

**ANALISA KEKUATAN TARIK DAN CACAT PENGELASAN BUTT
JOINT DENGAN PENGELASAN SMAW POSISI 3G VERTICAL UP DAN
VERTICAL DOWN MATERIAL BAJA ASTM A36**

Fiqi Qofia¹⁾, Maria Margareta Z.B,²⁾, Soejitno³⁾

¹⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Perkapalan, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

^{2,3)} Dosen Jurusan Teknik Perkapalan, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

fiqiqofiaary@gmail.com

Abstrak: Dalam penelitian ini dilakukan analisa tentang kekuatan tarik dan cacat las yang terjadi pada sambungan *butt joint* tipe pengelasan SMAW pada material baja ASTM A/SA 36. Metode yang digunakan dalam proses uji cacat las menggunakan *Liquid Penetrant Test*, pada pengujian tarik menggunakan standart ASTM E8. Uji cacat las yang paling banyak terjadi pada pengelasan *Vertical Up* adalah cacat las *Undercut* dan *Incomplete Fusion* yang disebabkan oleh arus *ampere* yang cukup tinggi dan posisi sudut kawat las yang kurang baik. Pada pengelasan *Vertical Down*, cacat las yang paling banyak terjadi di antaranya *Undercut*, *Incomplete Penetration*, *Incomplete Fusion* dan *Porosity* yang disebabkan oleh prosedur pengelasan yang kurang baik terutama pada kecepatan tangan pengelas maupun kotoran pada daerah kampuh. Uji tarik pada pengelasan *Vertical Up* dengan nilai terbesar terjadi pada Sampel C dengan nilai 0,84 kN/mm² dengan pada pengelasan *Vertical Down* dengan nilai terbesar terjadi pada Sampel I didapatkan nilai 0,48 kgf/mm² dengan Dari hasil pengujian diatas dapat disimpulkan bahwa uji cacat las menggunakan *Penetrant Test* adalah Cacat Las *Undercut* yang terdapat pada 2 posisi pengelasan dan hasil uji tarik mendapatkan 0,84 kN/mm² dan 0,48 kN/mm²..

Kata kunci: SMAW, 3G Vertical Up, 3G Vertical Down, Butt Joint, Cacat Las, Kekuatan Tarik

PENDAHULUAN

Pada era saat ini dengan teknologi yang cukup canggih, teknik pengelasan sangat dibutuhkan terutama pada pembangunan konstruksi seperti gedung, industri perkapalan dan konstruksi lainnya. Keuntungan pada teknik pengelasan pada industri adalah meringankan pekerja dan lebih sederhana dalam proses pembangunannya. Teknik pengelasan yang cukup mudah di aplikasikan adalah pengelasan SMAW.

Menurut Wiryosumarto dan Okumura (2004), SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) merupakan suatu teknik pengelasan dengan menggunakan kawat elektroda logam yang dibungkus dengan fluks. Sudah banyak yang menggunakan sistem pengelasan SMAW karena pengelasan ini sangat mudah dan efektif. Tipe pengelasan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) pada suatu material memiliki beberapa posisi pengelasan yang harus diperhatikan terutama pada material plat maupun pipa. Salah satu posisi yang sangat sering digunakan adalah 3G (*Vertical*). Posisi pengelasan 3G (*Vertical*) adalah posisi tegak. Posisi ini terbagi menjadi *Vertical Up* dan *Vertical Down* yang memiliki komposisi kekuatan masing – masing.

Penelitian mengenai kekuatan tarik sebelumnya yang pernah dilakukan oleh Arif dkk (2017) tentang kekuatan tarik pada material A36, hasil yang didapat bahwasannya adalah terbesar pada posisi 3G Up dengan arus 100A dengan rata-rata 121,6516 kN/mm² lebih tinggi dari pada posisi 3G Up 120A, 3G down 100A dan 3G down 120A dari kekuatan material sebelum dilas sebesar 110,762 kN/mm².

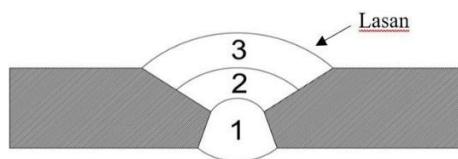
Pengujian cacat las yang pernah dilakukan oleh Rolland (2017) pada pengelasan *butt joint* menggunakan metode pengujian *Ultrasonic Test* (UT), menyatakan bahwa karakteristik

cacat las yang terjadi pada sambungan *butt joint* terhadap material A36 dengan arus 80A dan 120A adalah *slag inclusion, incomplete fusion* dan *incomplete penetration*..

METODE PENELITIAN

Bahan Uji

Dalam persiapan pembuatan spesimen ini, langkah pertama yaitu pemilihan material dan pembuatan kampuh las. Material yang digunakan adalah baja ASTM A/SA 36 dengan ketebalan 8 mm dan 10 mm. Dalam penelitian ini menggunakan variasi arus yang berbeda, yaitu 80 Ampere, 90 Ampere dan 100 Ampere. Posisi pengelasan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah *3G Vertical Up & Vertical Down*. Persiapan material menggunakan Material Baja ASTM A/SA 36 di bevel dengan sudut kemiringan 30° . Proses pengelasan ini dilakukan sebanyak 3 layer dengan penetrasi penuh seperti pada gambar 1.

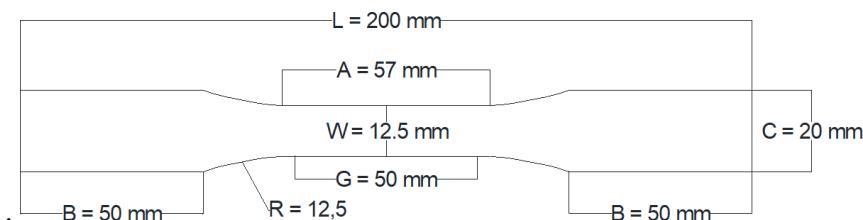


Gambar 1. Jumlah Layer.

Pemilihan kawat las (electrode) yang di pakai untuk pengisi kampuh pengelasan SMAW menggunakan KOBE STEEL E6013 dengan diameter 2,6 mm sebagai penembusan dan BOHLER FOX AWS E6013 dengan diameter 3,2 mm digunakan pada proses fillet hingga finishing.

Analisa Data

Setelah proses pengelasan selesai, proses selanjutnya adalah menguji cacat las yang terjadi menggunakan metode NDT (Non Destructive Test) yaitu menguji cacat pengelasan secara tidak merusak dimana pengujian cacat ini menggunakan *Liquid Penetrant*. Setelah pengujian cacat las menggunakan Liquid Penetrant, selanjutnya pembuatan spesimen uji tarik sesuai standart ASTM (*American Standard for Tension Testing Of Metallic Materials*) No. E8 *Standard Specimen Sheet Type 12,5 mm*.



Gambar 2. Standar Bahan Uji ASTM E8

Kriteria untuk memenuhi standart uji kekuatan Tarik terhadap pengelasan dilakukan menggunakan standart ASME Section IX tentang *Tensile Test* yang bertujuan untuk mengetahui hasil dari kekuatan pengelasan yang dilakukan dengan berbagai variasi arus dan posisi pengelasan.

Seminar Nasional Kelautan XIV

“ Implementasi Hasil Riset Sumber Daya Laut dan Pesisir Dalam Peningkatan Daya Saing Indonesia”
 Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan Universitas Hang Tuah, Surabaya 11 Juli 2019

Tabel 1. Dimensi Spesimen Uji Tarik Standard ASTM (Sumber: ASTM No.E8, 2010)

	Standard Specimen		Subsize Specimen
	Plate Type, 40 mm [1,500 in] wide	Sheet Type 12,5 mm [0,500 in] Wide	6 mm [0,250 in] Wide
	mm [in]	mm [in]	mm [in]
G-Gauge length	200,0 \pm 0,1 [8,00 \pm 0,01]	50,0 \pm 0,1 [2,000 \pm 0,005]	25,0 \pm 0,1 [1,000 \pm 0,003]
W-width	40,0 \pm 2,0 [1,000 \pm 0,125-0,250]	12,5 \pm 0,2 [0,500 \pm 0,010]	60 \pm 0,1 [0,250 \pm 0,005]
T-Thickness	Thickness of material		
R-Radius of fillet, min	25 [1]	12,5 [0,500]	6 [0,250]
L-Overall length, min	450 [18]	200 [8]	100 [4]
A-Length of reduced section, min	225 [9]	57 [2,25]	32 [1,25]
B-Length of grip section, min	75 [3]	50 [2]	30 [1,25]
C-Width of grip section, approximate	50 [2]	20 [0,750]	10 [0,375]

Tempat Penelitian

Penelitian pada skripsi ini dilakukan di berbagai tempat antara lain pembelian, pemotongan dan pembuatan kampuh las (*Butt Weld Joint*) alur V Tunggal dilakukan di CV. Trunojoyo Steel. Proses pengelasan dilakukan di Laboratorium Teknik Perkapalan Insititut Teknologi Adhi Tama Surabaya. Proses pembuatan spesimen uji tarik dilakukan di CV. Trunojoyo Steel. Pengujian Cacat Pengelasan akan dilakukan di Laboratorium Hydromodelling Jurusan Teknik Perkapalan Insititut Teknologi Adhi Tama Surabaya. Pengujian Tarik dilakukan di Laboratorium Teknik Material & Metalurgi Jurusan Teknik Mesin Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya.

HASIL DAN PEMBAHASAN**Hasil Uji Cacat Las *Liquid Penetrant Test***

Uji *liquid penetrant* merupakan salah satu metoda pengujian jenis NDT (*Non-Destructive Test*) yang relatif mudah dan praktis untuk dilakukan. Uji *liquid penetrant* ini dapat digunakan untuk mengetahui diskontinyuitas halus pada permukaan seperti retak, berlubang atau kebocoran. Pada prinsipnya metoda pengujian dengan *liquid penetrant* memanfaatkan daya kapilaritas. *Liquid Penetrant Test* terdiri dari 3 jenis yaitu *Cleaner / Remover*, *Penetrant* & *Developer* seperti yang di tunjukkan gambar 3.

**Gambar 3.** *Cleaner / Remover* (A), *Liquid Penetrant* (B), *Developer* (C)

Liquid penetrant dengan warna tertentu (merah) meresap masuk kedalam diskontinyuitas, kemudian *liquid penetrant* tersebut dikeluarkan dari alam diskontinyuitas dengan menggunakan cairan pengembang (*developer*) yang warnanya kontras dengan *liquid penetrant* (putih). Terdeteksinya diskontinyuitas adalah dengan timbulnya bercak-bercak merah (*liquid penetrant*) yang keluar dari dalam diskontinyuitas. Hasil Uji Cacat Las *Liquid Penetrant Test* dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil uji cacat las liquid penetrant test Posisi *Vertical Up* (a)(b)(c)(d)(e)(f) Posisi *Vertical Down* (g)(h)(i)(j)(k)(l).

Dari hasil penelitian uji cacat las terhadap pengelasan 3G *Vertical Up* terhadap material A36 di atas memperoleh hasil cacat las *Undercut* yang terjadi pada sampel (a); (b); (c); (d) dan (e), cacat las *Incomplete Fusion* pada sampel (a); (b); (c); (d), cacat las *Porosity* pada sampel (a); (b); (c); (f) dan cacat las *Incomplete Penetration* pada sampel (d) dan (e), pada hasil pengujian cacat las posisi *Vertical Down* diperoleh hasil cacat las *Undercut* yang terjadi pada sampel (g); dan (h), cacat las *Incomplete Fusion* pada sampel (g); (h); (i) dan (j), cacat las *Porosity* pada sampel (k), cacat las *Incomplete Penetration* pada sampel (l), cacat las *Distortion* pada sampel (g); (j) dan cacat las *Slag Inclusion* pada sampel (i).

Hasil Uji Tarik Standart ASTM E8

- *Pengelasan 3G Vertical Up*

Hasil pengujian Tarik posisi pengelasan 3G *Vertical Up* pelat 8 dan 10 mm seperti pada tabel 2 dan tabel 3

Seminar Nasional Kelautan XIV

“ Implementasi Hasil Riset Sumber Daya Laut dan Pesisir Dalam Peningkatan Daya Saing Indonesia”
 Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan Universitas Hang Tuah, Surabaya 11 Juli 2019

Tabel 2. Uji Tarik Pengelasan 3G Vertical Up Plat

AMPERE	CODE	Tebal Pelat (mm)	LO (mm)	AO (mm)	B (mm)	H (mm)
80A	SAMPEL A	8	200	100	12,5	8
90A	SAMPEL B	8	200	100	12,5	8
100A	SAMPEL C	8	200	100	12,5	8
80A	SAMPEL D	10	200	100	12,5	10
90A	SAMPEL E	10	200	100	12,5	10
100A	SAMPEL F	10	200	100	12,5	10

Data yang di dapatkan dari perhitungan di atas dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Uji Tarik Pengelasan 3G Vertical Up Plat

CODE	Lf (mm)	Af (mm)	ΔL (mm)	Teg. Max	Teg Luluh	Teg. Patah	Elongation
SAMPEL A	209	36,21	9	0,16	0,04	0,20	0,045
SAMPEL B	211	55,51	11	0,20	0,04	0,24	0,550
SAMPEL C	220	55,60	20	0,84	0,12	0,70	0,100
SAMPEL D	212	43,31	12	0,10	0,04	0,09	0,060
SAMPEL E	220	57,51	20	0,10	0,04	0,10	0,100
SAMPEL F	225	123,21	25	0,13	0,03	0,09	0,125

Dari hasil perhitungan di atas, bahwa pada pengelasan 3G Vertical Up Pada 6 sampel di atas mendapatkan nilai terbesar pada sampel (C) dengan nilai 0,84 kN/mm², sampel (B) 0,2 kN/mm², sampel (A) 0,16 kN/mm², sampel (F) 0,13 kN/mm², sampel (D) 0,1 kN/mm², dan Sampel E 0,1 kN/mm².

- *Pengelasan 3G Vertical Down*

Hasil pengujian Tarik posisi pengelasan 3G Vertical Down pelat 8 dan 10 mm seperti pada tabel 4 dan tabel 5. Dari hasil perhitungan di atas, bahwa pada pengelasan 3G Vertical Up Pada 6 sampel di atas mendapatkan nilai terbesar pada sampel (I) dengan nilai 0,48 kN/mm², sampel (H) 0,44 kN/mm², sampel (J) 0,38 kN/mm², sampel (K) 0,22 kN/mm², sampel (G) 0,20 kN/mm², sampel (L) 0,19 kN/mm².

Tabel 4. Uji Tarik Pengelasan 3G Vertical Down Plat

AMPERE	CODE	Tebal Pelat (mm)	LO (mm)	AO (mm)	B (mm)	H (mm)
80A	SAMPEL G	8	200	100	12,5	8
90A	SAMPEL H	8	200	100	12,5	8
100A	SAMPEL I	8	200	100	12,5	8
80A	SAMPEL J	10	200	100	12,5	10
90A	SAMPEL K	10	200	100	12,5	10
100A	SAMPEL L	10	200	100	12,5	10

Data yang di dapatkan dari perhitungan di atas dapat dilihat pada Tabel 3.

Seminar Nasional Kelautan XIV

“ Implementasi Hasil Riset Sumber Daya Laut dan Pesisir Dalam Peningkatan Daya Saing Indonesia”
 Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan Universitas Hang Tuah, Surabaya 11 Juli 2019

Tabel 3. Uji Tarik Pengelasan 3G Vertical Down Plat

CODE	Lf (mm)	Af (mm)	ΔL (mm)	Teg. Max	Teg Luluh	Teg. Patah	Elongation
SAMPEL G	207	61,61	7	0,20	0,04	0,24	0,035
SAMPEL H	210	51,51	10	0,44	0,24	0,32	0,025
SAMPEL I	215	41,31	15	0,48	0,28	0,34	0,750
SAMPEL J	218	55,73	18	0,38	0,16	0,36	0,090
SAMPEL K	218	59,60	18	0,22	0,08	0,21	0,090
SAMPEL L	216	81,12	16	0,19	0,08	0,19	0,080

KESIMPULAN

Dari hasil pengujian cacat las menggunakan *penetrant test* dan pengujian kekuatan tarik (*Tensile Test*) menggunakan Standart ASTM E8, maka dapat disimpulkan bahwa uji cacat las yang paling banyak terjadi pada pengelasan *Vertical Up* adalah cacat las *Undercut* dan *Incomplete Fusion* yang disebabkan oleh arus ampere yang cukup tinggi dan posisi sudut kawat las yang kurang baik. Pengelasan *Vertical Down*, cacat las yang paling banyak terjadi di antaranya *Undercut*, *Incomplete Penetration*, *Incomplete Fusion* dan *Porosity* yang disebabkan oleh prosedur pengelasan yang kurang baik terutama pada kecepatan tangan pengelas maupun kotoran pada daerah kampuh. Uji Tarik pada pengelasan *Vertical Up* dengan nilai terbesar terjadi pada Sampel (C) dengan nilai 0,84 kN/mm², nilai terkecil pada sampel (E) dengan nilai 0,1 kN/mm² dan pada pengelasan *Vertical Down* dengan nilai terbesar terjadi pada Sampel (I) didapatkan nilai 0,48 kN/mm², nilai terkecil pada sampel (L) dengan nilai 0,19 kN/mm².

DAFTAR PUSTAKA

- Ardiansyah, T. R., Basuki. M., Soejitno., 2017 “*Analisa Cacat Las Pada Pengelasan Butt Joint Dengan Variasi Arus & Posisi Pengelasan.*” SNTEKPAN V 2017, Institut Teknologi Adhi Tama. Surabaya. ISBN 978-602-98569-1-0
- Artikel Teknik Mesin, 2010. “*Konstruksi Umum Mesin Uji Tarik*” <http://teknikmesin.org/konstruksi-umum-dari-mesin-ujи-tarik/> 10 Oktober 2018.
- ASTM E8. 2010, “*Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials*”. West Conshohocken, Pennsylvania.
- AWS D1.1. 2015, “*Structural Welding Code Steel*”. America, United State of America. ISBN 978-0-87171-864-8
- Diktat Pengelasan BLK, 2016. “*Macam – Macam Pengelasan*”. Surabaya : Jurusan Teknik Pengelasan Balai Latihan Kerja Surabaya.
- Dwi, C., Hariyadi. E, Supriyanto. H, 2017. *Pengaruh Posisi Pengelasan 3G Vertical Up & Vertical Down Pada Material SA36 Terhadap Kekuatan Tarik*. Jurnal Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Malang.
- Junioarto, D. F., Basuki. M., Putra. W. A., 2017. “*Analisa Pengaruh Arus Pengelasan Terhadap Kekuatan Sambung Baja A36 Pada Pengelasan SMAW*”. Seminakel XII, Universitas Hang Tuah Surabaya. ISBN 978-602-71603-3-8
- Kalpakijan, S., Schmid, R. S., 2003. “*Manufacturing Process for Engineering Materials*” 4th Edition. United States of America. ISBN 0-13-045373-0
- Nurfahrila, 2017. “*Modul Pengelasan 3F dan 3G*”. Jakarta.
- Prayogo, D. R., Santosa. P. I, Soejitno., 2018. “*Analisa Pengaruh Arus Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik Dan Struktur Mikro Baja SS41 Pada Pengelasan GTAW*”. SNTEKPAN VI 2018, Institut Teknologi Adhi Tama. Surabaya. ISBN 978-602-98569-1-0
- Sastranegara, A., 2009, “*Mengenal Uji Tarik dan Sifat Sifat Mekanis Logam*”. Jakarta.

Seminar Nasional Kelautan XIV

“ Implementasi Hasil Riset Sumber Daya Laut dan Pesisir Dalam Peningkatan Daya Saing Indonesia”

Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan Universitas Hang Tuah, Surabaya 11 Juli 2019

Steel Construction Manual, 8th Edition, Second Revised Edition, American Institute of Steel Construction, 1986, Ch. 1 pp. 1–5.

Van Vlack, H. L., 1989. “*Element Of Materials Science And Engineering*”. 6th Edition. University Of Michigan, Ann Arbor, Michigan. ISBN 979-741-089-7

Wiryosumarto, H Dan Okumura, Toshie. 2004. “*Teknologi Pengelasan Logam*.” Cetakan ke IX. Pradnya Pramita. Jakarta. ISBN 979-408-175-2