

ANALISA KETANGGUHAN PENGELASAN SMAW PADA MATERIAL SUS 201 DENGAN POLARITAS ARUS DCEP DAN DCEN

Muhammad Agung Sipranta¹, Marzuki², Fakhriza²

¹Mahasiswa Prodi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Manufaktur

²Dosen Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe

Jl. Banda Aceh – Medan Km.280 Buketrata

Email: agungdehdoh@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh polaritas pada ketangguhan hasil las SMAW dengan elektroda E308-16. Penelitian ini menggunakan bahan SUS 201, material ini diberikan perlakuan pengelasan dengan variasi arus 80 Ampere, 100 Ampere, dan 120 Ampere dengan menggunakan las SMAW polaritas DCEP dan DCEN, posisi pengelasan dengan menggunakan posisi pengelasan mendatar atau bawah tangan, jenis kampuh yang di gunakan adalah kampuh V dengan sudut 60°. Spesimen di lakukan pengujian Impak metode Charpy dengan standar ASTM E-23. Hasil pengujian, harga impak tertinggi dengan polaritas DCEP pada arus pengelasan 120 ampere sebesar 3,72 joule/mm². Pada polaritas DCEN harga impak tertinggi pada arus pengelasan 100 Ampere sebesar 3,26 joule/mm². Sedangkan tanpa pengelasan harga impak sebesar 3,74 joule/mm². Jenis-jenis perpatahan yang terjadi adalah pada base metal adalah patahan ulet sedangkan pada polaritas DCEP dan DCEN adalah patahan getas dan campuran.

Kata kunci: DCEP, DCEN, Ampere dan polaritas

1 Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Baja tahan karat *stainless steel* (SUS) 201 adalah salah satu logam yang banyak digunakan dalam dunia industri, misalnya: digunakan dalam dunia industri migas, dan lain-lain. Selain itu juga kita banyak menjumpai baja tahan karat digunakan sebagai peralatan rumah tangga. Kemampuan baja paduan itu sendiri sebenarnya sangat dipengaruhi oleh unsur paduan yang menyusun baja paduan tersebut. Dengan penambahan atau pengurangan unsur paduan yang terdapat didalamnya akan diperoleh kekuatan baja paduan tinggi sesuai dengan yang diinginkan [1].

Pengelasan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) merupakan suatu teknik pengelasan dengan menggunakan arus listrik berbentuk busur arus dan elektroda berselaput. Poses SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) selain untuk mengelas baja karbon juga sangat baik dipakai untuk mengelas baja tahan karat atau *stainless steel* dan mengelas logam-logam lain yang daya ikat terhadap oksigen membentuk oksida sangat besar. Pada SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) elektroda juga berperan sebagai penyuplai logam las dan oleh karenanya maka elektroda ini terbuat dari

logam yang mirip dengan logam induk dan ikut mencair [2].

Pada penelitian ini penulis menggunakan material SUS 201 dengan menggunakan polaritas arus pengelasan baik DCEN dan DCEP yang bertujuan untuk mengetahui ketangguhan pada sambungan material las setelah dilakukan pengelasan dengan menggunakan arus 80 A, 100 A, 120 A. Penggunaan polaritas pengelasan dengan DCEP mempunyai nilai ketangguhan yang lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan polaritas pengelasan DCEN sehingga penulis sangat tertarik untuk melakukan penelitian

1.2 Tujuan Khusus

Adapun tujuan khusus dari penulisan skripsi ini antara lain :

1. Mengetahui hasil uji penetrasi dan impak
2. Mengetahui pengaruh polaritas DCEP dengan variasi arus pengelasan 80 A, 100 A, 120 A terhadap hasil uji impak
3. Mengetahui pengaruh polaritas DCEN dengan variasi arus pengelasan 80 A, 100 A, 120 A terhadap hasil uji impak

1.3 Batasan Masalah

Adapun pokok masalah pembahas yang akan dibahas dalam “Analisa Ketangguhan Pengelasan

Material SUS 201 Pada Pengelasan SMAW Terhadap Pengaruh Polaritas Arus DCEN dan DCEP” yaitu:

1. Pengelasan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) dengan menggunakan polaritas arus DCEN dan DCEP
2. Penelitian ini menggunakan bahan *stainless Steel* (SUS 201)
3. Hasil dari pengelasan akan dilakukan uji penetran dan pengujian *impact*/ketangguhan,
4. Elektroda yang digunakan yaitu E308-16 dengan posisi pengelasan dibawah tangan 1G
5. Arus pengelasan yang penulis gunakan yaitu: 80A, 100A dan 120A
6. Pengujian impak dilakukan standar ASTM E-23

2 Metoda Penelitian

2.1. Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan lebih kurang selama 16 minggu. Adapun tempat dilakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengelasan dilakukan di Laboratorium *Welding Technology* dan Fabrikasi Logam Politeknik Negeri Lhokseumawe.
2. Proses pemotongan material dilakukan di Laboratorium *Welding Technology* dan Fabrikasi Logam Politeknik Negeri Lhokseumawe.
3. Pengujian *impact*/ketangguhan di Laboratorium Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe.
4. Pengujian penetran di Laboratorium NDT Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe.

2.2. Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian sebagaimana terlihat pada Tabel 1:

Tabel 1 Bahan yang digunakan

No	Nama alat	Jumlah	Keterangan
1	Mesin las SMAW	1	Set
2	Gerinda tangan	1	Set
3	Alat ukur (jangka sorong)	1	Buah
4	Perlengkapan keselamatan kerja las	1	Set
5	Gergaji besi <i>hacksaw</i>	1	Buah
6	Kikir	1	Buah
7	Kertas gosok	1	Buah
8	Palu	1	Buah
9	Mesin uji <i>impact</i>	1	Set
10	Sikat kawat	1	Buah

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah plat SUS 021 dengan ketebalan 10 mm, Elektroda E 308-16.

2.3. Proses Pengelasan

Dalam penelitian ini jenis las yang digunakan adalah SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) Sebelum proses pengelasan dimulai, *Stainless steel* (SUS) 201 yang sudah dibuat kampuh las tersebut harus dibersihkan dari kotoran seperti debu, karat, air dan lain sebagainya untuk menghindari terjadinya cacat las.

Berikut adalah langkah-langkah proses pengelasan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*):

1. Permukaan benda kerja dibersihkan dengan cara di amplas, yang berguna untuk menghilangkan oksida pada *Stainless steel* (SUS) 201.
2. Mempersiapkan semua peralatan yang akan digunakan seperti mesin las SMAW.
3. Kemudian setelah semua bahan dan alat sudah disiapkan, letakkan bahan material ke meja kerja dan posisikan benda kerja dengan posisi sambungan kampuh pengelasan Single V-groove tersebut dengan sudut 60° dan lebar celah 3 mm.
4. Mempersiapkan elektroda E 308-16 yang akan digunakan dalam penelitian ini.
5. Pada waktu akan dilakukan pengelasan polaritas arus yang digunakan berbeda, yakni DCEP dan DCEN dengan masing-masing arus sebesar 80 Ampere, 100 Ampere, dan 120 Ampere.
6. Mengulangi tahap 1-4 sesuai dengan variable arus dan polaritas yang ditentukan dalam penelitian.

2.4. Proses Pengujian

2.4.1. Pengujian Penetran

Non Destructive Test adalah pengujian yang dilakukan tanpa merusak material atau specimen yang akan diuji. Metode pengujian ini hanya digunakan untuk mendeteksi cacat di permukaan, pada material *non-porous* pada *Stainless steel* (SUS) 201. Adapun langkah-langkah pengujian dengan *penetrant testing* adalah sebagai berikut:

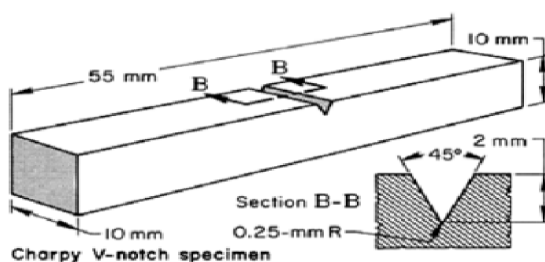
1. Sebelum melakukan pengujian, permukaan benda yang akan diuji harus bebas dari semua kotoran, *grease, oli, pasir, loose, rust, scale*, atau material lainnya yang akan mengganggu pada saat pengujian.
2. *Precleaning*: membersihkan bagian permukaan benda uji dengan cairan *cleaner* yang mudah menguap, dan tunggu selama sekurang-kurangnya 1 menit.

3. Pengaplikasian cairan penetrant dengan cara dikuas pada bagian lasan (pengujian lasan), sekurang-kurangnya 1 inci dari kedua sisi lasan harus tertutup oleh cairan penetrant. Diamkan selama 10-30 menit (*dwell time penetrant*) sampai cairan penetrant benar-benar masuk kedalam bagian yang dicurigai sebagai cacat.
4. *Remove Excess Penetrant*: menghilangkan sisa cairan penetrant dengan cara mengusap kelebihan penetrant dengan lap kering kemudian dengan lap yang telah dibasahi dengan cairan solvent dan terakhir dilap kembali dengan kain kering sampai bersih, kemudian diamkan selama 5 menit.
5. Pengaplikasian *developer*: semprotkan cairan developer secara merata ke permukaan bagian lasan yang akan diuji, lalu diamkan selama 10 menit sampai cairan *developer* berhasil mengangkat penetrant keluar (*blotting*) dan memunculkan indikasi cacat.
6. *Interpretasi*: amati setiap indikasi cacat yang muncul, dan interpretasikan apakah indikasi tersebut relevan atau non relevan.
7. Evaluasi: hanya indikasi relevan saja yang akan dievaluasi untuk menentukan cacat yang muncul diterima atau *direject*.

2.4.2. Pengujian Impact Metode Charpy

Proses pengujian impact dilakukan pada semua spesimen, 1 spesimen tidak adanya perlakuan pengelasan sedangkan 20 spesimen yang telah dilakukan proses pengelasan. Adapun langkah-langkah pengujian impact metode charpy sebagai berikut:

1. Dengan menggunakan jangka sorong lakukan pengukuran luas area dibawah takik dari spesimen uji. Catat hasil pengukuran didalam lembar data. Adapun bentuk dan ukuran spesimen pengujian impact mengikuti standar ASTM E-23, Sebagaimana terlihat pada Gambar 1A



(A)



(B)

Gambar 1 Bentuk spesimen pengujian impact

2. Menghidupkan kompresor dan tunggu tekanan sampai 6 bar.
3. Membuka *safety guard* mesin, siapkan mesin uji, pasang spesimen pada pemegangnya dan Angkat hammer dengan tangan dan pasang kunci.
4. Memastikan jarum penunjuk ke posisi 300 joule.
5. Meletakkan spesimen yang akan diuji pada tempat dudukan spesimen, atur posisi spesimen dan Tutup pengaman mesin (*safety guards*).
6. Menekan tombol yang terletak *disafety guards*, lalu pendulum memukul spesimen uji.
7. Setelah itu bawa pendulum dengan hati-hati keposisi semula dengan menarik pendulum break secara perlahan.
8. Membaca posisi jarum dan baca skala dial, catat hasil pembacaan.
9. Mengambil benda uji dan amatilah permukaan patahannya didalam lembar data.
10. Mengulangi pengujian untuk spesimen-spesimen lainnya.

3 Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Pengelasan

Setelah proses pengelasan dengan menggunakan polaritas baik DCEP dan DCEN maka dilakukan uji penetran yang bertujuan untuk mengetahui cacat pengelasan dengan cara pemeriksaan secara visual hasil penyemprotan penetran pada permukaan material yang telah di las dikarenakan mudah dan praktis dibandingkan dengan yang lain seperti *ultrasonic test* dan *magnetic particel test*. Adapun hasil pengelasan dengan menggunakan polaritas baik DCEP dan DCEN yang sudah dilakukan uji NDT *Liquid Penetrant* sebagaimana terlihat pada Gambar 2



Gambar 2 Hasil pengelasan polaritas DCEP

Sedangkan hasil pengelasan dengan menggunakan polaritas DCEN pada material SUS 201 dengan arus pengelasan 80A, 100A, dan 120A, sebagaimana terlihat pada Gambar 3



Gambar 3 Hasil pengelasan polaritas DCEN

Hasil proses pengelasan pada material SUS 201 dengan polaritas DCEP dan DCEN tidak terdapat cacat-cacat pada pengelasan baik dengan menggunakan arus 80 A, 100 A, 120 A. Hal ini diketahui setelah dilakukan penyomprotan penetran pada setiap permukaan hasil pengelasan baik dengan arus 80 A, 100 A, 120 A.

3.2. Hasil Pengujian Impact

Pengujian impact dilakukan untuk mengetahui perbedaan harga nilai impact pada material yang mengalami perlakuan pengelasan dengan polaritas arus baik DCEP maupun DCEN. Pengujian impact dilakukan dengan menggunakan mesin uji impact *charpy Made in Italy*. Adapun hasil pengujian impact dari polaritas DCEP dengan menggunakan variasi arus pengelasan 80 A, 100 A, 120 A. sebagaimana terlihat pada Tabel 2 dan 3

Tabel 2. Hasil Pengujian impact dengan polaritas DCEP

No.	Bahan Uji	HI (Joule/mm ²)
1	SUS 201 pengelasan	2,96

2	SMAW 80A DCEP SUS 201 pengelasan	2,45
3	SMAW 100A DCEP SUS 201 pengelasan	3,72
4	SMAW 120A DCEP Tanpa perlakuan	3,74

Tabel 3. Hasil Pengujian impact dengan polaritas DCEN

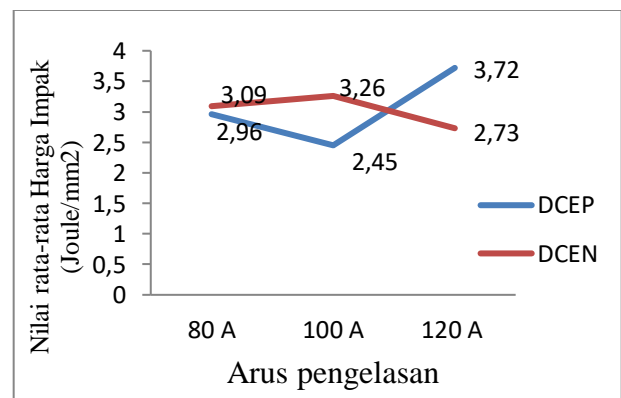
No.	Bahan Uji	HI (Joule/mm ²)
1	SUS 201 pengelasan SMAW 80A DCEN	3,09
2	SUS 201 pengelasan SMAW 100A DCEN	3,26
3	SUS 201 pengelasan SMAW 120A DCEN	2,73
4	Tanpa perlakuan	3,74

3.3. Pembahasan

Dari hasil penelitian pada Tabel 4.1 dan 4.2 menunjukkan bahwa harga nilai impact dan jenis patahan pada material SUS 201 berbeda dari setiap polaritas DCEP dan DCEN dengan menggunakan variasi arus 80 A, 100 A, 120 A.

3.3.1. Analisa Pengaruh Polaritas DCEP dan DCEN Terhadap Harha Nilai Impact Dengan Variasi Arus Pengelasam 80A, 100A, 120A

Adapun harga nilai impact pada material SUS 201 terhadap pengaruh DCEP dan DCEN dengan variasi arus pengelasan 80 A, 100 A, 120 A, sebagaimana terlihat pada Gambar 4



Gambar 4 Pengaruh harga nilai impact terhadap polaritas pengelasan

Berdasarkan Gambar 4 menunjukkan perbedaan harga nilai impact terhadap polaritas

DCEP dan DCEN dengan arus pengelasan 80A, 100A dan 120A.

Pada polaritas DCEP dengan arus pengelasan 100A harga nilai impact sebesar 2,45 Joule/mm² mengalami penurunan dibandingkan dengan arus pengelasan 80A yang nilai impactnya sebesar 2,96 Joule/mm². Hal ini dikarenakan arus pengelasan pada polaritas DCEP sangatlah berpengaruh terhadap harga nilai impact pada material SUS 201. Akan tetapi yang dilakukan pengelasan dengan arus yang terendah lebih besar harga nilai impactnya dibandingkan dengan arus pengelasan 100A, hal ini disebabkan oleh sifat material hasil pengelasan yang ulet. Sedangkan pada arus pengelasan 120 A harga nilai impact mengalami kenaikan yang sangat signifikan yaitu 3,72 Joule/mm², dibandingkan dengan kedua arus pengelasan baik 80A maupun 100A, kenaikan harga nilai impact pada arus pengelasan 120A disebabkan oleh beberapa faktor yang salah satunya yaitu terjadinya perpindahan atom kromium ke daerah yang mengalami perlakuan panas saat terjadinya proses pengelasan.

Adapun energi yang diserap pada saat pengujian impact terhadap polaritas DCEP dengan menggunakan arus pengelasan 80 A, 100 A, 120 A secara berturut sebesar 237 Joule, 196 Joule dan 297 Joule.

Sedangkan untuk polaritas DCEN harga nilai impact pada kuat arus pengelasan 80 A sebesar 3,09 Joule/mm² mengalami kenaikan pada arus 100 A sebesar 3,26 Joule/mm², kemudian mengalami penurunan pada arus 120 A menjadi 2,73 Joule/mm².

Pengelasan akan menghasilkan tegangan sisa yang tidak hanya berpengaruh terhadap harga nilai impact suatu material, hal tersebut disebabkan karena siklus termal yang terjadi selama proses pengelasan yakni meliputi pemanasan. Adapun faktor lain yang menyebabkan terjadinya penurunan harga nilai impact pada arus pengelasan yang tinggi yaitu:

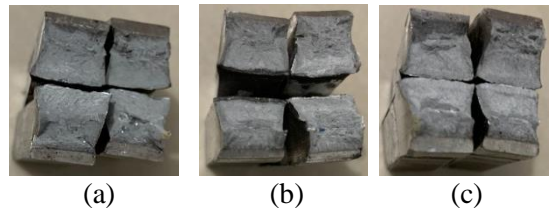
1. Jenis dan kandungan didalam elektroda akan berpengaruh terhadap hasil pengelasan.
2. Diameter elektroda juga berhubungan dengan arus pengelasan, karena besarnya arus yang digunakan akan berhubungan dengan pembakaran elektroda.
3. Selain arus dan elektroda yang digunakan ada satu faktor lain yang menyebabkan hasil pengelasan, faktor tersebut adalah *welder* (pengelas). Seharusnya jika menggunakan

jenis bahan material yang sama, elektroda, diameter elektroda, proses pendinginan, mesin las yang sama akan menghasilkan harga nilai impact dari hasil pengujian pada setiap spesimen akan meningkat mengikuti besar arus yang digunakan

Adapun energi yang diserap pada saat pengujian impact terhadap polaritas DCEN dengan menggunakan arus pengelasan 80 A, 100 A, 120 A secara berturut sebesar 247 Joule, 261 Joule dan 218 Joule.

3.3.2 Analisa Patahan Pengujian Impact

Data dari hasil penelitian maka diketahui perbedaan harga nilai impact dari polaritas DCEP dan DCEN dengan berbagai kelompok spesimen dari material SUS 201 yang dikenai proses pengelasan dari tiga variasi arus pengelasan, yaitu 80 A, 100 A dan 120 A, adapun hasil dari patahan uji impact menggunakan polaritas DCEP untuk 80 A, 100 A dan 120 A, sebagaimana terlihat pada Gambar 5



Gambar 5 Hasil patahan pada polaritas DCEP dengan arus (a) 80A, (b) 100A dan (c) 120 A

Berdasarkan Gambar 5 hasil patahan pada polaritas DCEP dengan menggunakan arus pengelasan 80A, 100A dan 120 A yaitu patahan getas ditandai dengan adanya permukaan rata dan mengkilap serta potongan dapat dipasangkan kembali. Patah getas merupakan fenomena patah pada material yang diawali terjadinya retakan secara cepat dibandingkan patah ulet tanpa deformasi plastis terlebih dahulu dan dalam waktu yang singkat. Peristiwa patah getas dinilai lebih berbahaya dari pada patah ulet, karena terjadi tanpa disadari begitu saja.

Sedangkan hasil patahan menggunakan pengujian impact untuk polaritas DCEN dengan menggunakan arus pengelasan 80A, 100A dan 120 A, sebagaimana terlihat pada Gambar 6



(a) (b) (c)
Gambar 6 Hasil patahan pada polaritas DCEN dengan arus (a) 80A, (b) 100A dan (c) 120 A

Berdasarkan Gambar 6 hasil patahan pada polaritas DCEN dengan menggunakan arus pengelasan 80A, 100A dan 120 A yaitu patahan campuran ditandai pada permukaan agak kusam dan sedikit berserat, tampak kasar berwarna kelabu adanya pengecilan specimen pada permukaan patahan.

patahan campuran, dimana gabungan patahan getas dan liat, permukaan agak kusam dan sedikit berserat, tampak kasar berwarna kelabu adanya pengecilan specimen pada permukaan patahan.

Pada pengujian lakukan di titik pengelasan pada material SUS 201 yang bertujuan untuk mengetahui jenis patahan yang terjadi terhadap polaritas DCEP dan DCEN dengan menggunakan arus pengelasan 80A, 100A dan 120 A terhadap ketangguhan impact.

4 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil setelah melakukan analisa ketangguhan sambungan hasil las SMAW pada material SUS 201 dengan polaritas arus DCEP dan DCEN sebagai berikut :

1. Pengujian impact pada material SUS 201 menggunakan standar ASTM E-23
2. Dari hasil pengujian impact pada polaritas DCEP harga impact tertinggi pada arus pengelasan 120 A sebesar 3,73 Joule/mm² sedangkan energi yang diserap sebesar 297 Joule. Adapun jenis patahan yang dihasil dari pengelasan tersebut adalah patahan getas.
3. Dari hasil pengujian impact pada polaritas DCEN harga impact tertinggi pada arus pengelasan 100 A sebesar 3,26 Joule/mm² sedangkan energi yang diserap sebesar 261 Joule. Adapun jenis patahan yang dihasil dari pengelasan tersebut adalah patahan campuran.
4. Dari hasil pengujian impact tanpa pengelasan sebesar 3,74 Joule/mm² sedangkan energi yang diserap sebesar 299 Joule. Adapun jenis patahan yang dihasil tanpa pengelasan tersebut adalah patahan ulet.
5. Pada material SUS 201 paling bagus digunakan polaritas DCEP hal ini dikarenakan harga impactnya sangat tinggi pada arus pengelasan 120 A sebesar 3,72 Joule/mm², demikian dapat disimpulkan untuk pengelasan

material SUS 201 cocok digunakan polaritas DCEP dari pada DCEN.

5 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan agar memperoleh hasil yang maksimal, maka penulis menyarankan untuk dilakukannya penelitian lebih lanjut antara lain yaitu:

1. Pada penulisan skripsi ini dapat dikembangkan lebih lanjut tentang masalah variasi *heat input*
2. Pada penulisan skripsi ini dapat dikembangkan lebih lanjut tentang pengujian baik uji tarik, bending dan kekerasan.
3. Dilihat dari hasil *impact* material setelah di lakukan pengelasan kekuatan sambungan las lebih kecil dibandingkan dengan hasil uji *impact* material sebelum di las.
4. Dari penelitian harga nilai *impact* setelah pengelasan dibawah material sebelum dilakukan pengelasan hal ini disebabkan oleh pemilihan arus yang kurang tepat untuk pengujian tersebut, hal ini ditinjau dari perencanaan pengelasan dan proses pengelasan
5. Perlu dilakukan penelitian dengan kampuh pengelasan yang berbeda.

6 DaftarPustaka

- [1] Sumarji. Studi Perbandingan Ketahanan Korosi Stainless Steel Tipe SS 304 Dan SS 201 Menggunakan Metode U-Bend Test Secara Siklik Dengan Variasi Suhu Dan PH. Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember. Jurnal ROTOR, Volume 4 Nomor1, Januari 2011.
- [2] Ranu Yudistira Pratama, Minto Basuki, dan Erifive Pranatal. Pengaruh Variasi Arus Pengelasan Smaw Untuk Posisi Pengelasan 1G Pada Material Baja Kapal SS 400 Terhadap Cacat Pengelasan. Jurusan Teknik Perkapalan FTMK-ITATS. ISSN 2686-0651. Vol. 2. No. 1. Juli. 2020.