



Analisis pengaruh kuat arus terhadap uji bending pada pengelasan plat kapal tanker dengan gap 2 mm sesuai dengan aplikasi wps di PT. daya radar utama lampung

Kurniawati Oktarina^{a,*}, Yulli Indriyanti^a

^A Program Studi Teknik Perkapalan, Sekolah Tinggi Ilmu Maritim “Mutiara Jaya” lampung, Jalan ZA Pagar Alam Pelita 1 No.24 Kedaton Bandar Lampung, Indonesia

INFO ARTIKEL

Riwayat Artikel:

Diterima 25 Februari 2020

Diterima setelah direvisi 28 Mei 2020

Disetujui 28 Mei 2020

Kata kunci:

Pengelasan

WPS

GAP

Uji Bending

Abstract-The production process of ship the largely is a welding work, and about one-third of total from a job. The construction stage is regulated Welding Procedure Specification (WPS) which is regulates welding rules such as class material, electrodes, how to weld the bevel shape long distance bevel (gap) and slope angle. Based on a WPS used the construction of HN 309 Tanker Ship with the length of the bevel distance (gap) in welding SMAW is 2,6 - 3 mm. Bending tests are performed to regulate strength of materials due to loading without causing deformation. This research study aims to determine the bending strength (quality) of the welders is 11 mm plate with variants of are 100 A 120 A and 140 A. The welding method ASTM A36 plate which is do bending test to using MTS landmark ASTM E 190-2003. The flexural strength of bending test from the three specimens based on current variation is the value of current strength 140 A is best compared to the current strength of 120 A and 100 A, the value of 140 current strength is 1.76107649 kN/mm², current value of 120 A is 1,50230752 KN/mm² and 100 A current strength of 1,44976202 kN /mm² with a linear regression value is 0,872. So that the 11 mm plate welding procedure with a 2 mm gap can be used in the ship building production process.

Intisari-Proses produksi kapal sebagian besar merupakan pekerjaan pengelasan, kira-kira sepertiga dari seluruh jumlah pengerjaan. Tahapan pengelasan diatur didalam *Welding Prosedur Specification* (WPS) yang mengatur aturan pengelasan seperti *class*, material, elektroda, cara pengelasan, bentuk bevel, panjang jarak bevel (gap) dan sudut kemiringan. Berdasarkan WPS yang digunakan pada pembangunan Kapal Tanker HN 309 panjang jarak bevel (gap) pada pengelasan SMAW adalah 2,6-3 mm. Uji lengkung dilakukan untuk mengatur kekuatan material akibat pembebanan tanpa menyebabkan deformasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan bending (kualitas) hasil pengelasan dengan gap 2 mm pada plat 11 mm dengan variasi kuat arus 100 A, 120 A dan 140 A. Melalui metode pengelasan plat ASTM A36 yang kemudian dilakukan uji bending menggunakan mesin bending MTS landmark ASTM E 190-2003. Kekuatan lentur uji bending dari ketiga spesimen berdasarkan variasi kuat arus yaitu nilai kuat arus 140 A paling baik dibandingkan dengan kuat arus 120 A dan 100 A yaitu nilai kuat arus 140 sebesar 1,76107649 kN/mm², nilai kuat arus 120 A sebesar 1,50230752 kN/mm² dan nilai kuat arus 100 A sebesar 1,44976202 kN/mm² dengan nilai regresi linier yang diperoleh sebesar 0.872. Sehingga prosedur pengelasan plat 11 mm dengan gap 2 mm dapat di gunakan dalam proses produksi pembangunan kapal.

* Corresponding Author:

E-mail: kurniawatyoktarina@vmail.com (Kurniawati Oktarina)

1. Pendahuluan

Pembangunan kapal merupakan pekerjaan yang membutuhkan perencanaan matang. Tahapan pembangunan kapal terdiri dari pra produksi dan produksi. Tahapan pra produksi meliputi permintaan dari pemilik (*owner*), konsep desain, kontrak desain, detail desain/perencanaan dan penggambaran detail sesuai dengan ukuran sebenarnya (*lofting*). Tahapan produksi terdiri dari beberapa proses produksi. Pertama adalah fabrikasi meliputi penandaan (*marking*), pemotongan (*cutting*), dan pembentukan (*bending*). Proses kedua adalah perakitan awal (*sub assembly*) meliputi penyetalan (*fit up*), pengelasan (*welding*) dan pelurusan (*fairing*). Proses ketiga adalah perakitan (*assembly*) meliputi penyetalan (*fit up*), pengelasan (*welding*), pemotongan (*cutting*) dan pelurusan (*fairing*). Tahap keempat adalah penggabungan (*erection*) yang meliputi peletakan (*position*), penyetalan (*fit up*) dan pengelasan (*welding*). Kemudian kapal dilakukan pengujian dan tahap terakhir adalah peluncuran (*launching*) serta penyerahan (*delifery*).

Pada proses produksi kapal sebagian besar merupakan pekerjaan pengelasan, sepertiga dari seluruh jumlah proses produksi kapal dilakukan dengan proses pengelasan. Pengelasan harus dilakukan dengan tahap dan ketentuan yang berlaku dimana pada tahapan pengelasan diperlukan perencanaan prosedur dalam pembangunan konstruksi sebuah kapal yang disebut dengan WPS. Spesifikasi prosedur pengelasan (*Welding Procedure Spesification*) disingkat WPS yaitu sebuah dokumen yang mengatur tentang prosedur pengelasan berkualifikasi tertulis yang harus disiapkan untuk dijadikan petunjuk pengelasan sesuai dengan persyaratan *Codes / Rules* dan standar konstruksi lainnya. WPS mengatur semua aturan pengelasan seperti *class*, material, elektroda, cara pengelasan, bentuk bevel, panjang jarak bevel (*gap*) dan sudut kemiringan. Proses dan hasil pengelasan dalam pembangunan kapal dapat berdampak pada nilai ekonomis, efisiensi dan kualitas dari kapal yang dibangun.

Semakin lebar jarak bevel (*gap*) maka proses pengelasan membutuhkan waktu yang lebih lama dan membutuhkan elektroda dalam jumlah yang banyak. Kekuatan dari hasil pengelasan lebih cenderung kearah *defect* karena titik mampu menahan beban atau benturan baik dari dalam maupun dari luar kapal sedangkan WPS yang digunakan pada pembangunan Kapal Tanker HN 309 panjang jarak bevel (*gap*) pada pengelasan adalah 2,6-3 mm. Baja merupakan logam paduan, logam besi berfungsi sebagai unsur dasar dan karbon sebagai unsur campuran. Kandungan unsur karbon berkisar antara 0,2% - 2,1% dari berat keseluruhan baja. Baja diklasifikasikan menjadi beberapa bagian yaitu berdasarkan komposisi, berdasarkan proses pembuatan, berdasarkan bentuk produk, berdasarkan struktur mikro, dan berdasarkan kegunaan dalam konstruksi.

Uji lengkung dilakukan untuk mengatur kekuatan material akibat pembebanan, atau untuk mengetahui kemampuan bahan menerima beban tegangan tanpa menyebabkan deformasi. Proses pelengkungan plat baja dengan perlakuan *bending line heating* menyebabkan perubahan nilai kekerasan material meningkat rata-rata 14,31% dan spesimen yang hanya dibending nilai kekerasannya meningkat rata-rata 9,04% daripada nilai kekerasan kondisi plat normal [1]. Pada hasil pengujian tarik, beberapa material uji patah di las-lasan dan bagian patah di material dengan hasil *reject* pada semua benda uji nilai *tensile strenght* terbesar pada 160 A dengan nilai *tensile strenght* 291 N/mm² dan nilai *tensile strenght* terkecil pada ampere 180 A dengan nilai *tensile strenght* 182 N/mm². Sedangkan nilai *elongation* terbesar pada ampere 160 dengan nilai

18% dan nilai *elongation* terkecil pada 180 A dengan nilai 8% [2]. Hasil pengujian bending menunjukkan bahwa kampuh *double V* memiliki tegangan bending maksimum tertinggi dengan nilai 2,81,745 N/mm² [3]. Berdasarkan uraian diatas, maka penting dilakukannya pengujian hasil pengelasan material plat 11 mm dengan gap 2 mm untuk mengetahui kekuatan bending pengelasan konstruksi kapal tanker HN 309 dalam membuat WPS baru. Maka penulis mengambil judul Uji Bending dan Aplikasi WPS Pada Plat Kapal Tanker Dengan Gap 2 mm Di PT. Daya Radar Utama Lampung.

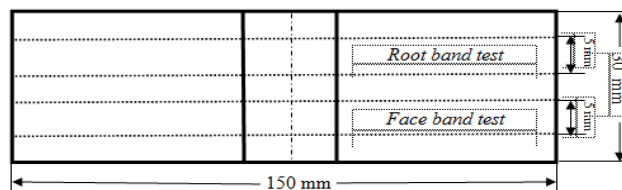
2. Metode percobaan

2.1 Bahan yang digunakan untuk persiapan spesimen

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah elektroda las jenis *Kobe Steel LB-52U* dengan diameter 3,2 mm. Spesimen yang digunakan adalah material plat ASTM A36 Kapal Tanker dari PT daya Radar Utama Lampung dengan tebal 11 mm dan spesifikasi material LR [4]. WPS kapal tanker plat 11 mm yang sudah ada digunakan sebagai panduan dalam melakukan penelitian dan tabel *Recording* digunakan dalam pengumpulan data pengelasan yang nantinya di jadikan prosedur pengelasan kapal tanker pat 11 mm dengan gap 2 mm.

2.2 Persiapan spesimen

Spesimen berupa material plat kapal tanker di ambil di PT. Daya Radar Utama Lampung yang kemudian di potong dengan ukuran panjang 150 mm, lebar 30 mm (Gambar 1). Dan, Plat tersebut dibentuk gap 2 mm dengan sudut kemiringan 30° pada Gambar 2[5].



Gambar 1. Ukuran spesimen plat kapal tanker dengan kuat arus 100 A, 120 A, dan 140 A yang akan dipotong dan dilas.



Gambar 2. One Side Welding

2.3 Pengelasan spesimen

Spesimen plat kapal tanker yang telah disiapkan sebelumnya kemudian dilas sesuai dengan prosedur yang diatur dalam WPS dengan ampere meter pada saat pengelasan 100A, 120A dan 140A. Pada proses pengelasan berlangsung dilakukan pula pengambilan data pengelasan yang dimasukkan dalam tabel *recording*. Data yang diambil dalam proses pengelasan yaitu: *pass*, elektroda (*spec, calss, diameter*), *weld deposit data (l, w, I layer, star time, stop time, and weld duration)*, *electrical charecteristic (voltage, current, pre heat, int pass, weld speed, wire speedn and eat input)*, *visual exam* dan *remark* [6]. Setelah proses pengelasan selesai dan memenuhi persyaratan prosedur WPS, selanjutnya di lakukan pemotongan spesimen menjadi 2 bagian dengan panjang dan lebar masing-masing spesimen 150 mm x 5 mm.

2.4 WPS (Welding Prosedure Specification)

Gambar 3. WPS kapal tanker plat 11 mm

Mengacu pada ASME Section IX, *Welding Procedure Specification* (WPS) atau spesifikasi prosedur las merupakan prosedur tertulis tentang pengelasan yang sudah terqualifikasi untuk memberikan arahan dalam membuat pengelasan produksi (*Production Weld*) sesuai dengan persyaratan yang di pakai. WPS plat 11 mm yang digunakan pada pembangunan kapal tanker dapat dilihat pada Gambar 3 diatas.

2.5 Uji bending test material / spesimen plat kapal

Spesimen yang sudah dilas dan dipotong berdasarkan ukuran yang telah ditentukan kemudian dilakukan pengujian bending atau uji lengkung berdasarkan *root* spesimen dan *face* specimen. [7]. Spesimen dibentuk dengan ukuran 150 mm x 5 mm yang disesuaikan dengan alat uji bending. Uji test bending memiliki tahapan prosedur kerja yaitu pertama siapkan alat bending dan bantalan bending dilas pada bagian bawahnya agar lebih kuat. Kedua olesi ujung bantalan U dengan pelumas, hal ini bertujuan agar bahan/spesimen yang akan di uji licin sehingga hasil yang didapat maksimal.

Kemudian letakkan spesimen pada bantalan U, selanjutnya nyalakan mesin bending dan atur beban. Pastikan letak bantalan alat bending sesuai prosedur pengujian bending. Turunkan bending secara perlahan hingga ujung penekan mengenai material selanjutnya turunkan alat bending secara perlahan agar mendesak spesimen ke bawah dengan. Pengujian dilakukan hingga material mengalami perubahan bentuk sesuai bentuk yang diinginkan dari pengujian spesimen tersebut dengan durasi waktu pengujian selama 10 menit dan amati permukaannya. Lakukan langkah yang sama untuk setiap material yang akan diuji.

2.6 Analisa data

Analisa data dilakukan setelah uji test bending pada material spesimen plat kapal 1, 2 dan 2 berdasarkan variabel kuat arus 100 A, 120 A dan 140 A. Hasil analisa data yang diperoleh dari pengujian kekuatan bending dianalisa dengan menggunakan metode kuantitatif yaitu dengan

metode statistik (*regresi linier*). Rumus Bending yang digunakan dalam perhitungan data pengujian bending yaitu:

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

Dimana:

- σ = Kekuatan Bending (kN/mm²)
- F = Force (kN)
- L = Panjang Spesimen (mm)
- W = Lebar Spesimen (mm)
- d = Ketebalan (mm)

3. Hasil dan Pembahasan



Gambar 4. Spesimen plat 11 mm

Spesimen plat kapal Tanker HN 309 dengan ukuran 11 mm jenis *Stell Alloy* (Gambar 4) yang digunakan pada kontruksi *side shell* diperoleh di PT. Daya Radar Utama Unit III Lampung. Spesimen dipotong dengan ukuran 150 mm x 30 mm x 11 mm (Gambar 5) dan dilakukan penyambungan panas dengan menggunakan kawat D = 1,2 mm di Bengkel Las Sinar Lampung. Spesimen dibentuk dengan acuan standar ASTM A36 jenis gap 2 mm berdasarkan WPS Pengelasan SMAW plat 11 mm (Gambar 6).



Gambar 5. Spesimen plat 11 mm dipotong dengan ukuran 150mmx30mmx11mm



Gambar 6. Spesimen plat 11 mm dibentuk dengan gap 2 mm

Prosedur pengelasan kapal plat 11 mm atau WPS plat 11 mm yang digunakan mengacu pada ASME Section IX dan Class LR Lloyd’s Register Rules, Ch. 12.



Gambar 6. Spesimen yang telah dilas

Penyambungan panas spesimen menggunakan mesin las merk Black Rhino MMA-160 dan elektroda Kobe Steel LB-52U dengan diameter 3,2 mm serta variasi kuat arus yaitu 100 A, 120 A dan 140 A. Proses penyambungan panas terdiri dari 3 (tiga) layer, dimulai dari *root weld* sampai *face weld*. Spesimen dibentuk dengan gap 2 mm dengan sudut kemiringan 30°. Pada proses pengelasan dilakukan juga pengambilan data kedalam tabel *recording*, dengan hasil pada tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Data hasil *recording* proses pengelasan dengan kuat arus 100A

Seq. No	Pass	Electrode		Weld Deposit Data					Electrical Characteristic							Visual		Remark	
		Spec.	Class	Diameter (mm)	Length (mm)	Width (mm)	l Layer (mm)	Start Time	Stop Time	Weld Duration	Voltage (V)	Current (A)	Pre Heat °C	Int. Pass °C	Weld Speed (mm/min)	Wire Feed Speed	Heat Input k.J/mm		Acc.
1	A		E7016	3,2	30	6	3	0:00	0:25		100	111	398				√		Root
	A		E7016	3,2	30	10	5	0:00	0:25		100	121	405				√		Normal
	A		E7016	3,2	30	17	6	0:00	0:27		100	137	453				√		Capping

Tabel 2. Data hasil *recording* proses pengelasan dengan kuat arus 120A.

Seq. No	Pass	Electrode		Weld Deposit Data					Electrical Characteristic							Visual		Remark	
		Spec.	Class	Diameter (mm)	Length (mm)	Width (mm)	l Layer (mm)	Start Time	Stop Time	Weld Duration	Voltage (V)	Current (A)	Pre Heat °C	Int. Pass °C	Weld Speed (mm/min)	Wire Feed Speed	Heat Input k.J/mm		Acc.
1	A		E7016	3,2	30	6	3	0:00	0:28		120	127	521				√		Root
	A		E7016	3,2	30	9	4	0:00	0:25		120	137	371				√		Normal
	A		E7016	3,2	30	16	7	0:00	0:19		120	121	457				√		Capping

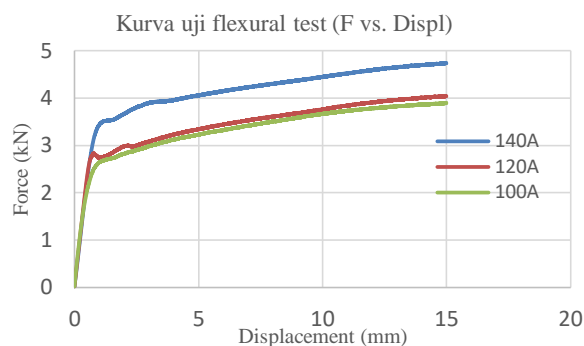
Tabel 3. Data hasil *recording* proses pengelasan dengan kuat arus 140A.

Seq. No	Pass	Electrode		Weld Deposit Data					Electrical Characteristic							Visual		Remark	
		Spec.	Class	Diameter (mm)	Length (mm)	Width (mm)	l Layer (mm)	Start Time	Stop Time	Weld Duration	Voltage (V)	Current (A)	Pre Heat °C	Int. Pass °C	Weld Speed (mm/min)	Wire Feed Speed	Heat Input k.J/mm		Acc.
1	A		E7016	3,2	30	7	3	0:00	0:20		140	98	408				√		Root
	A		E7016	3,2	30	10	4	0:00	0:18		140	129	375				√		Normal
	A		E7016	3,2	30	17	7	0:00	0:21		140	229	418				√		Capping

Pada proses pengelasan dengan kuat arus 100 A, diperoleh hasil pada posisi *root weld*, *normal weld* dan *capping weld* yaitu length 30 mm, width 6, 10, 17 mm, t layer 3, 5, 6 mm, start time 00.00 s, stop time 25, 25, 27 s, current 100 A, pre heat 111, 121, 137°C dan int pass 398, 405, 453°C. Proses pengelasan dengan kuat arus 120 A, diperoleh hasil pada posisi pada posisi *root weld*, *normal weld* dan *capping weld* yaitu length 30 mm, width 6, 9, 16 mm, t layer 3, 4, 7 mm, start time 00.00 s, stop time 28, 25, 19 s, current 120 A, pre heat 127, 137, 121°C dan int pass 521, 371, 457°C. Proses pengelasan dengan kuat arus 140 A, diperoleh hasil pada

posisi *root weld*, *normal weld* dan *capping weld* yaitu length 30 mm, width 7, 10, 17 mm, t layer 3, 4, 7 mm, start time 00.00 s, stop time 20, 18, 21 s, current 140 A, pre heat 98, 129, 229°C dan int pass 408, 375, 418°C. Dari variasi kuat arus diperoleh data diatas. Dimana dari data tersebut dapat dilihat bahwa variasi kuat arus sangat mempengaruhi hasil pengelasan pada spesimen [8]. Letak perbedaan hasil yang diperoleh dari variasi kuat arus 100 A, 120 A dan 140 A yaitu width (lebar lasan), t layer (tinggi lasan), stop time, current, pre heat dan int pass.

Setelah dilakukan penyambungan panas pada spesimen, spesimen tersebut dipotong dengan ukuran 150 mm x 5 mm x 11 mm. Dan dilakukan uji Bending atau uji lengkung berdasarkan kuat arus 100 A, 120 A, dan 140 A. Uji bending menggunakan mesin bending MTS Landmark ASTM E 190-2003. Pembebanan spesimen plat kapal dengan gap 2 pada mesin bending dilakukan pada komponen side shell dan kondisi saat melakukan penekukan dengan panjang 150 mm, tebal 5 mm dan tinggi 11 mm. Pengujian dilakukan berdasarkan waktu yang telah ditentukan yaitu 10 menit per spesimen yang akan di uji. Dari hasil pengujian diperoleh data besar nilai kelendutan dari masing-masing spesimen yang dapat dilihat pada Gambar 7 dibawah ini.



Gambar 7. Kurva Uji Flexural Test (F Vs. Displ)

Pada pengujian uji bending spesimen dengan kuat arus 140 A memiliki nilai kelendutan paling baik dibandingkan dengan kuat arus 120 A dan 100 A. Spesiemen plat dengan kua arus 140 A memiliki nilai kelendutan dengan force 4,735339 kN dan displacement 14,99597 mm. Spesimen dengan kuat arus 120 A memiliki nilai kelendutan dengan force 4,039538 kN dan displacement 14,99712 mm. Spesimen dengan kuat arus 100 A memiliki nilai kelendutan paling rendah dengan force 3,898249 kN dan displacement 14,99636 [9]. Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil pengujian ketiga spesimen, kuat arus pada proses pengelasan sangat mempengaruhi kelendutan dari hasil pengelasan saat di berikan pembebanan. Semakin tinggi force yang didapat maka akan semakin tinggi pula nilai kelendutan dari spesimen tersebut dan sebaliknya semakin rendah nilai force maka nilai kelengkungan dari spesimen akan semakin kecil.

Dimana, dari nilai yang diperoleh menunjukkan bahwa kekuatan lentur dari spesimen berada pada elastisitas baja. Rumus perhitungan kekuatan lentur uji bending yaitu sebagai berikut:

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

Dimana:

- σ = Kekuatan Bending (kN/mm²)
- F = Force (kN)
- L = Panjang Spesimen (mm)

W = Lebar Spesimen (mm)

d = Ketebalan (mm)

Kekuatan lentur uji bending pada spesimen dengan kuat arus 140 A adalah sebagai berikut:

$$\sigma_1 = \frac{3FL}{2Wd^2}$$

$$= \frac{3.4,735339.150}{2.5.11^2}$$

$$= \frac{2.130,90255}{1210}$$

$$= 1,76107649 \text{ kN/mm}^2$$

Jadi besar maksimal kekuatan lentur uji lengkung adalah 1,76107649 kN/mm².

Kekuatan lentur uji bending pada spesimen dengan kuat arus 120 A adalah sebagai berikut:

$$\sigma_2 = \frac{3FL}{2Wd^2}$$

$$= \frac{3.4,039538.150}{2.5.11^2}$$

$$= \frac{1.817,7921}{1210}$$

$$= 1,50230752 \text{ kN/mm}^2$$

Jadi besar maksimal kekuatan lentur uji lengkung adalah 1,50230752 kN/mm².

Kekuatan lentur uji bending pada spesimen dengan kuat arus 100 A adalah sebagai berikut:

$$\sigma_3 = \frac{3FL}{2Wd^2}$$

$$= \frac{3.3,898249.150}{2.5.11^2}$$

$$= \frac{1.754,21205}{1210}$$

$$= 1,44976202 \text{ kN/mm}^2$$

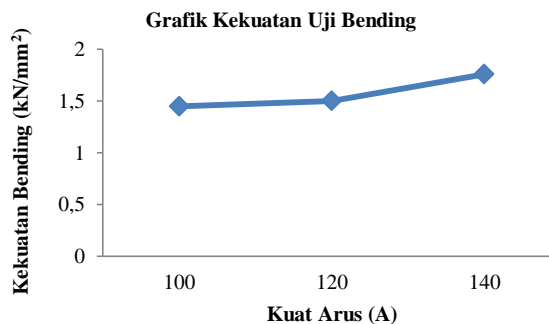
Jadi besar maksimal kekuatan lentur uji lengkung adalah 1,44976202 kN/mm².

Tabel 4. Kekuatan lentur uji bending spesimen plat dengan kuat arus 100 A, 120 A dan 140 A.

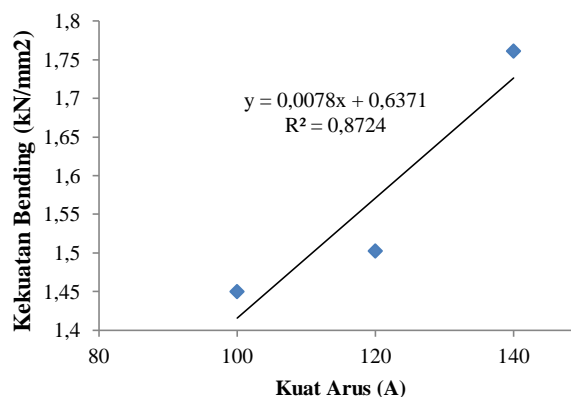
Spesimen	Variasi Kuat Arus	Kekuatan		Rata-Rata kN/mm ²
		kN/mm ²	MPa	
1	100 A	1,44976202	1.449,76202	1,57104867
2	120 A	1,50230752	1.502,30752	
3	140 A	1,76107649	1.761,07649	

Sumber: Data diolah

Berdasarkan hasil perhitungan kekuatan lentur uji bending ketiga spesimen diperoleh data kekuatan lentur paling tinggi/elastis terdapat pada kuat arus 140 A dan kekuatan lentur paling rendah terdapat pada kuat arus 100 A. Dengan nilai maksimal dari masing-masing kuat arus yaitu nilai kuat arus 140 A sebesar 1,76107649 kN/mm², nilai kuat arus 120 A sebesar 1,50230752 kN/mm² dan nilai kuat arus 100 A sebesar 1,44976202 kN/mm².



Gambar 8. Grafik Kekuatan Uji Bending Pada Spesimen Plat Kapal 1, 2 dan 3.



Gambar 9. Grafik Pengaruh Kuat Arus Terhadap Kekuatan Bending Spesimen Plat Kapal 1, 2 dan 3

Berdasarkan grafik pengaruh kuat arus terhadap kekuatan bending spesimen plat kapal diperoleh hasil regresi sebesar 0,872 yang mendekati nilai regresi linier yaitu 0,9. Sehingga dari hasil grafik pengaruh kuat arus terhadap kekuatan bending spesimen plat kapal menjelaskan bahwa kekuatan uji bending dipengaruhi oleh besar kuat arus pada proses pengelasan.

4. Simpulan

Kekuatan lentur uji bending dari ketiga spesimen berdasarkan kuat arus yaitu nilai kuat arus 140 A sebesar yaitu nilai kuat arus 140 A sebesar 1,76107649 kN/mm², nilai kuat arus 120 A sebesar 1,50230752 kN/mm² dan nilai kuat arus 100 A sebesar 1,44976202 kN/mm². Hasil pengelasan pada spesimen plat kapal Tanker HN 309 yang telah dilakukan uji bending dengan kuat arus 140 A dapat digunakan sebagai bahan konstruksi kapal.

Referensi

[1] Ahmad Naufal, Sarjito Jokosisworo, Samuel. *Pengaruh Kuat Arus Listrik Dan Sudut Kampuh V Terhadap Kekuatan Tarik Dan Tekuk Aluminium 5083 Pengelasan GTAW*. Jurnal Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro Vol 2. 256, 2016.

-
- [2] Badarudin. *MTSL Flexural Test Badaruddin*. Fakultas Teknik Mesin Universitas Lampung: Lampung, 2019.
- [3] M. Yogi Nasrul L, Heru Suryanto, Abdul Qolik. *Pengaruh Variasi Arus Las SMAW Terhadap Kekerasan Dan Kekuatan Tarik Sambungan Dissimilar Stainless Steel 304 Dan St 37*. Jurnal Teknik Mesin Universitas Negeri Malang. Edisi Terbit I. 10, 2016.
- [4] PORAWATI, Hilda. Analisis Alat Uji Impak Metode Izod pada Bengkel Politeknik Jambi. Jurnal Inovator, [S.l.], v. 1, n. 1, p. 1-5, may 2018.
- [5] Sulaiman, Eko Julainto S. *Perlakuan Nilai Kekerasan Plat Baja Kapal Dengan Perlakuan Bending Line Heating*. Jurnal TEKNIS, Volume 10, Nomor 2, 76-80, 2015.
- [6] Sunaryo, Heri. *Teknik Pengelasan Kapal Jilid I*. Direktorat Pembinaan Sekolah Kejuruan:Jakarta, 2008.
- [7] Suprijanto Djoko. *Pengaruh Bentuk Kampuh Terhadap Kekuatan Bending Las Sudut SMAW posisi Mendatar Pada Baja Karbon Rendah*. Jurnal Teknik Mesin STTNAS Yogyakarta, 2013.
- [8] Syaripuddin, Imam Basori, dan Yunata Mandala Putra. *Pengaruh Jenis Kampuh Las Terhadap Kekuatan Tarik Baja Paduan Rendah (ASTM A36) Menggunakan Las SMAW*. Jurnal Konversi Energi dan Manufaktur UNJ, Edisi terbit II, 95, 2014.
- [9] Waseso Purbo, Edi Riyanto. *Analisa Pengaruh Kuat Arus listrik Terhadap Kekuatan Tarik dan Tekuk pada Joint Aluminium Alloy 5083*. Jurnal Teknik Perkapalan Um Surabaya Volume 1 Nomor 1. 46, 2018.
- [10] Wibowo Ari Tyas, Wahyu Purwo Raharjo, dan Bambang Kusharjanta. *Perancangan Dan Analisa Kekuatan Kontruksi Mesin Tekuk Plat Hidrolik*. Jurnal Mekanika Volume 12 Nomor 2. 63, 2014.