

INSPEKSI NDT HASIL PENGELASAN GMAW TINGKAT 1 MAHASISWA SEMESTER 6 PRODI TEKNIK MESIN KONSENTRASI TEKNIK PRODUKSI POLMED

Melvin Bismark H. Sitorus¹, Marlon Tua P. Sibarani¹, Udur Januari Hutabarat¹
Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Medan
E-mail: bsm4rk@gmail.com

Abstrak -- Penelitian ini dimaksudkan untuk mendapatkan gambaran yang jelas kesiapan mahasiswa untuk mengikuti sertifikasi di LSP P1 Polmed untuk skema kompetensi 'Pengelasan GMAW tingkat 1' dimana 10 mahasiswa semester 6 Program Studi Teknik Mesin, konsentrasi Teknik Produksi dipilih secara acak untuk mengelas dua test piece dari pelat dengan posisi PB untuk fillet weld dan PC untuk butt weld dan di inspeksi dengan metode Non Destructive Test (NDT) Penetrant Test dan Ultrasonic Test untuk mendapatkan prediksi tingkat kelulusan mahasiswa pada proses sertifikasi, hasilnya 75% hasil pengelasan mahasiswa lulus uji NDT.

Kata Kunci: Pengelasan GMAW, LSP, Penetrant, Ultrasonic, asesmen

I. PENDAHULUAN

Memasuki pasar bebas Asia Tenggara (MEA) bangsa Indonesia dituntut untuk sesegera mungkin mempersiapkan diri untuk tidak tergerus dalam persaingan dengan negara-negara asia tenggara lainnya. Salah satu hal yang penting untuk dipersiapkan adalah Sumber Daya Manusia (SDM) yang handal, yang berarti siap secara softskill dan hard skill nya. Khusus untuk hard skill, ukuran kompeten atau tidaknya SDM terkait untuk skema kompetensi tertentu adalah sertifikat kompetensi yang dikeluarkan oleh BNSP melalui Lembaga Sertifikasi Profesi yang tersebar luas di seluruh wilayah Indonesia. LSP P1 Polmed sebagai salah satunya menargetkan tersertifikasinya sebanyak mungkin lulusannya untuk 10 skema kompetensi yang ditawarkan oleh 4 Jurusan. Salah satu skema kompetensi yang ditawarkan adalah Pengelasan GMAW tingkat 1.

Dalam rangka mempersiapkan mahasiswa yang akan disertifikasi agar dapat diukur sejauh mana tingkat kompetensinya sebelum menghadapi proses sertifikasi, perlu adanya pembekalan khusus, sehingga apabila ternyata dari pengukuran tersebut didapati mahasiswa tersebut masih belum kompeten, yang bersangkutan masih punya cukup waktu untuk mengejar gap kompetensinya tersebut. Beberapa metode inspeksi untuk menentukan seorang welder diterima atau tidak antara lain:

1. Destructive Test (DT)
2. Non Destructive Test (NDT)
3. Visual Inspection

Ketiganya dilakukan terhadap hasil pengelasan mahasiswa yang akan disertifikasi, yang mana untuk Pengelasan GMAW tingkat 1, test piece nya berupa pelat yang dilas dengan sambungan tumpul (butt weld) dan sambungan sudut (fillet weld). Pemeriksaan NDT yang dilakukan dapat berupa Magnetic test, Penetrant Test, Radiographic Test dan Ultrasonic Test.

Penelitian ini dimaksudkan untuk menginspeksi dengan metode NDT untuk menentukan seberapa jauh kesiapan mahasiswa prodi Teknik Mesin, konsentrasi Teknik Produksi yang ada di semester 6 untuk mengikuti sertifikasi pada skema kompetensi Pengelasan GMAW Tingkat 1. Kedepannya hasil penelitian ini dapat dipakai sebagai alat untuk memperbaiki RPS pengajaran untuk mata kuliah pengelasan di program studi teknik mesin.

Pada penelitian ini, masalah yang akan diteliti adalah tingkat kesiapan mahasiswa prodi Teknik Mesin Polmed, konsentrasi Teknik Produksi untuk menghadapi sertifikasi pada skema Pengelasan GMAW tingkat 1 di LSP P1 Polmed. Indikator kesiapan adalah persentase hasil pengelasan GMAW untuk posisi pengelasan PB dan PC yang dapat diterima berdasarkan hasil inspeksi NDT dengan metode Penetrant Test dan Ultrasonic Test. Pada penelitian ini, 10 orang mahasiswa semester 6 prodi Teknik Mesin Polmed, konsentrasi Teknik Produksi dipilih secara acak untuk dan diminta untuk mengelas masing-masing 2 test piece untuk fillet weld PB dan 2 test piece untuk butt weld PC. Selanjutnya dilakukan pengujian NDT dengan Penetrant Test dan Ultrasonic Test. Mahasiswa yang dinyatakan kompeten apabila dapat lulus NDT untuk keempat test piece yang dipersiapkan.

Mengingat banyaknya jenis inspeksi pengelasan yang tidak merusak (NDT inspection), pada penelitian ini, metode inspeksi NDT dibatasi hanya pada inspeksi NDT dengan Penetrant Test dan Ultrasonic Test. Pengelasan yang diujikan juga dibatasi pada proses pengelasan GMAW untuk pengelasan pelat posisi horizontal (PB dan PC).

2. TINJAUAN PUSTAKA

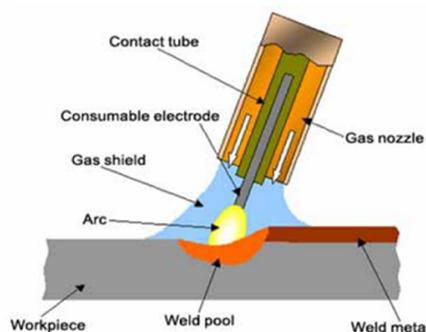
2.1 Pengelasan GMAW

Pengelasan GMAW atau Metal Inert Gas/ Metal Active Gas (MIG/MAG) adalah proses pengelasan

busur listrik (arc welding) dimana bahan tambah diumpungkan oleh satu gulungan kawat elektroda dan dicairkan oleh efek Joule dan busur listrik. Pada mode short arc, pengelasan dihasilkan oleh tetesan beruntun bahan tambah. Gas inert yang umumnya gas berbasis argon (pengelasan MIG) atau gas aktif yang umumnya gas berbasis CO₂ (pengelasan MAG) digunakan sebagai plasma untuk pencetus busur listrik dan sebagai gas pelindung untuk logam pada temperatur tinggi untuk menghindari kontaminasi dengan oksigen dan nitrogen. Generator pengelasan mensuplay energi listrik yang dibutuhkan untuk mencairkan logam dan pencetus busur dan menjaga kesinambungan aliran kawat dan benda kerja yang dilas. Hal tersebut dimungkinkan dengan dua pengontrolan berbeda, arc mode dimana voltase yang dihantarkan oleh generator dikontrol untuk mencapai set poin yang dipilih juru las short-circuit mode dimana arus mengikuti hukum yang di definisikan sebelumnya (Planckaert, 2010).

Kualitas hasil lasan terutama bergantung pada geometri rigi-rigi, karakteristik mekanis-metalurgi lasan serta aspek kimia dan parameter pengelasan seperti arus, tegangan serta jenis elektroda yang digunakan. Khusus untuk pengelasan GMAW, komposisi gas yang digunakan juga sangat berpengaruh dalam hasil pengelasan. Persiapan yang memadai akan menentukan kualitas hasil pengelasan yang harus dipertimbangkan oleh juru las dalam mendapatkan kualitas hasil lasan yang dapat diterima (Ghosh, 2016)

Gas mulia seperti argon dan helium menyebabkan busur lebih stabil dengan sedikit percikan dan menghasilkan las dengan kualitas tinggi. Namun demikian berhubung harganya mahal, biasanya menggunakan gas CO₂ atau nitrogen yang lebih murah tetapi efek percikan meningkat dan perpindahan logam cair menjadi kurang lancar.



Gambar 1. Pengelasan GMAW (CSWIP 3.1, 2013)

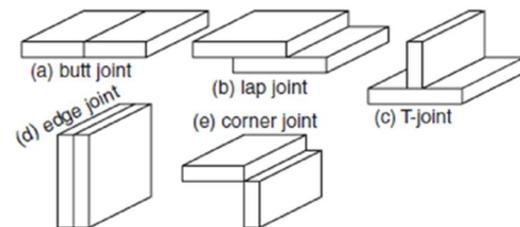
Pengelasan GMAW untuk pelat yang tebal membutuhkan kumpuh las berbentuk groove, baik V groove atau double V groove. Didapati bahwa groove dapat memfasilitasi aliran logam pengisi sepanjang dasar groove karena groove ini dapat memberikan saluran terbatas dan dapat

memperoleh pola aliran yang lebih halus (Jingnana, 2016).

Pada proses pengelasan busur gas (MIG= *Metal Inert Gas*) sering terjadi distorsi sudut yang dapat memberikan gangguan terhadap dimensi. Selain itu, kedalaman penetrasi yang berlebihan akan mengakibatkan kekuatan hasil las menjadi berkurang. Permasalahannya adalah bagaimana mengatur variabel proses pengelasan agar distorsi sudut dan kedalaman penetrasi dapat diminimalkan (Sidi, 2011).

2.2 Jenis sambungan

Ada lima jenis sambungan dasar pada pengelasan. Kelima jenis sambungan tersebut antara lain: butt joint, lap joint, T-joint, edge joint, dan corner joint. Ilustrasi dari jenis sambungan las dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Lima Jenis Sambungan Dasar pada Las (CSWIP 3.1, 2013)

Welding position	Sketch	Definition and symbol according to ISO 6947
Flat		A welding position in which the welding is horizontal, with the centreline of the weld vertical. PA.
Horizontal-vertical		A welding position in which the welding is horizontal (applicable in case of fillet welds). PB
Horizontal		A welding position in which the welding is horizontal, with the centreline of the weld horizontal. PC
Vertical-up		A welding position in which the welding is upwards. PF.
Vertical-down		A welding position in which the welding is downwards. PG
Overhead		A welding position in which the welding is horizontal and overhead, with the centreline of the weld vertical. PE.
Horizontal-overhead		A welding position in which the welding is horizontal and overhead (applicable in case of fillet welds). PD.

Gambar 3. Posisi Pengelasan (CSWIP 3.1, 2013)

Butt joint merupakan sambungan di mana kedua benda kerja berada pada bidang yang sama dan disambung pada ujung kedua benda

kerja yang saling berdekatan. Lap joint merupakan sambungan yang terdiri dari dua benda kerja yang saling bertumpukkan. T-joint merupakan sambungan di mana salah satu benda kerja tegak lurus dengan benda kerja lainnya sehingga membentuk huruf "T". Edge joint merupakan sambungan di mana kedua benda kerja sejajar satu sama lain dengan catatan salah satu ujung dari kedua benda kerja tersebut berada pada tingkat yang sama. Corner joint merupakan sambungan di mana kedua benda kerja membentuk sudut sehingga keduanya dapat disambung pada bagian pojok dari sudut tersebut. Posisi pengelasan menurut standar BS EN ISO 6947 terdiri atas PA, PC, PF, PG, PE untuk pengelasan tumpul (*butt-weld*) dan PB, PD untuk pengelasan fillet. Berbagai posisi pengelasan tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.

2.3 Non Destructive Testing (NDT)

Non Destructive testing adalah pengujian yang dilakukan pada logam yang sifatnya tidak merusak. Untuk memeriksa hasil lasan beberapa inspeksi NDT yang umumnya dilakukan adalah:

- Penetrant testing
- Magnetic Testing
- Ultrasonic Testing
- Radiographic Testing

Umumnya kedua pengujian teratas dikombinasikan dengan dua pengujian terakhir untuk mendapatkan hasil optimal. Liquid penetrant inspection mempunyai banyak keunggulan untuk memeriksa hasil lasan. Pemeriksaan dengan NDT harus diadakan untuk menjamin performansi awal dan kelanjutannya. Penetrant test adalah cara pemeriksaan lasan yang cukup serba guna dari segi tipe dan proses pengelasan untuk memeriksa berbagai aplikasi, tipe dan posisi pengelasan tanpa memerlukan keahlian yang rumit dan harga yang tidak terlalu mahal (Siegel, 2004). Kelemahannya adalah tidak dapat mendeteksi cacat yang terperangkap di dalam hasil pengelasan.

Untuk mendeteksi cacat dibawah permukaan hasil lasan digunakan metode ultrasonic test. Inspeksi ini membutuhkan keahlian khusus dari operornya untuk mendapat hasil yang optimal dan harganya juga cukup mahal.

3. METODE PELAKSANAAN

Pada metode penelitian dilakukan secara eksperimental dimana mahasiswa semester 6 program studi Teknik Mesin konsentrasi Teknik Produksi sebagai objek penelitiannya diminta melakukan pengelasan langsung dan hasilnya diinspeksi dengan metode NDT Penetrant Test dan Ultrasonic Test.

Hasil inspeksi ditabulasi untuk mendapatkan tingkat kelulusan mahasiswa dalam proses

sertifikasi pada skema 'Pengelasan GMAW Tingkat 1' yang ada di LSP P1 Polmed.

3.1 Tahapan-Tahapan Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan dalam 4 tahapan yaitu:

- Persiapan test piece pengelasan
- Pelaksanaan pengelasan
- Inspeksi hasil pengelasan dengan metode penetrant test dilanjutkan dengan ultrasonic test
- Menyimpulkan hasil inspeksi secara statistik sederhana

3.2 Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Politeknik Negeri Medan, tepatnya di bengkel las ATB lantai 1 untuk pelaksanaan pengelasan dan inspeksi hasil pengelasan dilaksanakan di ATB lantai 2. Untuk proses pemotongan pelat dilaksanakan di Workshop Teknik Mesin dimana peralatan potong gas berada.

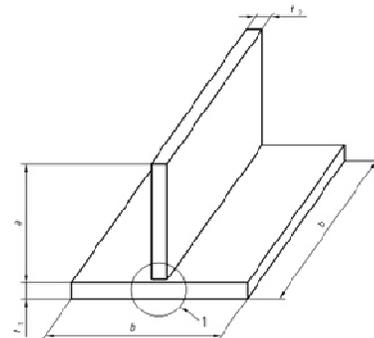
3.3 Parameter Pengukuran dan Pengamatan

Parameter yang diamati adalah ada tidaknya cacat pada test piece hasil pengelasan baik dengan metode penetrant test dan ultrasonic test. Cacat yang muncul dalam pengelasan selanjutnya dibandingkan dengan standar pengelasan yang dapat diterima. Dalam hal ini standar yang diacu adalah standar ISO. Dari hasil pengamatan ini selanjutnya ditentukan apakah hasil pengelasan diterima (accepted) atau ditolak (rejected).

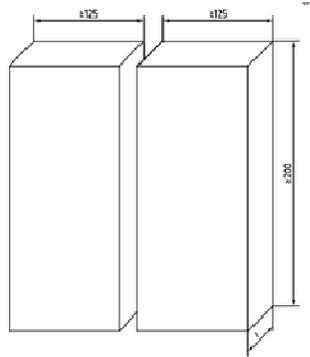
3.4 Model Penelitian

Model penelitian ini adalah eksperimen mahasiswa semester 6 program studi Teknik Mesin, konsentrasi Teknik Produksi dimana mahasiswa diminta melakukan pengelasan langsung dan hasilnya diinspeksi dengan metode NDT Penetrant Test dan Ultrasonic Test.

Adapun test piece yang akan dikerjakan oleh ke 10 mahasiswa tersebut dapat dilihat pada gambar 4 dan Gambar 5.



Gambar 4. Test piece untuk fillet weld (ISO 9606-1, 2012)



Gambar 5. Test piece untuk butt weld (ISO 9606-1, 2012)

3.5 Rancangan Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan dalam 3 tahapan yaitu:

- Persiapan *test piece* pengelasan
- Pelaksanaan pengelasan
- Inspeksi hasil pengelasan dengan metode *penetrant test* dilanjutkan dengan *ultrasonic test*
- Menyimpulkan hasil inspeksi secara statistik sederhana

Test piece untuk *butt joint* dengan ukuran panjang x lebar x tinggi sebesar 300 x 100 x 8, sedangkan untuk *fillet joint* untuk plat dasar 300 x 100 x 8 dan pelat tegak 300 x 100 x 8. Penyiapan *test piece* dilakukan di workshop teknik mesin dengan menggunakan mesin pemotong pelat dengan gas. Untuk *penetrant test*, bahan penetrant dibeli dan pemeriksaan dilakukan di ATB. Sedangkan Ultrasonic Test menggunakan peralatan uji yang sudah ada di ATB.

3.6 Teknik Pengumpulan dan Analisis Data

Penelitian dilaksanakan dengan metode kuantitatif dengan jalan menghitung persentase mahasiswa yang dinyatakan kompeten untuk skema Pengelasan GMAW Tingkat 1.

Kriteria kompeten apabila hasil inspeksi terhadap hasil pengelasan mahasiswa yang bersangkutan menunjukkan jumlah cacat yang timbul dibawah standar yang ditetapkan untuk kedua *test piece*. Apabila hanya pada salah satu *test piece* saja mahasiswa yang tersebut lulus, tetap dinyatakan belum kompeten.

4. HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI

Penelitian yang dilakukan menghasilkan data pengujian NDT dengan metode liquid penetrant test dan ultrasonic test seperti yang ditunjukkan pada tabel 3 dan tabel 4 untuk pengelasan Tumpul (*butt weld*) dan pada tabel 5 dan 6 untuk pengelasan sudut (*fillet weld*).

Tabel 3. Data hasil inspeksi NDT Penetrant Test hasil pengelasan tumpul

No	Asesi	Hasil Inspeksi Penetrant Test		Penyebab Reject
		Accept	Reject	
1	Arlises Sinaga	√		
2	Reza	√		
3	David		√	deep undercut
4	Jhon Friens	√		
5	Ronald		√	keeping kurang sempurna
6	Rizki Sunjaya	√		
7	Yusuf	√		
8	Sholeh	√		

Tabel 4. Data hasil inspeksi NDT Ultrasonic Test hasil pengelasan Tumpul

No	Asesi	Hasil Inspeksi Penetrant Test		Penyebab Reject
		Accept	Reject	
1	Arlises Sinaga	√		
2	Reza	√		
3	David	√		
4	Jhon Friens	√		
5	Ronald		√	lack of sidewall fusion
6	Rizki Sunjaya	√		
7	Yusuf	√		
8	Sholeh	√		

Tabel 5. Data hasil inspeksi NDT Penetrant Test hasil pengelasan sudut

No	Asesi	Hasil Inspeksi Penetrant Test		Penyebab Reject
		Accept	Reject	
1	Arlises Sinaga	√		
2	Reza	√		
3	David	√		
4	Jhon Friens	√		
5	Ronald		√	lack of sidewall fusion
6	Rizki Sunjaya	√		
7	Yusuf	√		
8	Sholeh	√		

Tabel 6. Data hasil inspeksi NDT Ultrasonic Test hasil pengelasan sudut

No	Asesi	Hasil Inspeksi Penetrant Test		Penyebab Reject
		Accept	Reject	
1	Arlises Sinaga	√		
2	Reza	√		
3	David	√		
4	Jhon Friens	√		
5	Ronald	√		lack of sidewall fusion
6	Rizki Sunjaya	√		
7	Yusuf	√		
8	Sholeh	√		

Berdasarkan tabel 3 diperoleh angka kelulusan siswa dalam uji kompetensi pada skema "Pengelasan GMAW Tingkat 1" untuk pengelasan tumpul apabila diuji dengan pengujian NDT Liquid penetrant test adalah sebesar 0,25 %. Penyebab ditolakny hasil pengelasan adalah adanya undercut yang terlalu dalam pada hasil pengelasan David dan tidak sempurnanya keeping pada layer 3 pada hasil pengelasan Ronald.

Berdasarkan tabel 4 diperoleh angka kelulusan siswa dalam uji kompetensi pada skema "Pengelasan GMAW Tingkat 1" untuk pengelasan tumpul apabila diuji dengan pengujian NDT Ultrasonic test adalah sebesar 0,125 %. Adapun penyebab ditolakny hasil pengelasan akibat adanya lack of sidewall fusion yang terlalu dalam pada hasil pengelasan Ronald.

Berdasarkan tabel 5 diperoleh angka kelulusan siswa dalam uji kompetensi pada skema "Pengelasan GMAW Tingkat 1" untuk pengelasan sudut apabila diuji dengan pengujian NDT Liquid penetrant test adalah sebesar 0,125

%. Penyebab ditolakny hasil pengelasan adalah adanya undercut yang terlalu dalam pada hasil pengelasan David dan tidak sempurnanya keeping pada layer 3 pada hasil pengelasan Ronald.

Berdasarkan tabel 6 diperoleh angka kelulusan siswa dalam uji kompetensi pada skema "Pengelasan GMAW Tingkat 1" untuk pengelasan sudut apabila diuji dengan pengujian NDT Ultrasonic test adalah sebesar 0 %.

Sehingga dapat dibuat tabel rekapitulasi penilaian seperti pada tabel 7 dimana persentase total kelulusan mahasiswa yang menjadi objek penelitian sebesar 75%.

Kedepannya masih dapat dilakukan perbaikan bagi mahasiswa yang hasil pengelasannya dinyatakan ditolak (rejected) dengan jalan memberikan pembekalan tambahan kepada mahasiswa yang bersangkutan untuk dapat memperbaiki skill dan pengetahuan mengelasnya.

Tabel 7. Data Rekapitulasi Pengujian NDT Hasil Pengelasan

No	Asesi	Hasil Inspeksi Penetrant Test		Hasil Inspeksi Ultrasonic Test		Penyebab Reject	Kesimpulan (K/BK)
		Accept	Reject	Accept	Reject		
1	Arlises Sinaga	√		√			K
2	Reza	√		√			K
3	David		√	√		Deep Undercut	BK
4	Jhon Friens	√		√			K
5	Ronald		√		√	Keeping tidak sempurna, lack of sidewall fusion	BK
6	Rizki Sunjaya	√		√			K
7	Yusuf	√		√			K
8	Sholeh	√		√			K

5. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari kegiatan penelitian ini adalah:

1. Persentasi mahasiswa semester 6 sebagai objek penelitian yang hasil pengelasannya dapat diterima adalah sebesar 25%
2. Hasil pengelasan yang ditolak (reject) adalah disebabkan karena kurangnya skill dan pengaturan arus sehingga terjadi undercut, keeping yang kurang sempurna dan lack of sidewall fusion.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Jingnana, Peng, Lixin, Yang, 2016, *The Mathematical Model Research on MIG Groove Welding Process*, Procedia Engineering, 157, pp. 357 – 364
- [2] Ghosh, Nabendu, Kumar Palb, Pradip and Nandi, Goutam, 2016, *Parametric Optimization of MIG Welding on 316L Austenitic Stainless Steel by Grey-Based Taguchi Method*, Procedia Technology, 25, pp. 1038 – 1048
- [3] Planckaert, Jean-Pierre, et al, 2010, *Modeling of MIG/MAG welding with experimental validation using an active contour algorithm applied on high speed movies*, Applied Mathematical Modelling, 34, pp. 1004–1020
- [4] Sidi, Pranowo, 2011, *Analisa Pengaruh Proses Pengelasan Mig Terhadap Distorsi Sudut Dan Kedalaman Penetrasi Pada Sambungan Butt-Joint*, MeTriK Polban, Vol.5, No.1, pp. 1411-0741
- [5] Siegel, Robert, 2004, *Inspecting Welds with Liquid Penetrants*, Inspection Trends, AWS Publication, pp.17 – 20
- [6] CSWIP (Certification Scheme Welding Inspector Personal) Level 2, TWI, Cambridge, UK, 2013
- [7] ISO 9606-1, 2012, *Qualification Testing of Welders – Fusion Welding – Part 1: Steel*.