

ANALISA VARIASI TEMPERATUR PEMANASAN ELEKTRODA UNTUK MENGURANGI CACAT POROSITY DENGAN PENGELASAN SMAW (STUDI KASUS DI PROYEK PLTA PEUSANGAN 1 & 2)

Rahmat Muttaqin¹, Jufriadi², Mawardi².

¹Mahasiswa Prodi D-IV Teknologi Rekayasa Manufaktur

²Dosen Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe

Jl. Banda Aceh-Medan Km.280 Buketrata

Email: rahmatmuttaqin0104@gmail.com

Abstrak

Dalam penelitian ini bertujuan untuk untuk menanggulangi masalah cluster porosity dengan cara melakukan variasi pemanasan dari elektroda. Penurunan jumlah cacat pengelasan membuat perusahaan mampu menekan biaya produksi yang berdampak ke tingkat persaingan perusahaan. Bahan Logam yang dipakai adalah baja karbon rendah jenis JIS G310 Grade SM 400 B, proses pengelasan menggunakan las SMAW (Shielded Metal Arc Welding) menggunakan Elektroda E7016 Diameter elektroda \varnothing 3.2 mm, proses penyambungan logam menggunakan tipe But Joint Groove V, pengujian menggunakan alat Radiografi test. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen, yaitu suatu cara untuk mencari hubungan sebab akibat antara faktor yang mempengaruhi hasil akhir. Pada temperatur pemanasan elektroda 300° C ditemukan cacat pengelasan jenis cacat undercut. Pada temperatur pemanasan elektroda 325° C ditemukan cacat pengelasan jenis cacat porositas (cluster porosity). Pada temperatur pemanasan elektroda 350° C terdapat kesalahan welder saat penggantian elektroda (fault of elektrode change). Beberapa cacat pada pengelasan yang ditemukan masih masuk dalam kategori standar penerimaan untuk inspeksi (ketidaktepatan) didasarkan atas ketentuan didalam API 1104 yang meliputi temuan inspeksi radiografi, magnetic particle, liquid penetrant dan ultrasonic. Dalam mengatasi masalah cacat porosity maka sebelum dilakukannya proses pengelasan elektroda harus dipanaskan didalam oven pemanas elektroda (baking oven electrode) terlebih dahulu dengan suhu yang direkomendasikan yaitu temperatur 350° C. Pemanasan elektroda tersebut dilakukan dengan dasar pemanasannya dilihat dari data sheet for elektode E7016

Kata kunci : Pengelasan, Pemanasan Elektroda, Radiografi Test.

1. Pendahuluan

1.1 Latar belakang

Sebelum melakukan pengelasan salah satu faktor penting yaitu perlakuan elektroda. Penyimpanan elektroda dilapangan umumnya setelah selesai digunakan disimpan kembali pada kemasaannya sehingga tidak cukup terlindungi dari udara sekitarnya dan menyebabkan bahan pelindung menjadi lembap. Akibat kondisi pelindung elektroda yang lembap dapat menyebabkan terjadinya cacat pada hasil las seperti *spatters* dan *porosity*. Selain itu, keberadaan cacat las pada sambungan dapat mengurangi kekuatan dan tingkat mutu sambungan las. Secara visual kelembapan bahan pelindung elektroda dapat dilihat pada kondisi bahan pelindungnya, umumnya elektroda yang lembap cenderung memiliki warna gelap. Penyimpanan elektroda tipe ini harus pada tempat yang kering dan terhindar dari lingkungan yang lembap.

Hasil survey lapangan di PT. Amarta Karya di Proyek pembangunan PLTA Peusangan 1

& 2 menunjukkan bahwa umumnya sering terjadi masalah pada hasil pengelasan yang ditemukan berupa cacat Porosity. Cacat porosity adalah sebuah cacat pengelasan berupa sebuah lubang-lubang kecil pada logam las yang berada didalam permukaan tersebut. Beberapa penyebab porosity adalah kondisi pengelasan lembap akibat suhu dingin dilokasi

1.2 Tujuan penelitian

Adapun tujuan khusus dari penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut :

1. Dapat melakukan analisa penyebab awal mula terjadinya cacat Porosity
2. Untuk mengetahui hasil akhir pengelasan menggunakan bahan material SM 400 B dengan pengelasan *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW).
3. Untuk dapat mengurangi terjadi cacat pada hasil pengelasan dengan cara variasi pemanasan elektroda.
4. Untuk dapat memberikan rekomendasi kepada

perusahaan dalam meminimalisir kegagalan hasil pengelasan

1.3 batasan masalah

Agar penelitian ini sistematis maka ruang lingkup permasalahan perlu dibatasi guna menghindari penambahan masalah yang melebar dan tidak terarah pada permasalahan utama maka perlu adanya batasan-batasan sebagai berikut:

1. Bahan Logam yang dipakai adalah baja karbon rendah jenis JIS G310 *Grade SM 400 B*
2. Proses pengelasan menggunakan las SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*).
3. Dengan menggunakan Elektroda E7016
4. Diameter elektroda Ø 3.2 mm.
5. Proses penyambungan logam menggunakan tipe *But Joint Groove V*.
6. Pengujian menggunakan alat *Radiografi test*.

2. Metodologi penelitian

2.1 waktu dan tempat penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dilaksanakan mulai bulan Desember tahun 2020. Adapun pelaksanaannya sebagai berikut :

1. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pengelasan Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe. Pengujian.
2. *Radiografi Test* dilakukan di *workshop* PLTA Peusangan 1&2, Lot II Metal Works PT. Amarta Karya.

2.2 Alat dan bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan untuk penelitian ini seperti pada tabel 2.1 dibawah ini:

Tabel 2.1 Alat Dan Bahan

No	Alat	No	Bahan
1.	Mistar Baja	1.	Baja Karbon Rendah
2.	Gerinda		Jenis JIS G3106
3.	Transformator Las SMAW		<i>Grade SM 400 B</i>
4.	Alat <i>Radiografi Test</i>	2.	Elektroda Las E7018
5.	Wire Brush		

2.3 Persiapan kampuh uji

1. Sediakan 1 lembar plat dengan ukuran 400 mm x 250 mm x 9 mm.
2. Spesimen dipotong menjadi dua bagian dengan ukuran masing-masing ukuran 400 mm x 125 mm



3. Setelah dipotong selanjutnya dilakukan pembentukan kampuh V terbuka dengan sudut 60° seperti gambar 2.1 berikut:

Gambar 2.1 Spesimen benda uji

4. Dilakukan proses penyambungan dengan pengelasan SMAW dengan kuat arus 200 A.
5. Pada proses pengelasan menggunakan spesimen elektroda.

2.4 Penyiapan spesimen elektroda

Elektroda yang akan digunakan pada saat pengelasan harus dipanaskan sesuai syarat penyimpanan dan pengeringan elektroda E7016. Adapun syarat penyimpanan dan pengeringan elektroda yang dilakukan berdasarkan lampiran *data sheet for elektrode E7016*. Langkah-langkah pemanasan elektroda yang akan divariasikan sebagai berikut :

1. Siapkan beberapa elektroda yang akan dijadikan spesimen uji.
2. Elektroda E7016 dengan diameter Ø 3.2 mm.
3. Masukkan elektroda kedalam *baking oven electrode* dengan masing-masing suhu yang berbeda sesuai variasi temperatur yang ditentukan seperti gambar 2.2 berikut



Gambar 2.2 Proses pemanasan elektroda ke dalam *baking oven electrode*

4. Untuk spesimen 1 suhu pemanasan 300° C dengan waktu pemanasan 30 menit.
5. Untuk spesimen 2 suhu pemanasan 325° C dengan waktu pemanasan 30 menit.
6. Untuk spesimen 3 suhu pemanasan 350° C dengan waktu pemanasan 30 menit.
7. Setelah semua elektroda melewati proses pemanasan maka elektroda harus dimasukkan kedalam termos pemanas elektroda sebelum pengelasan dimulai.
8. Langkah selanjutnya dilakukan pengelasan spesimen dengan elektroda yang telah dipanaskan.

2.5 Proses pengelasan

1. Siapkan mesin las DC+ serta perlengkapannya.

2. Siapkan material SM 400 B diatas meja kerja dengan kampuh V sudut 60° lebar celah 2 mm
3. Ambil elektroda didalam termos pemanas yang sebelumnya sudah dilakukann variasi pemanasan didalam oven pemanas seperti gambar 2.3 berikut ini:



Gambar 2.3 Pengambilan elektroda didalam termos pemanas

4. Atur hubungan penjepitnya kabel dan “on” kan tombolnya selanjutnya mulai dilakukan pengelasan untuk spesimen uji.
5. Las dengan Posisi pengelasan 1G seperti gambar 2.4 berikut:



Gambar 2.4 Proses pengelasan

6. Spesimen yang sudah dilas, selanjutnya ditandai dengan cara menandai dengan spidol pada permukaan spesimen tersebut

2.6 Proses pengujian radiografi

1. Menyiapkan spesimen
2. Ambil spesimen dan bersihkan dari kotoran
3. Bersihkan bekas-bekas slug yang masih menempel dengan sikat besi
4. Lakukan langkah diatas untuk seluruh spesimen
5. Pemberian identitas dan film pada spesimen
6. Ambil spesimen dan ukur dimensinya
7. Menempelkan blok huruf-huruf lalu di plester di bagian belakang spesimen sebagai identitas yang akan tampak pada hasil radiografi
8. Tempelkan film pada spesimen yang akan di uji radiografi
9. Pemilihan Image Quality Indicator dan menempelkan kawat peny diatas benda kerja

2.7 Analisa data

Setelah data diperoleh selanjutnya adalah menganalisa dengan cara mengolah data yang sudah terkumpul. Data dari hasil pengujian dimasukkan kedalam persamaan-persamaan yang ada sehingga diperoleh data yang bersifat kuantitatif, yaitu data yang berupa analisa penyebab cacat porosity pada material SM 400 B dengan menggunakan pengelasan SMAW berupa perbandingan persentase dan rata-rata antara data-data yang mengalami variasi temperatur pemanasan.

3. Hasil dan pembahasan

3.1 Hasil pengujian radiografi test (uji radiografi)

Dari data lampiran *Radiography Inpection Report* menunjukkan jenis *Image Quality Indicator* adalah *Wire* ASTM Set 1B. IQI yang keluar pada film semua berjumlah 6 dan densitas atau kehitaman pada film semua diantaranya 2-4 % dan nilai sensitivitas

3.1.1 Spesimen dengan suhu pemanasan elektroda 300° C

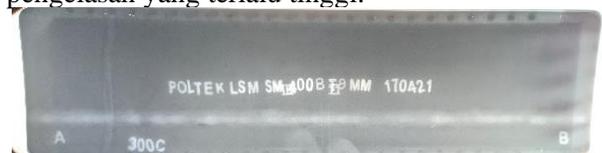
Hasil uji radiografi pada plat SM 400 B pengelasan SMAW dengan temperatur pemanasan elektroda 300° C dengan waktu pemanasan 30 menit. seperti gambar 3.1 dibawah ini:

Gambar 3.1 Hasil lasan temperatur elektroda dengan



suhu 300° C

Dapat dilihat pada gambar 3.2 dibawah ini, dari *film* hasil pengujian radiografi dikatakan bahwa pada material hasil lasan dengan elektroda yang dipanaskan dengan suhu 300° C dengan waktu pemanasan 30 menit memiliki cacat dengan jenis *undercut*, yang mana salah satu dari penyebab terjadinya cacat *undercut* yaitu kecepatan pengelasan yang terlalu tinggi.



Gambar 3.2 Film hasil uji radiografi

Pengelasan yang menggunakan elektroda yang dipanaskan dengan suhu 300°C dengan waktu pemanasan 30 menit ditemukan cacat pengelasan jenis *undercut* namun hanya ditemukan pada titik yang diukur dari marker A sejauh 105 mm dan ditemukan dimensi cacat pengelasan sepanjang 5 mm saja, tidak ada cacat jenis lain di sepanjang pengelasan yang dilakukan. *Undercut* baru dianggap sebagai cacat yang ditolak apabila gabungan panjang *undercut* permukaan dan *undercut* akar pada sambungan sepanjang $12''$ (300 mm) $>2''$ (50 mm) [13] dapat dilihat pada gambar 3.3 berikut ini:

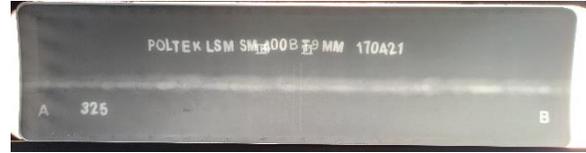
Gambar 3.3 Cacat *undercut* pada temperatur elektroda dengan suhu 300°C

3.1.2 Spesimen dengan suhu pemanasan elektroda 325°C

Hasil uji radiografi pada plat SM 400 B pengelasan SMAW dengan temperatur pemanasan elektroda 325°C dengan waktu pemanasan 30 menit seperti gambar 3.4 dibawah ini

Gambar 3.4 Hasil lasan temperatur elektroda dengan suhu 325°C

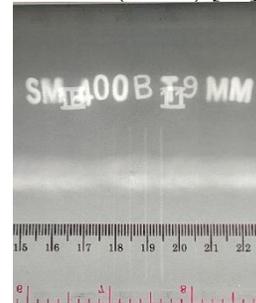
Dapat dilihat pada gambar 3.5 dibawah ini, *film* hasil pengujian radiografi dikatakan bahwa pada material hasil lasan dengan elektroda yang dipanaskan dengan suhu 325°C dengan waktu pemanasan 30 menit memiliki cacat porositas (*clouster porosity*). Selain elektroda yang lembab kecepatan las yang terlalu tinggi dan terjadinya pendinginan las yang cepat juga dapat mempengaruhi terjadinya cacat porositas (*clouster porosity*) pada hasil lasan.



Gambar 3.5 Film hasil uji radiografi

Pengelasan yang menggunakan elektroda dipanaskan dengan suhu 325°C dengan waktu pemanasan 30 menit ditemukan cacat jenis porositas (*clouster porosity*) namun hanya ditemukan pada titik yang diukur dari marker A sejauh 180 mm dan ditemukan dimensi cacat pengelasan sepanjang 7 mm, tidak ada cacat lain di sepanjang pengelasan yang dilakukan dapat dilihat pada gambar 3.6. *Clouster porosity* baru dianggap sebagai cacat yang ditolak apabila :

1. Diameter clouster (kelompok) $> \frac{1}{2}''$ (13 mm)
2. Gabungan panjang beberapa CP dalam sambungan las sepanjang $12''$, $>2''$ (50 mm)
3. Sebuah gelembung didalam suatu kelompok berukuran $> \frac{1}{16}''$ (2 mm) [13]

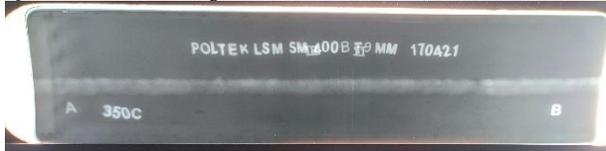
Gambar 3.6 Cacat *clouster porosity* pada temperatur elektroda dengan suhu 325°C

3.1.3 Spesimen dengan suhu pemanasan elektroda 350°C

Hasil uji radiografi pada plat SM 400 B pengelasan SMAW dengan temperatur pemanasan elektroda 350°C dengan waktu pemanasan 30 menit seperti gambar 3.7 dibawah ini

Gambar 3.7 Hasil lasan temperatur elektroda dengan suhu 350°C

Dapat dilihat pada gambar 3.8 dibawah ini, *film* hasil pengujian radiografi dapat dikatakan bahwa pada material hasil lasan dengan elektroda yang dipanaskan dengan suhu 350° C dengan waktu pemanasan 30 menit terdapat kesalahan welder saat penggantian elektroda (*fault of elektrode change*).



Gambar 3.8 Film hasil uji radiografi

Dari pengelasan menggunakan elektroda yang dipanaskan dengan suhu 350° C dengan waktu pemanasan 30 menit ditemukan cacat pada titik yang diukur dari marker B sejauh 125 mm dan ditemukan dimensi cacat pengelasan disebabkan oleh kesalahan welder saat penggantian elektroda sepanjang 3 mm, tidak ada cacat lain di sepanjang pengelasan yang dilakukan dapat dilihat pada gambar 3.9 berikut ini:



Gambar 3.9 Cacat pengelasan akibat kesalahan welder saat penggantian elektroda pada temperatur elektroda dengan suhu 350° C

Dari klasifikasi diatas maka cacat yang terjadi pada pengelasan dirangkum dalam tabel 3.1 dibawah ini :

Tabel 3.1 rangkuman cacat yang terjadi pada pengelasan

Temperatur	Jenis cacat	Dimensi cacat (mm)	Jumlah cacat
300° C	<i>undercut</i>	5 mm	1 titik
325° C	<i>clouster porosity</i>	7 mm	1 titik
250° C	<i>fault of elektrode change</i>	3 mm	1 titik

3.1.4 Hasil uji penetran test

Adapun hasil inspeksi pengujian tidak merusak pada hasil pengelasan SMAW dengan menggunakan metode *penetran test*, yaitu :



Gambar 3.10 Spesimen hasil penetran dengan suhu pemanasan 300° C

Setelah dilakukan penetran test dapat dilihat pada gambar 3.10 diatas bahwa tidak terdapat adanya cacat hasil pengelasan dengan suhu pemanasan elektroda 300° C dengan waktu pemanasan 30 menit yang telah didapatkan dalam penelitian ini.



Gambar 3.11 Spesimen hasil penetran dengan suhu pemanasan 325° C

Setelah dilakukan *penetran test* dapat dilihat pada gambar 3.11 diatas bahwa tidak terdapat adanya cacat hasil pengelasan dengan suhu pemanasan elektroda 325° C dengan waktu pemanasan 30 menit yang telah didapatkan dalam penelitian ini.



Gambar 3.12 Spesimen hasil penetran dengan suhu pemanasan 350° C

Setelah dilakukan *penetran test* dapat dilihat pada gambar 3.12 diatas bahwa tidak terdapat adanya cacat hasil pengelasan dengan suhu pemanasan elektroda 350° C dengan waktu pemanasan 30 menit yang telah didapatkan dalam penelitian ini.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa data mengenai variasi temperatur pemanasan elektroda pada material SM 400 B untuk mengurangi cacat porosity dengan pengelasan SMAW, dapat disimpulkan bahwa :

1. Pada temperatur pemanasan elektroda 300° C ditemukan cacat pengelasan jenis cacat *undercut*, namun hanya ditemukan pada titik yang diukur dari marker A sejauh 105 mm dan dimensi cacat pengelasan sepanjang 5 mm.
2. Pada temperatur pemanasan elektroda 325° C ditemukan cacat pengelasan jenis cacat porositas (*clouster porosity*), ditemukan cacat pada titik yang diukur dari marker A sejauh 180 dan dimensi cacat pengelasan sepanjang 7 mm.
3. Pada temperatur pemanasan elektroda 350° C terdapat kesalahan welder saat penggantian elektroda (*fault of elektrode change*), ditemukan cacat pada titik yang diukur dari marker B sejauh 125 mm dan ditemukan dimensi cacat pengelasan sepanjang 3 mm.
4. Beberapa cacat pada pengelasan yang ditemukan masih masuk dalam katagori standar penerimaan untuk inspeksi (ketidaksempurnaan) didasarkan atas ketentuan didalam API 1104 yang meliputi temuan inpeksi radiografi, *magnetic particle*, *liquid penetran* dan *ultrasonic*.
5. Pada pengujian *penetran test* tidak terdapat adanya cacat hasil pengelasan dengan suhu pemanasan elektroda 300° C, 325° C, dan 350° C dengan waktu pemanasan 30 menit.
6. Dalam mengatasi masalah cacat porosity maka sebelum dilakukannya proses pengelasan elektroda harus dipanaskan didalam oven pemanas elektroda (*baking oven electrode*) terlebih dahulu dengan suhu yang direkomendasikan yaitu temperatur 350° C. Pemanasan elektroda tersebut dilakukan dengan dasar pemanasannya dilihat dari *data sheet for elektode E7016*

5. Saran

Ada beberapa saran penulis sampaikan untuk penelitian lebih lanjut agar tidak mengalami kesalahan-kesalahan. Saran yang disampaikan adalah sebagai berikut

1. Pada proses pengovenan elektroda jangan terpacu pada display parameter suhu saja yang terdapat pada mesin oven pemanas alangkah

baiknya pengecekan suhu juga didampingi dengan alat thermo gun untuk material.

2. Dalam proses pengelasan harus dipastikan welder berkualifikasi dengan baik secara bersertifikasi.
3. Dari hasil penelitian ini perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan pengujian yang berbeda sehingga mendapatkan hasil yang lebih maksimal.

6. Daftar Pustaka

- [1] Achmadi. (2020, January 20). *Sambungan Pengelasan*. Retrieved from pengelasan.net.
- [2] Agung, B. P. (2017). analisa kandungan air di elektroda E7018 pada hasil pengelasan SMAW dengan arus 220 A Terhadap Material ST37 menggunakan metode Radiografi Dan Makro ETSA. *Institut Teknologi Sepuluh Nopember*.
- [3] Arif Rahman Hakim, I. (2020). analisa pengaruh variasi kampuh terhadap hasil pengelasan SMAW pada stainless steel. *jurnal polimesin*.
- [4] Aziz, N. a. (2018). pengukuran ketebalan pada material baja dengan ultrasonic testing menggunakan metode contact testing dengan variasi media koplak oli, air, dan gel. DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI, *Institut Teknologi Sepuluh Nopember*.
- [5] Azwinur, S. H. (2018). kajian sifat mekanik sambungan las butt weld dan double lap joint pada material baja karbon rendah. *sintek : jurnal mesin teknologi*.
- [6] Hilmy, R. (2010). LAPORAN PRATIKUM INPEKSI. Institut Teknologi Sepuluh November.
- [7] Kurniawan, D. R. (2017). analisa hasil pengelasan smaw dengan arus 200A pada material ST 37 menggunakan elektroda E7018 yang direndam air dengan pengujian RADIOGRAFI DAN MAKRO ETSA. *Institut Teknologi Sepuluh Nopember*.
- [8] Mohammad Thoriq Wahyudi, S. M. (2015). Modul Pengembangan Pembelajaran Mata Kuliah Teori NDT. Surabaya: Politeknk Negeri Perkapalan Surabaya.
- [9] Primasatya, A. F. (2009). pengukuran besarnya distorsi tegangan sisa pada baja JIS 31010-SS400 dengan menggunakan pengelasan FCAW. DEPARTEMEN METALURGI

DAN MATERIAL, UNIVESITAS
INDONESIA.

- [10]Ranu Yudistira Pratama, M. B. (2020). pengaruh variasi arus pengelasan SMAW untuk posisi pengelasan 1G.] *Jurusan Teknik Perkapalan FTMK-ITATS*.
- [11]Tito Endramawan, E. H. (2017). Aplikasi Non Destructive Test Penetrant Testing (NDT-PT) . *Jurnal Teknologi Terapan / Volume 3*.
- [12]Warman, S. P. (2017). analisa akibat penyebab cacat pengelasan pada pipa (Study Kasus Pada Pipa Distribusi PDAM Kabupaten Kutai Barat). *Jurnal Mekanikal*. Wibowo, A. (2016). macam-macam cacat las. Retrieved from <https://eprints.uny.ac.id/>
- [13]Wirdharto, S. (2004). *Inspeksi Teknik*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- [14]Wiryosumarto, H. (1996). *Teknologi pengelasan logam*. Jakarta: Pradnya Paramita.