ini dapat digunakan dalam pembuatan WPS baru untuk pembangunan kapal.

Analisa Pengujian

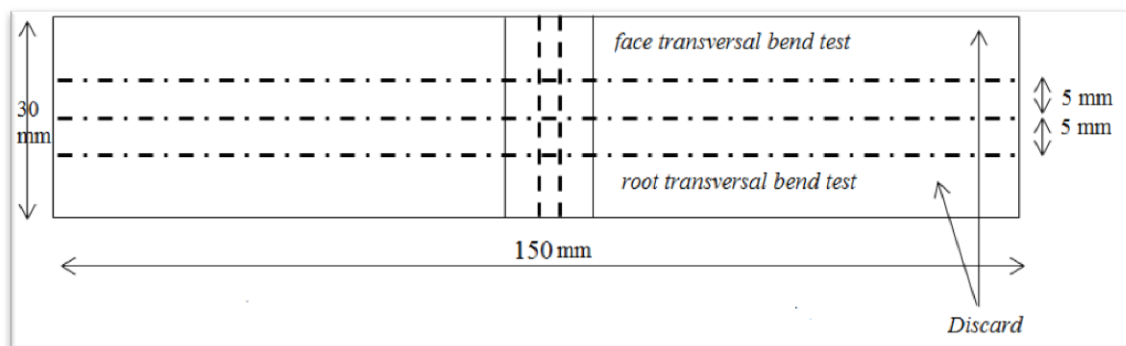
Analisis data pada spesimen plat kapal Tanker 3500 LTDW HN. 309 dengan menggunakan data hasil pengelasan dan pengujian bending. Analisis menggunakan metode kualitatif dan kuantitatif yaitu dengan metode regresi linier.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Spesimen berupa material plat kapal Tanker 3500 LTDW HN. 309 yang diambil di PT. Daya Radar Utama Unit III Lampung dengan ukuran 200 mm x 150 mm x 12 mm (gambar 1). Plat tersebut dibersihkan slagnya pasca pemotongan menggunakan gerinda. Kemudian plat dipotong menjadi 2 (dua) bagian dengan ukuran panjang x lebar x tinggi yaitu 150 mm x 30 mm x 12 mm. Material yang telah dipotong kemudian dipotong lagi sebesar 5 mm untuk menghaluskan bagian sisi pinggir atas dan bawah plat sehingga hasil akhir ukuran plat sebesar 145 mm x 30 mm x 12 mm (gambar 3). Selanjutnya, material plat yang telah siap dipotong menjadi 2 (dua) bagian sama besar dan dibuat sudut kemiringan (Bevel) 300 (Gambar 4) menggunakan penggaris busur derajat (protractor) yang akan dipergunakan pada proses pengelasan.



Gambar 1. Spesimen utama material plat kapal Tanker 3500 LTDW HN. 309



Gambar 2. Alur Pemotongan Spesimen



Gambar 3. Spesimen yang telah dihaluskan



Gambar 4. (a) Spesimen yang telah dipotong menjadi 2 (dua),
(b) spesimen yang sudah di *Bevel* 30°

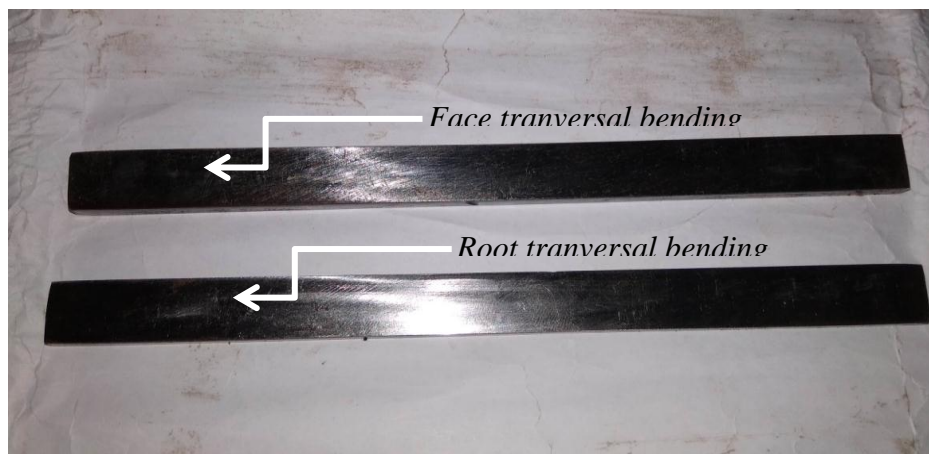
Pengelasan material plat kapal Tanker 3500 LTDW HN. 309 yang dilakukan di PT. Tunas Karya Natar Lampung Selatan dan sesuai dengan prosedur WPS, adapun format WPS adalah Welding Process, Joint Design Used, Base Metal, Filler Metal, Shelding, Preheat, Position, Electrical Characteristic, Technique, Post Weld Heat Treatment dan table welding procedure. Pada proses pengelasan berlangsung dilakukan pula pengambilan data yang akan dimasukkan didalam table recording (gambar 5). Data yang akan diambil yaitu pass, elektroda (spec, class, dan diameter), weld deposit data (length, width, t layer, star time, stop time dan weld duration), electrical characteristic (voltage, current, pre heat, int pass, weld speed, wire speed dan head input), visual dan remark. Spesimen yang telah disiapkan dilas dengan posisi pengelasan mendatar atau horizontal position dan spesimen dijepit menggunakan ragum rata presisi, kuat arus yang digunakan 22 V dan 24 V dengan tegangan 120 A dan 130 A. Penelitian ini menggunakan elektroda jenis LB 52 dengan Class E7016 yang memiliki diameter 3,2 mm. Pada saat penjepit dijepitkan pada kabel las yang digunakan untuk menjepit kawat elektroda, sebelumnya arus jarum diatur pada posisi nol. Kemudian mesin las dihidupkan dan kawat elektroda digoreskan sampai menyala, dan arus diatur pada angka 120-130 A. spesimen dilas berdasarkan persyaratan prosedur WPS yang kemudian dipotong menjadi 2 (dua) bagian dengan panjang x lebar x tinggi yaitu 145 mm x 5 mm x 12 mm (gambar 6).

Seq. No	Pass	Electrodes			Weld Deposit Data						Electrical Characteristic						Visual		Remark	
		Spec.	Class	Diameter (mm)	Length (mm)	Width (mm)	t layer (mm)	Star time	Stop time	Weld duration	Voltage (V)	Current (A)	Pre Heat °C	Int. Pass °C	Weld Speed (mm/min.)	Wire Feed Speed	Heat Input kJ/mm	Acc.		Rej.
1	A	A.5.1	E71016-Z3211-E4916	3,2	145	6	8	-	-	2,40	24	130	-	-	80,12	-	-	√		Root
2	A	A.5.1	E71016-Z3211-E4916	3,2	145	13	4	-	-	4,26	22	120	-	-	170,50	-	-	√		Normal
3	A	A.5.1	E71016-Z3211-E4916	3,2	145	13	4	-	-	4,33	22	120	-	-	309,81	-	-	√		Normal
4	A	A.5.1	E71016-Z3211-E4916	3,2	145	22	3	-	-	7,21	22	120	-	-	309,81	-	-	√		Capping

Gambar 5. Table recording plat kapal Tanker 3500 LTDW HN.309 12 mm pada PT. Tunas Karya Natar Lampung Selatan

Berdasarkan tabel recording diatas dapat dilihat bahwa pengelasan material plat kapal Tanker 3500 LTDW HN.309 dilakukan 4 (empat) kali alur lapisan pengelasan dengan tegangan sebesar 24 V untuk alur lapisan pengelasan 1 (satu) dan 22 V untuk alur lapisan pengelasan 2 – 4. Kuat arus yang dipakai pada pengelasan material plat kapal Tanker 3500 LTDW HN.309 yaitu 130 A untuk alur lapisan pengelasan 1 (satu) dan 120 A untuk alur lapisan pengelasan 2 – 4.

Hasil dari pengelasan material plat kapal Tanker 3500 LTDW HN.309 yang telah dilakukan dengan 4 (empat) alur pengelasan diatas menunjukkan bahwa pada alur lapisan pengelasan 1 (satu) yaitu root dari pengelasan dapat diterima alurnya (Acc) dan untuk alur lapisan pengelasan 2 – 4 juga dapat diterima alur pengelasannya (Acc).



Gambar 6. Spesimen yang telah dilas dan dipotong sebagai bahan Uji Bending

Pengujian bending yang dilakukan di Labolaturium Material Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung. Pengujian ini diuji secara *transversal bending* dan alat uji bending adalah MTS landmark ASTM E190 – 2003 buatan Amerika (lampiran 4). Alat uji bending ini memiliki kelemahan yaitu pengujian tidak bisa dilakukan hingga *crack* atau patah dikarenakan kapasitas beban yang kecil dan apabila dipaksakan dapat merusak alat uji. Alat ini bisa *crack* apabila nilai *thickness* atau ketebalan < 10 mm. Namun, apabila > 10 mm hanya bisa dilakukan hingga membentuk lengkungan.

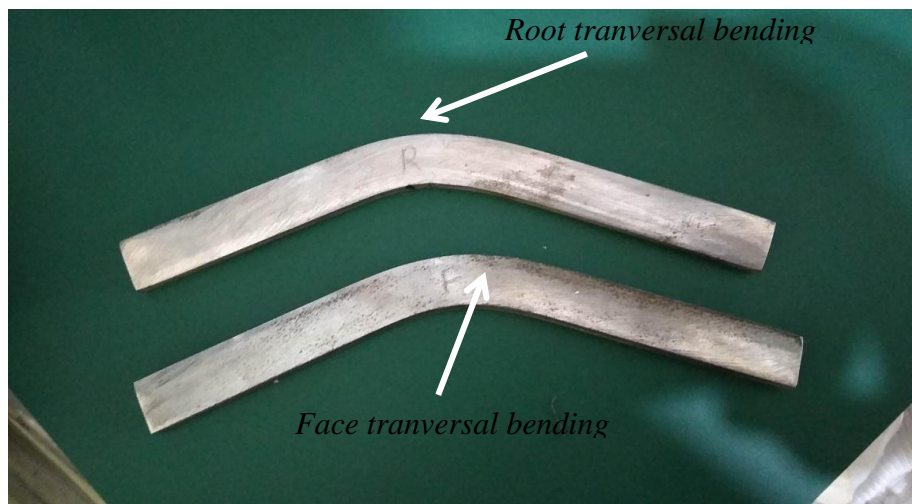
Uji Bending

Pengujian pada material plat kapal Tanker 3500 LTDW HN.309 melalui uji *test bending* dilakukan dengan dua spesimen. Spesimen uji *test bending* pertama secara *Face transversal bending* dan spesimen uji *test bending* kedua secara *Root transversal bending*. Kedua spesimen uji ini memiliki ukuran sebagai berikut : (Tabel 1)

Tabel 1. Ukuran spesimen uji *bending*

Spesimen	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tinggi (mm)
1	145	5	12
2	145	5	12

Berdasarkan Gambar 7 dibawah ini menunjukkan bahwa hasil uji *Bending* pada spesimen pertama (1) *Face* secara visual hasil pengelasan tidak memiliki adanya cacat las (*Accepted*) dan spesimen kedua (2) secara *Root* juga menunjukkan bahwa tidak memiliki cacat las juga (*Accepted*). Namun, pada hasil data uji bending menunjukkan bahwa spesimen kedua *Root* lebih kuat daripada spesimen pertama. Hal ini dikarenakan nilai beban spesimen kedua *Root* memiliki daya tekan yang lebih besar dibandingkan spesimen pertama *Face*. Pada Saat spesimen *Root* diberikan daya tekan beban yang lebih besar, maka pada spesimen secara visual tidak terdapat cacat las.



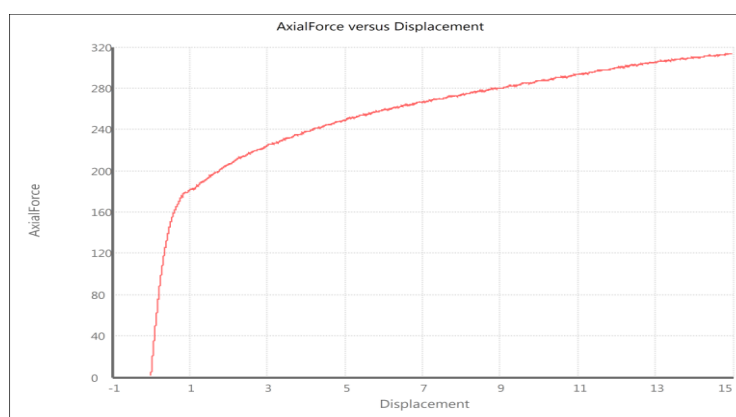
Gambar 7 Spesimen uji *Bending* pasca pengujian

Beban pengujian *bending* dari kedua spesimen dapat dilihat pada Tabel 2 dibawah ini :

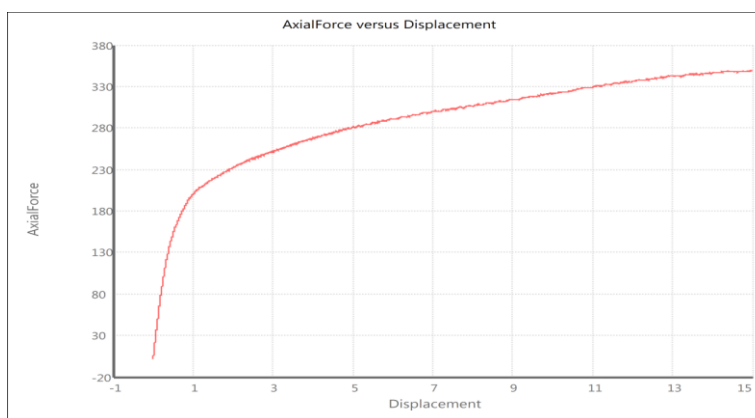
Tabel 2. Beban akhir Spesimen Uji Pasca Pengujian

Sample Identification	Type Of Bend	Beban		
		kN	ton	kg
1	Root	3,42	0,348	348
2	Face	3,07	0,31	310

Menurut Tabel diatas Beban Maksimal terbesar didapat pada spesimen uji no.2 (*Root*) yaitu sebesar 3,42 kN dan beban terkecil spesimen uji no. 1 (*Face*) yaitu sebesar 3,07 kN. Satuan kN adalah satuan yang ada pada layar monitor mesin uji *bending*. Melihat hasil dari pengujian diatas dapat dibuktikan bahwa spesimen uji no. 1 (*Face*) memiliki nilai terkecil dengan beban sebesar 310 kg (gambar 8) dan spesimen uji no.2 (*Root*) memiliki nilai terbesar yaitu sebesar 348 kg (Gambar 9). Grafik dibawah ini memiliki satuan kilogram (kg) agar lebih mudah dipahami.



Gambar 8. Grafik Beban pengujian *Bending* spesimen uji no. 1



Gambar 9 Garafik beban pengujian bending spesimen uji root 2

Perbandingan antara spesimen uji *bending face* dan *root* terdapat pada hasil akhir pasca pengujian. Ketika *indenter* penekan dilakukan penekukkan dilihat bahwa spesimen yang paling cepat tertekuk adalah spesimen uji *bending* kedua (*root*) dan dapat dianalisa bahwa spesimen uji *bending* kedua (*root*) memiliki pengelasan yang baik. Pengelasan yang baik dalam hal ini adalah tidak adanya cacat las (*defect*) yaitu tidak adanya *undercut*, porositas, *hot crack*, dan distorsi dan dapat diterima (*accept*) secara visual dibandingkan dengan spesimen uji *bending* pertama (*face*) yang proses penekukkannya sedikit terlambat tetapi secara visual juga memiliki pengelasan yang baik.

Spesimen yang dapat diaplikasikan pada pengelasan pembangunan kapal adalah spesimen uji *bending* kedua (*root*) yang paling banyak memenuhi kriteria baik untuk diaplikasikan pada pengelasan kapal dikarenakan spesimen uji *bending* kedua (*root*) mempunyai beban terbesar dan secara visual juga tidak terdapat adanya cacat las dengan beban yang besar.

Berdasarkan nilai beban maksimal diatas (tabel 2) maka dapat ditentukan nilai hasil kekuatan pengujian *Bending* dari kedua spesimen uji. Untuk mengetahui nilai kekuatan uji *Bending* hasil pengujian maka digunakan rumus dibawah ini :

$$\sigma_b = \frac{3FL}{2Wd^2} \tag{1}$$

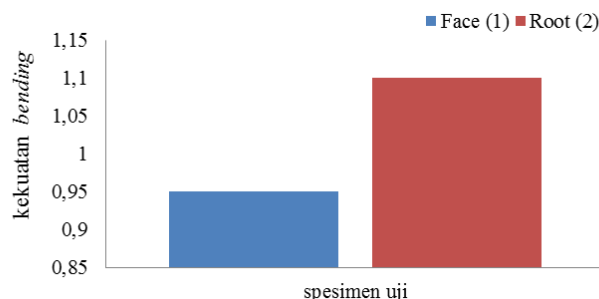
Keterangan :

- σ = Kekuatan *Bending* (kN/mm²)
- F = beban maksimal (kN)
- L = panjang spesimen (mm)
- W = lebar spesimen (mm)
- d = tinggi spesimen (mm)

Rumus rata-rata kekuatan *Bending* :

$$\sigma_r = \frac{\sigma_{b1} \times \sigma_{b2}}{2} \tag{2}$$

Berikut ini adalah diagram hasil kekuatan pengujian *bending* dari perhitungan diatas :



Gambar 10. Diagram Hasil Kekuatan pengujian *Bending*

Berdasarkan diagram diatas (gambar 10) menunjukkan hasil uji *bending* dari kedua spesimen. Spesimen pertama (*Face*) dengan hasil uji terkecil yaitu sebesar 0,95 kN/mm² dan spesimen kedua (*Root*) yaitu sebesar 1,10 kN/mm² merupakan kekuatan uji *bending* terbesar. Kekuatan uji *bending* rata-rata dari kedua spesimen uji adalah 1,025 kN/mm². Dari grafik diatas dapat dibuat tabel hasil kekuatan *bending* dibawah ini :

Tabel 3. Hasil Kekuatan Pengujian *Bending*

Sample Identification	Type Of Bend	Kekuatan		Rata-rata kN/mm ²
		kN/mm ²	Mpa	
1	Face	0,95	950	1,025
2	Root	1,10	1100	

Pengujian *bending* dapat diterima apabila tidak adanya cacat las. Dari hasil yang didapat pada pengujian *bending* diatas maka data tersebut dapat dimasukkan pada tabel pengamatan pengujian *bending* dibawah ini :

Tabel 4. *Guided Bend Test*

Sample Identification	Type Of Bend	Result	Remark
1	Face	Accepted	No discontinuity
2	Root	Accepted	No discontinuity

Pengaplikasian *Welding Procedure Specification* (WPS)

Sebagaimana yang telah dibahas sebelumnya bahwa WPS adalah acuan seorang *welder* atau operator las dalam melakukan pekerjaan pengelasan (sambungan las).

WELDING PROCEDURE SPECIFICATION
PT. TUNAS KARYA
 Jl. Puspita, Sinarjati Hajimena, Natar, Lampung Selatan, Lampung 35145
 Phone : 085384414659

Welding process : SMAW Identification : SM.WPS.01/TK/MP/01
 Supporting PQR No : SM.PQR.01/TK/MP/01 Revision No. : 0
 Standard Reference : Lloyd's Register Rules, Ch. 12 Date : April 08, 2019

JOINT DESIGN USED Type : Semi - Automatic
 Type : Butt POSITION : Vertical
 Single Position of Groove : Vertical
 Backing Yes Vertical Progression : Up

Root Opening : 5 mm Backing Material : Clamp ELECTRICAL CHARACTERISTIC
 Groove Angle : 60° Root Face Dimension : 2 mm Current : DCEP
 Method : Grinding

BASE METAL TECHNIQUE
 Material Spec : LR Stringers of Weave Bead : Stringers and Weave
 Type or Grade : A Multi pass or Single pass : Multipass
 Thickness : 12 mm Number of Electrode : Single
 Electrode spacing :
 Longitudinal :
 Lateral :
 Angle :

FILLER METAL
 AWS Specification : A 5.1
 AWS Classification : E7016-Z3211-E4916
 Size of Filler Metal : ϕ 3.2 mm Contact Tube To Work Distance :
 Peening : None
 Interpass Cleaning : Chipping and Brushing

SHIELDING
 Flux :
 Gas : Single (ion katoda dan anoda)
 Composition : \pm 100% ion
 Flow Rate : 16 - 22 L/min

PREHEAT
 Preheat Temp. Min :
 Interpass Temp. Min : Max. :-

POST WELD HEAT TREATMENT
 Temp. :
 Time :
 Heating Rate :
 Cooling Rate :

Layer and pass	Welding Process	Filler Metal		current		Voltage Range	Travel Speed	Joint Detail
		Class	Diam.	Type and Polarity	Amperage Range			
1 A	SMAW	E7016-Z3211-E4916	3.2 mm	DCEP	120 - 160 A	22 - 26 V	3-5 cm/min	
2 A	SMAW	E7016-Z3211-E4916	3.2 mm	DCEP	120 - 160 A	22 - 26 V	16-18 cm/min	
3 A	SMAW	E7016-Z3211-E4916	3.2 mm	DCEP	120 - 160 A	22 - 26 V	16-18 cm/min	
4 A	SMAW	E7016-Z3211-E4916	3.2 mm	DCEP	120 - 160 A	22 - 26 V	5-7 cm/min	

Recording by, *Indah Purmayanti* (Mahasiswa)
 Checked by, *Muslim* (Pemilik) PT. TUNAS KARYA

Gambar 11. WPS Kapal Tanker 3500 LTDW HN. 309 Plat 12 mm (Sumber. PT. Tunas Karya Natar Lampung Selatan, 2019)

PROCEDURE QUALIFICATION REPORT
PT. TUNAS KARYA
 Jl. Puspita, Sinarjati Hajimena, Natar, Lampung Selatan, Lampung 35145
 Phone : 085384414659

Welding process : SMAW Welder Name : Muslim
 Identification : SM.PQR.01/TK/MP/01 Revision No. : 0
 Standard Reference : Lloyd's Register Rules, Ch. 12 Date : April 08, 2019

JOINT DESIGN USED Type : Semi - Automatic
 Type : Butt POSITION : Vertical
 Single Position of Groove : Vertical
 Backing Yes Vertical Progression : Up

Root Opening : 5 mm Backing Material : Clamp ELECTRICAL CHARACTERISTIC
 Groove Angle : 60° Root Face Dimension : 2 mm Current : DCEP
 Method : Grinding

BASE METAL TECHNIQUE
 Material Spec : LR Stringers of Weave Bead : Stringers and Weave
 Type or Grade : A Multi pass or Single pass : Multipass
 Thickness : 12 mm Number of Electrode : Single
 Electrode spacing :
 Longitudinal :
 Lateral :
 Angle :

FILLER METAL
 AWS Specification : A 5.1
 AWS Classification : E7016-Z3211-E4916
 Size of Filler Metal : ϕ 3.2 mm Contact Tube To Work Distance :
 Peening : None
 Interpass Cleaning : Chipping and Brushing

SHIELDING
 Flux :
 Gas : Single (ion katoda dan anoda)
 Composition : \pm 100% ion
 Flow Rate : 16 - 22 L/min

PREHEAT
 Preheat Temp. Min :
 Interpass Temp. Min : Max. :-

POST WELD HEAT TREATMENT
 Temp. :
 Time :
 Heating Rate :
 Cooling Rate :

Layer and pass	Welding Process	Filler Metal		current		Voltage Range	Travel Speed	Joint Detail
		Class	Diam.	Type and Polarity	Amperage Range			
1 A	SMAW	E7016-Z3211-E4916	3.2 mm	DCEP	130 A	24 V	3-5 cm/min	
2 A	SMAW	E7016-Z3211-E4916	3.2 mm	DCEP	120 A	22 V	16-18 cm/min	
3 A	SMAW	E7016-Z3211-E4916	3.2 mm	DCEP	120 A	22 V	16-18 cm/min	
4 A	SMAW	E7016-Z3211-E4916	3.2 mm	DCEP	120 A	22 V	5-7 cm/min	

Recording by, *Indah Purmayanti* (Mahasiswa)
 Checked by, *Muslim* (Pemilik) PT. TUNAS KARYA

Gambar 12. PQR Kapal Tanker 3500 LTDW HN. 309 Plat 12 mm (Sumber. PT. Tunas Karya Natar Lampung Selatan, 2019)

Format WPS adalah *Welding Process, Joint Design Used, Base Metal, Filler Metal, Shielding, Preheat, Position, Electrical Characteristic, Technique, Post Weld Heat Treatment* dan *welding procedure* (gambar 11). Berdasarkan gambar 11 format WPS adalah sebagai data prosedur pengelasan dan spesimen yang sudah dilas dilakukan pengujian. Data tersebut dijadikan file atau berkas yang dicetak dan di sahkan oleh perusahaan tempat melakukan pengelasan nantinya dijadikan acuan galangan dalam pembangunan kapal.

Sesudah proses pengelasan dilakukan dan dijadikan file WPS maka data tersebut akan dimasukkan pada rekaman kualifikasi prosedur atau *procedure qualification record* (PQR) dan dicetak pula beserta hasil pengamatan pengujian (gambar 12). Pengelasan yang telah dilaksanakan dengan *bevel* 30° dan pengujian yang telah dilaksanakan sebelumnya disimpulkan bahwa pengelasan spesimen yang telah diuji dapat diterima (*accepted*) dapat diaplikasikan pada pengelasan pembangunan kapal. Didalam WPS memuat semua jenis pengujian baik pengujian yang bersifat merusak (*Destruktif*) maupun pengujian yang bersifat tidak merusak (*Non-Destruktif*). Aplikasi dari WPS salah satunya adalah pengujian *bending* yang dapat dilihat secara visual. Hasil dari pengujian *bending* ini akan digunakan oleh *welder* sebagai acuan pengelasan dalam pembuatan kapal.

SIMPULAN

Dari hasil analisis yang telah di uraikan pada bab sebelumnya, maka dapat di simpulkan bahwa Hasil kekuatan uji *bending* plat kapal Tanker 3500 LTDW HN. 309 dengan ketebalan 12 mm yang dapat diaplikasikan dan memenuhi syarat untuk pengelasan pembangunan kapal terdapat pada spesimen kedua (*Root*) yaitu sebesar 1,10 kN/mm² dengan beban maksimal 348 kg. Pengujian *bending* pada material yang sebelumnya dilakukan pengelasan *bevel* 30° diperoleh hasil spesimen dengan tidak adanya cacat las (*defect*) terlihat secara visual, sehingga dapat dipergunakan oleh juru las (*welder*) dalam melakukan pengelasan pada kontruksi kapal Tanker 3500 LTDW HN. 309 sebagai salah satu pengaplikasian dari WPS.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmadi. 2008. Kode kawat Las . Tersedia pada <http://www.pengelasan.net/kode-kawat-las/>. Diunduh pada 20 Mei 2019 pukul 17.15 WIB.
- ASME Boiler and Pressure Vessel Code Section IX – *Welding and Brazing Qualification*. 2010.
- AWS D1. 2015. *Structure Welding Code-Steel, 23rd edition*, American Welding Society : Miami.
- Djamiko, R. 2008. Modul Teori Pengelasan Logam. Dosen Universitas Negeri : Yogyakarta.
- Junaidi. Dkk. 2015. *Material Testing Book*. Kementerian Riset Teknologi Dan Pendidikan Tinggi Universitas Brawijaya. Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin : Malang.
- Kartini E, 2012. Bangunan kapal. Penerbit deepublish grup penerbit CV. Budi Utama : Yogyakarta.
- Kholis, Ikhsan. 2014. Kualifikasi *Welding Procedure Specification* (WPS) dan Juru Las (*Welder*) berdasarkan ASME SECTION IX di Industri Migas. Forum teknologi. Vol. 02. No. 3.
- _____. 2017. Pengujian Mekanik Pada Kualifikasi WPS/PQR SMAW Welding Pipa API 5L X42 Berdasarkan API 1104. Forum teknologi. Vol. 05. No. 4.
- Nanulaitta J.M. dan R. M. A. P. Lillipaly. 2012. Analisa Sifat Kekerasan Baja St-42 Dengan Pengaruh Besarnya Butiran Media Katalisator (Tulang Sapi (CaCO₃)) Melalui Proses Pengarbonan Padat (Pack Carburizing). Jurnal Teknologi, Vol. 9. No. 1.
- PT. Tunas Karya. 2019
- Ramadani R, dkk. 2016. Analisa Pengaruh Variasi Sudut Bevel Akibat Kombinasi Pengelasan Fcaw dan SMAW terhadap Kekuatan Impact Butt Joint pada Spesimen Pipa Api 5l Grade X42. Jurnal Teknik ITS. Vol. 5. No. 2. ISSN 2337-3539.
- Szepes, Mark, 2013, “MARPOL 73/78: The Challenges of Regulation Vessel Source Oil Pollution”, dalam Manchester Student Law Review vol.2:73, hlm. 91.
- Sabarinathan C, etc. 2012. *Experimental Study On Tensile Behavior Of Multi Wall Carbon Nanotube Reinforced Epoxy Composites*. Jurnal penelitian ilmu terapan, 8 (7) : 3253-3259, 2012 ISSN 1819-544X.
- SNI 03-1729-2002. 2002. Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung. Departemen Pekerjaan Umum.

- Sonawan, H dan Sutratman, R. 2006. Pengantar Untuk Memahami Pengelasan Logam. Alfa Beta : Bandung.
- Sugiyono. 2014. Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif Dan R&D. Alfabeta. Bandung.
- Sunaryo, Heri. 2008. Teknik Pengelasan Kapal. Jilid 1. Penerbit Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional : Jakarta.
- Talabi, dkk. 2014. *Effect of Welding Variables on Mechanical Properties of Low Carbon Steel Welded Joint. Advance in Production Engineering & Management*. Vol.9, No.4, December 2014:181-186.
- Tarkono, Siahaan, P.,G., Zulhanif. 2012. Studi Penggunaan Jenis Elektroda yang Berbeda Terhadap Sifat mekanik Pengelasan Baja AISI 1045. Jurnal *Mechanical*. Vol. 3. No. 2.
- Teknika. 2015. Jenis-jenis las. Tersedia pada : <http://www.maritimeword.web.id>. Diunduh pada 15 Mei 2019 pukul 15.30 WIB.
- Virtual labs. 2016. *Material Hardness Testing*. Tersedia pada : <http://www.sm-nitk.vlabs.ac.in/>. Diunduh pada 20 Mei 2019 pukul 20.40 WIB.
- Widharto, Sri. 2013. *Welding Inspection*. Mitra Wacana Media : Jakarta.