SEMITAN
Jurnal Sumberdaya Bumi Berkelanjutan
https://ejurnal.itats.ac.id/semitan

Analisa Pengaruh Root Gap Terhadap Pengujian Tarik Menggunakan Metode Pengelasan FCAW Posisi 3G Pada Material Baja SS 400

Nuzulul Arif *, Erifive Pranatal
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, Surabaya, Indonesia
*email: nuzulularif81@gmail.com

Info Artikel
Diserahkan:
10 Juni 2022
Direvisi:
1 Juli 2022
Diterima:
5 Agustus 2022
Diterbitkan:
12 Agustus 2022

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa pengaruh *root gap* terhadap pengujian tarik (*Tensile Test*) pada material baja SS 400 dengan ketebalan 10 mm dan 12 mm menggunakan metode pengelasan FCAW (*Flux Core Arc Welding*) pada posisi 3G *Vertical up* tanpa *backing ceramic*. Penelitian ini bersifat kuantitatif, kemudian standar yang digunakan dalam pengujian yaitu ASME section IX (2019). Hasil penelitian diperoleh kesimpulan pada spesimen dengan ketebalan 10 mm, didapatkan nilai tertinggi pada variasi root gap 2 mm dengan nilai YS (*Yield Strenght*) sebesar : 242,07 MPa, dan nilai aktual / nilai akhir sebesar : 315,33 MPa. Kemudian pada spesimen dengan ketebalan 12 mm, didapatkan nilai tertinggi terdapat pada variasi 3 mm dengan nilai YS (*Yield Strenght*) sebesar: 296,57 MPa, dan nilai aktual / nilai akhir sebesar: 464,17 MPa.

Kata Kunci: FCAW, *Root Gap*, 3G *Vertical up*, *Tensile Test*, Baja SS 400.

Abstract

This study aims to analyze the effect of the root gap on tensile testing (Tensile Test) on SS 400 steel material with a thickness of 10 mm and 12 mm using the FCAW (Flux Core Arc Welding) welding method at 3G Vertical up position without a ceramic backing. This research is quantitative, then the standard used in the test is ASME section IX (2019). The results of the study concluded that the specimen with a thickness of 10 mm, the highest value was obtained at the root gap variation of 2 mm with a YS (Yield Strength) value of: 242.07 MPa, and the actual value / final value of: 315.33 MPa. Then on the specimen with a thickness of 12 mm, the highest value was found in the 3 mm variation with the YS (Yield Strength) value of: 296.57 MPa, and the actual value / final value of: 464.17 MPa.

Keywords: FCAW, Root Gap, 3G Vertical up, Tensile Test, Stell SS 400.

1. Pendahuluan

Seiring perkembangan teknologi untuk mendukug serta mewujudkan program pembangunan dan perbaikan infrastruktur serta pengembangan akses tranportasi tentunya perlu disiapkan tenaga-tenaga ahli sesuai dengan bidang keahlian yang diperlukan, salah satunya adalah tenaga ahli bidang pengelasan diberbagai spesifikasi kegiatan pengelasan. Industri yang menyerap banyak tenaga-tenaga juru las / *welder*, seperti industri pada bidang infrastruktur baik darat maupun laut.

Kapal menjadi transportasi yang sangat berpengaruh penting, dari hal ini dalam proses pembangunan dan produksinya tidak jauh dari proses pengelasan dimana las sendiri sangat berpengaruh penting pada proses pembangunan dan reparasi untuk penyambungan suatu material [1]. Teknik pengelasan memiliki pengaruh yang besar terhadap ilmu pengetahuan, Metode pengelasan juga berkembang dan memberikan hasil produk yang berkualitas, sehingga diperlukan pengetahuan tentang teknik

pengelasan untuk mencapai hasil yang diinginkan dengan proses pengelasan yang dapat dilakukan untuk mencapai hasil yang optimal. [2]. proses las, ayunan elektroda las yang dilakukan seorang *welder* juga berpengaruh terhadap karasteristik hasil lasan, bentuk ayunan elektroda untuk pengelasan menjadi pilihan tersendiri dari seorang *welder* tanpa memperhatikan kekuatan hasil sambungan las. Dengan adanya gerakan pengelasan yang berbeda, maka akan memberikan hasil kekuatan sambungan las yang berbeda pada setiap sambungannya [3].

Pengelasan adalah proses penyambungan logam yang dilakukan pada dua bagian logam atau lebih dengan bantuan energi panas dari busur elektroda, maka logam yang disekitar daerah las akan mengalami perubahan struktur, untuk mencegah terjadinya hal tersebut memerlukan prosedur pengelasan yang benar dan tepat [4]. Salah satu proses pengelasan yang digunakan dalam industri maritim atau galangan kapal merupakan proses las FCAW (*Flux Core Arc Welding*) las ini memiliki dua jenis proses, proses otomatis dan semi otomatis yang memanfaatkan *Wire Roll* untuk mencairkan logam. Pada las FCAW sumber energinya menggunakan arus listrik searah (*Direct Current*) atau arus bolak-balik (*Alternating Current*) yang diambil melalui trafo, pengelasan ini menggunakan gas pelindung CO^2 untuk melindungi cairan logam saat proses pengelasan berlangsung [5].
Las FCAW menggunakan gas pelindung untuk melindungi logam cair melalui penguapan inti *fluks* oleh panas busur, pada metode pengelasan ini juga menghasilkan terak atau pelindung logam yang harus dibersikan diantara jalur las untuk menjaga hasil lasan dari *Slag Inclusion* [6]. SS400 dalam buku JIS G3101 memiliki komposisi Karbon (C), Mangan (Mn), Silikon (Si), Sulfur (S) dan Fosfor (P) yang digunakan untuk aplikasi struktural atau konstruksi di sektor maritim seperti pembuatan kapal. dan perbaikan kapal, ini karena SS400 mudah dikerjakan, seperti pengelasan dan permesinan. Baja SS-400 memiliki kandungan karbon 0,16% C, baja tersebut tergolong baja karbon rendah karena memiliki kandungan unsur karbon pada struktur bajanya kurang dari 0,3% (C). Baja karbon rendah memiliki ketangguhan dan keuletan yang tinggi namun memiliki sifat kekerasan dan ketahana arus yang rendah [7].

Berdasarkan observasi di lapangan, Root Gap merupakan jarak antara dua benda yang akan dilakukan pengelasan, berdasarkan root gap yang di dunia kerja pada galangan kapal antara 0 sampai 3 mm. Seorang juru las mengatakan jika menggunakan root gap diluar 3mm maka tingkat kesulitan dalam proses pengelasan sangat tinggi. dari hal tersebut dalam pengerjaan Structural Steel sangat diperhatikan, salah satunya adalah lebar root gap dikarenakan termasuk essential variabel, dalam proses pengelasan essential variable ini sendiri jika dilakukan perubahan lebar root gap dapat berpengaruh pada nilai Kekuatan Tarik suatu material.

Dari hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Fauzi [8] pada pengelasan *single V* proses las FCAW tidak pakai backing ceramic dan pakai backing ceramic untuk posisi pengelasan 1G pada material baja AH 36 menggunakan variasi root gap 2mm, 4mm, dan 6mm, mendapatkan hasil pengujian tarik pada pengelasan dengan gap 6 mm pakai backing ceramic mendapat nilai kekuatan luluh 322 MPa dan tegangan maksimum 499 MPa, pada pengelasan dengan gap 4 mm pakai backing ceramic mendapatkan nilai kekuatan luluh 321 MPa dan tegangan maksimum 494 MPa, sedangkan root gap 2 mm tidak pakai backing ceramic mendapatkan nilai kekuatan luluh 315 MPa dan tegangan maksimum 473 MPa, pada pengelasan dua sisi dengan gap 2 mm tidak pakai backing ceramic mendapat hasil kekuatan luluh 314 MPa dan tegangan maksimum 479 MPa, pada pengelasan dengan gap 2 mm pakai backing ceramic mendapatkan nilai kekuatan luluh 317 MPa dan tegangan maksimum 482 MPa.

Dikutip dari Utama dkk [9] menggunakan pengelasan FCAW *butt joint* memakai pengujian *Penetrant Test* (PT) untuk mengetahui cacat pada permukaan lasan bersifat tidak merusak material yang selesai di las, didapatkan hasil cacat pengelasan terhadap material SS-400 yang terjadi pada sambungan *Butt Joint* untuk posisi pengelasan 3G *Vertical up* dan *Vertical down* adalah *Undercut, Incomplete Fusion,* dan *Porosity.*
Dikutip dari Fahmy [2] berkaitan dengan root gap, telah melakukan penelitian pengaruh root gap terhadap sifat mekanik dan struktur mikro, dengan proses las SMAW pada pelat ASTM A36 memakai

variasi lebar root gap 3 mm, 4 mm, dan 5 mm. hasil yang diperoleh adalah rata-rata kekerasan di daerah weld metal dan HAZ menunjukkan bahwa pada spesimen variasi root gap 5 mm sebesar 182.13 HV dan 186.33 HV yang lebih tinggi dari spesimen dengan variasi root gap 4 mm sebesar 180.23 HV dan 183.57 HV. Sedangkan untuk variasi root gap 3 mm mempunyai kekerasan sebesar 176.57 HV dan 179.93 HV.

Dikutip dari Pratama [10] pada perbandingan kekuatan tarik, tekuk, dan mikrografi pada sambungan las baja SS400 akibat pengelasan FCAW dengan variasi jenis kampuh dan posisi pengelasan dengan hasil Tegangan tekuk terendah diperoleh pada kampuh U posisi pengelasan 1G sebesar 558,88 MPa, kampuh U posisi pengelasan 2G sebesar 555,53 MPa, sedangkan pada kampuh V posisi pengelasan 1G sebesar 569,41 Mpa, kampuh V posisi pengelasan 2G sebesar 541,68 MPa.

Dikutip dari Azary dkk [11] pada sambungan *butt joint* tipe pengelasan SMAW dengan menggunakan material ASTM A36 dengan posisi 3G *vertical up* dan *vertical down* [13-14], Uji tarik pada pengelasan 3G Vertical Up dengan nilai terbesar terjadi pada Sampel B dengan nilai 0,20 kN/mm² dengan dan pada pengelasan 3G Vertical Down dengan nilai terbesar terjadi pada Sampel H didapatkan nilai 0,44 kn/mm² dengan Dari hasil pengujian diatas dapat disimpulkan bahwa uji cacat las menggunakan Penetrat Test adalah Cacat Las Undercut yang terdapat pada 2 posisi pengelasan dan hasil uji tarik mendapatkan 0,20 kN/mm² dan 0,44 kN/mm².

2. Metodologi

Peneliti menggunakan prosedur pelaksanaan sebagai berikut :

2.1.. Persiapan Bahan dan Pembuatan Spesimen

Pada persiapan pemilihan bahan dan pembuatan spesimen, langkah pertama adalah menentukan bahan yang akan digunakan serta pembuatan kampuh las yang digunakan untuk penelitian.

2.2. Penentuan material

Pada penelitian ini material yang digunakan adalah baja SS400 (*Structural Steel* 400) dengan menggunakan ketebalan yang berbeda, yaitu : 10mm dan 12mm.

2.3. Penentuan root gap dan Pembuatan Kampuh

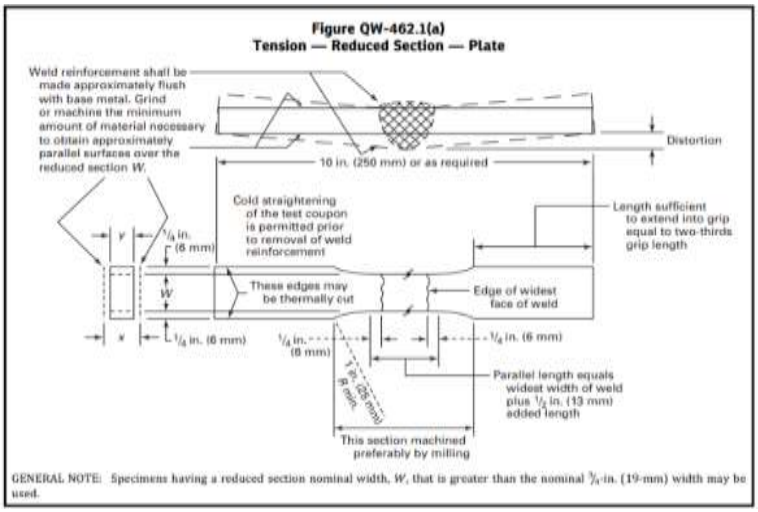
Pada penelitian ini menggunakan variasi *root gap* yang berbeda, yaitu : 2mm, 3mm, 4,4mm dan 4,6mm. Dengan menggunakan *Butt Joint* dengan kampuh V / *Single Vee* pada material baja SS400 serta di *bevel* / dipotong sisi pelat dengan sudut kemiringan 30^{o}.

2.4. Penentuan Elektroda dan Posisi

Peneliti menggunakan kawat las (*electrode*) AWS A5.20 E71T1C dengan diameter *electrode* 1,2mm digunakan untuk proses las *root* (penembusan), *filler* (pengisi), dan *capping* (finis), Pada penelitian ini menggunakan metode pengelasan FCAW dengan proses pengelasan menggunakan posisi 3G.

2.5. Analisis Data

Pada tahap ini setelah dilakukan proses pengelasan menggunakan metode FCAW, selanjutnya dilakukan pembuatan spesimen uji tarik sesuai standart ASME (*American Society of Mechanical Engineers*) *Section IX* , kode QW-462.1 (a). [12]



Gambar 1. Spesimen Uji Tarik Standart ASME Kode QW-462.1 (a)
(Sumber ; ASME kode QW-462.1(a), 2019)

Pada pengujian material SS-400 menggunakan standart *ASME Section IX 2019* dengan *Kode QW 451.1*. [12] Point nomor 1-3 dan catatan (*Notes*) di bawah tabel adalah standart yang digunakan dalam pengambilan data ini, karena penggunaan metode pengelasan nya GMAW/FCAW dan ketebalan material (10 mm dan 12 mm) sudah sesuai dengan aturan tersebut. Dapat dilihat pada Tabel 1 ini yang dicetak tebal:

Tabel 1. Kualifikasi Ketebalan dan Spesimen Uji

Groove-Weld Tension Tests and Transverse-Bend Tests

Thickness T of Test Coupon, Welded, in. (mm)	Range of Thickness T of Base Metal, Qualified, in. (mm) [Note (1)] and [Note (2)] Min.	Max.	Maximum Thickness t of Deposited Weld Metal, Qualified, in. (mm) [Note (1)] and [Note (2)]	Type and Number of Tests Required (Tension and Guided-Bend Tests) [Note (2)] Tension, QW-150	Side Bend, QW-160	Face Bend, QW-160	Root Bend, QW-160
Less than 3/16 (1.5)	T	$2T$	$2t$	2	...	2	2
1/16 to 3/8 (1.5 to 10), incl.	1/16 (1.5)	$2T$	$2t$	2	[Note (5)]	2	2
Over 3/8 (10), but less than 3/4 (19)	3/16 (5)	$2T$	$2t$	2	[Note (5)]	2	2
3/4 (19) to less than 1 1/2 (38)	3/16 (5)	$2T$	$2t$ when t < 3/4 (19)	2 [Note (4)]	4	...	...
3/4 (19) to less than 1 1/2 (38)	3/16 (5)	$2T$	$2T$ when $t \geq$ 3/4 (19)	2 [Note (4)]	4	...	...
1 1/2 (38) to 6 (150), incl.	3/16 (5)	8 (200) [Note (3)]	$2t$ when t < 3/4 (19)	2 [Note (4)]	4	...	...
1 1/2 (38) to 6 (150), incl.	3/16 (5)	8 (200) [Note (3)]	8 (200) [Note (3)] when $t \geq$ 3/4 (19)	2 [Note (4)]	4	...	...
Over 6 (150) [Note (6)]	3/16 (5)	$1.33T$	$2t$ when t < 3/4(19)	2 [Note (4)]	4	...	...
Over 6 (150) [Note (6)]	3/16 (5)	$1.33T$	$1.33T$ when $t \geq$ 3/4 (19)	2 [Note (4)]	4	...	...

NOTES:
(1) The following variables further restrict the limits shown in this table when they are referenced in QW-250 for the process under consideration: QW-403.9, QW-403.10, and QW-404.32. Also, QW-202.2, QW-202.3, and QW-202.4 provide exemptions that supersede the limits of this table.
(2) For combination of welding procedures, see QW-200.4.
(3) For the SMAW, SAW, GMAW, PAW, LLBW, and GTAW welding processes only; otherwise per Note (1) or $2T$, or $2t$, whichever is applicable.
(4) see QW-151.1, QW-151.2, and QW-151.3 for details on multiple specimens when coupon thicknesses are over 1 in. (25 mm).
(5) Four side-bend tests may be substituted for the required face- and root-bend tests, when thickness T is 3/8 in. (10 mm) and over.
(6) For test coupons over 6 in. (150 mm) thick, the full thickness of the test coupon shall be welded.

(Sumber : ASME Kode QW-451.1, 2019)

3. Hasil dan pembahasan

Hasil dan pembahasan ini untuk mengetahui nilai kekuatan tarik material menggunakan standarst ASME Section IX (2019).

1. Uji Tarik

Pengujian tarik adalah suatu metode *Destuctive Testing* (DT) yang merupakan uji merusak material, pada penelitian ini menggunakan mesin uji kalibrasi *Micro Computer Servo Hydraulic Universal Testing Machine* (100 Ton) Merek JU YEN seperti pada Gambar 2. Pada pengujian ini dapat digunakan untuk mengetahui hasil sifat mekanik dari pengujian tersebut.

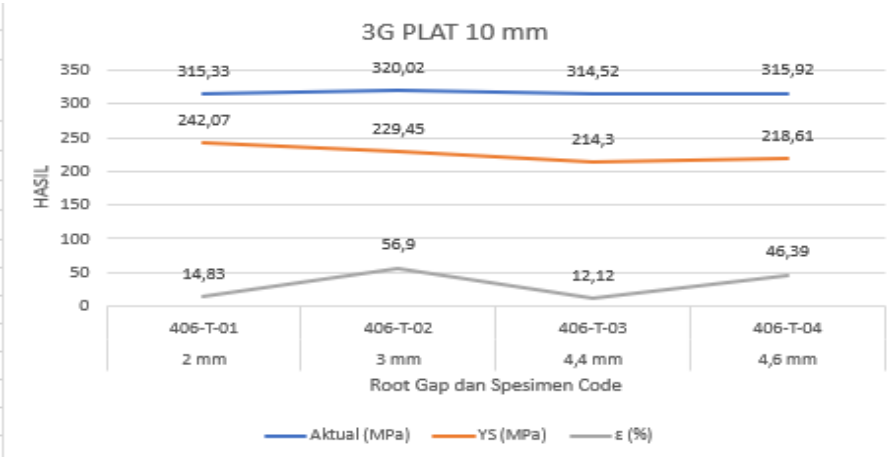
Gambar 2. Mesin Uji kalibrasi Micro Computer Servo Hydraulic Universal Testing Machine (100 Ton)

a. Data Hasil Uji Pengelasan 3G *Vertical Up* Plat 10 mm

Berikut ini adalah data hasil uji pengelasan posisi 3G *Vertical Up* dengan menggunakan ketebalan spesimen 10 mm yang disajikan dalam bentuk Tabel 2:

Tabel 2. Data Hasil Uji Pengelasan 3G Vertical Up Plat 10 mm

3G PLAT 10 mm				
ROOT GAP	**SPESIMEN CODE**	**YS (MPa)**	**Aktual (MPa)**	**ε (%)**
2 mm	406-T-01	242,07	315,33	14,83
3 mm	406-T-02	229,45	320,02	56,9
4,4 mm	406-T-03	214,3	314,52	12,12
4,6 mm	406-T-04	218,61	315,92	46,39



Gambar 3. Grafik Hasil Uji Tarik 3G Vertical Up Plat 10 mm

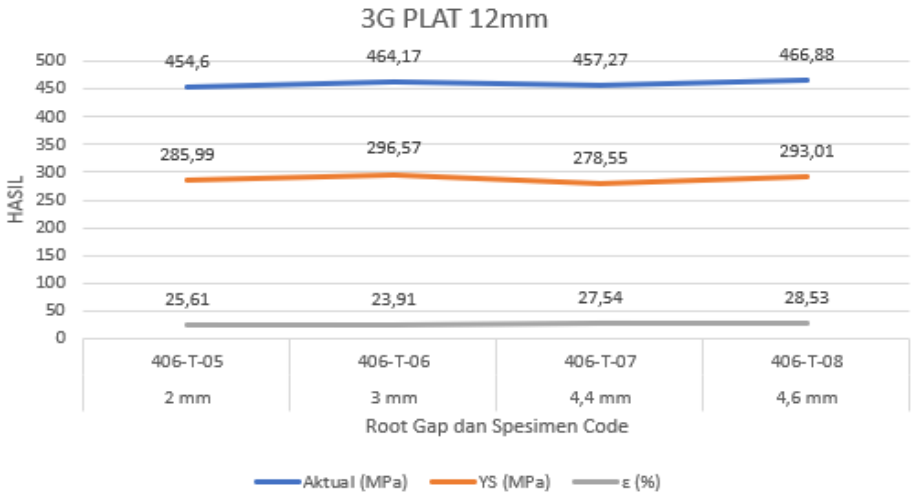
Hasil uji tarik didapatkan Tabel 2 dan Gambar 3, menunjukkan spesimen dengan ketebalan 10 mm dan 4 variasi rott gap yaitu (2 mm, 3 mm, 4,4 mm, dan 4,6 mm). Dari ke 4 variasi root gap tersebut didapatkan 1 variasi dengan nilai TS *(Tensile Strenght*) yang terbaik, terdapat pada variasi 2 mm dengan nilai YS (*Yield Strenght*) sebesar : 242,07 MPa, dan nilai aktual / nilai akhir sebesar : 315,33 MPa.

b. Data Spesimen Hasil Uji Las 3G *Vertical Up* Plat 12 mm

Berikut ini adalah data hasil uji pengelasan posisi 3G *Vertical Up* dengan menggunakan ketebalan spesimen 12 mm yang disajikan dalam bentuk tabel dibawah ini :

Tabel 3. Data Hasil Uji Pengelasan 3G Vertical Up Plat 12 mm

3G PLAT 12 mm				
ROOT GAP	**SPESIMEN CODE**	**YS (MPa)**	**Aktual (MPa)**	**ε (%)**
2 mm	406-T-05	285,99	454,6	25,61
3 mm	406-T-06	296,57	464,17	23,91
4,4 mm	406-T-07	278,55	457,27	27,54
4,6 mm	406-T-08	293,01	466,88	28,53



Gambar 4. Grafik Hasil Uji Tarik 3G Vertical Up Plat 12 mm

Hasil uji tarik didapatkan Tabel 3 dan Gambar 4, menunjukkan spesimen dengan ketebalan 12 mm dan 4 variasi rott gap yaitu (2 mm, 3 mm, 4,4 mm, dan 4,6 mm). Dari ke 4 variasi root gap tersebut didapatkan 1 variasi dengan nilai TS (*Tensile Strenght*) yang terbaik, terdapat pada variasi 3 mm dengan nilai YS (*Yield Strenght*) sebesar : 296,57 MPa, dan nilai aktual / nilai akhir sebesar : 464,17 MPa.

4. Kesimpulan

Didapatkan hasil pengujian *Tensile Test* menggunakan Standart ASME Section IX 2019, dapat disimpulkan sebagai berikut : Didapatkan hasil pengelasan dan pengujian tarik dengan variasi root gap yang berbeda, pengujian tarik pada ketebalan 10 mm didapatkan nilai tertinggi pada variasi root gap 2 mm dengan nilai YS (*Yield Strenght*) sebesar : 242,07 MPa, dan nilai aktual / nilai akhir sebesar : 315,33 MPa. Kemudian pada spesimen ketebalan 12 mm didapatkan nilai tertinggi terdapat pada variasi 3 mm dengan nilai YS (*Yield Strenght*) sebesar : 296,57 MPa, dan nilai aktual / nilai akhir sebesar : 464,17 MPa.

Referensi

[1] Tillah, R, I., Imawan, P., dan Pranatal, E., (2020), *Pengaruh Variasi Jenis Gas Pelindung Pada Pengelasan FCAW Dengan Material SS 400*, In Prosiding Seminar Teknologi Kebumian dan Kelautan (Vol. 2, No. 1, pp. 139-145).

[2] Fahmy, R., (2015), *Studi Pengaruh Root Gap Terhadap Sifat Mekanik Dan Struktur Mikro Pada Sambungan Las Pelat ASTM A36*, (Doctoral dissertation, Institut Technology Sepuluh Nopember).

[3] Cary, H.B., (1998), *Modern Welding Technology*, 4nd edition, Prentice Hall, New Jersey.

[4] Yosua, P., Budiarto, U., dan Rindo, G., (2019), *Analisa Kekuatan Tarik, Impak, dan Mikrografi Baja ST 40 Dengan Metode Pengelasan FCAW Posisi 2G Dengan Variasi Arus Pengelasan*, Jurnal Teknik Perkapalan, 7(4).

[5] Pratikno, H., Pahlawan, N, A., dan Dhanista, W, L., (2021), *Comparative Analysis of FCAW, and GMAW Welding With Heat Input Variations on A36 Steel Against Vickers Hardness Test and Macrostructure*, International Journal of Offshore and Coastal Engineeing, 4(4), 150-153.

[6] Ramesh Singh., (2016), *Applied Welding Engineering* Second Edition,Waltham, Elsevier, ISBN 978-0-12-804176-5.

[7] Wijaya, T, A., (2017), *Analisa Pengaruh Variasi Temperatur Reforming Terhadap Struktur Mikro Dan Kekuatan Tarik Pada Baja SS-400*, Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

[8] Fauzi, M, H., (2018), *Analisa Pengaruh Root Gap pada Pengelasan Material Baja AH 36 dengan Backing Ceramic*, Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

[9] Utama, I., Santosa, P, I., dan Pranatal, E., (2020), *Pengaruh Variasi Arus Las Pada Pengelasan FCAW Dari Material Baja Kapal SS 400*, In Prosiding Seminar Teknologi Kebumian dan Kelautan (Vol. 2, No. 1, pp. 121-130).

[10] Pratama, M, Y., Budiarto, U., dan Jokosisworo, S., (2019), *Analisa Perbandingan Kekuatan Tarik, Tekuk, dan Mikrografi Pada Sambungan Las Baja SS 400 Akibat Pengelasan FCAW (Flux-Cored Arc Welding) Dengan Variasi Jenis Kampuh dan Posisi Pengelasan*, Jurnal Teknik Perkapalan, 7(4).

[11] Qofi, F., ZB., Maria Margareta., dan Soejitno, S., (2019), *Analisa Kekuatan Tarik Dan Cacat Pengelasan Butt Joint Dengan Pengelasan SMAW Posisi 3G Vertical Up Dan Vertical Down Material Baja Astm A36*, Prosiding Seminakel 1(1), 37-43.

[12] ASME., (2019), *Section IX-Qualification Standard for Welding, Brazing, and Fusing*, New York, The American Society of Mechanical Engineers.

[13] Beu, M. M. Z. (2020). Computational Fluid Dynamic for Performance Hydrofoil due to Angle of Attack. *Journal of Earth and Marine Technology (JEMT)*, *1*(1), 12-19.

[14] Boujmaa, M. A., & Khelalfa, H. (2022). Geotechnical Stability Analysis of the Quay Wall of Military Port Ksar Sghir, Morocco. *Journal of Earth and Marine Technology (JEMT)*, *2*(2), 73-78.