

PENGARUH PENGGUNAAN MESIN LAS *AUGMENTED REALITY* TERHADAP JURU LAS PEMULA pada PROSES SMAW UNTUK POSISI 1G (PLAT) BERDASARKAN HASIL UJI *PENETRANT*

Arief Syarifuddin¹⁾, Erdina Arianti²⁾, Aurista Miftahatul Ilmah¹⁾, Rosi Dwi Yulfani²⁾ dan Taufan Prasetyo¹⁾

¹⁾Teknik Bangunan Kapal, Politeknik Negeri Madura, Jl. Raya Camplong Km. 4, Sampang, Jawa Timur, Indonesia 69281

²⁾Pusat Riset Teknologi Hidrodinamika, Badan Riset dan Inovasi Nasional, Jl. Hidrodinamika, Surabaya, Jawa Timur, Indonesia 69112
Email: ariefsyarifuddin@poltera.ac.id

Abstrak

Industri perkapalan tidak akan lepas dari proses pengelasan karena dalam proses pembangunan kapal baru atau perbaikan kapal lama, proses pengelasan akan dibutuhkan untuk menyambung bagian-bagian yang ada di kapal. Kompetensi juru las merupakan faktor penting karena kapal tidak hanya digunakan untuk mengangkut material tetapi juga manusia, sehingga kualitas hasil pengelasan menjadi faktor yang harus diperhatikan. Seorang juru las yang kompeten dibuktikan dengan sertifikat kompetensi. Biaya sertifikasi kompetensi proses SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) untuk posisi 1G (plat) masih cukup mahal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keefektifan mesin las *Augmented Reality* (AR) dengan membandingkan hasil proses SMAW posisi 1G (plat) untuk juru las pemula (tiga mahasiswa semester II) sebelum dan sesudah menggunakan mesin las AR. Material yang digunakan untuk pengelasan adalah baja karbon A-36 dengan ketebalan 10 mm dan sudut alur 70°. Juru las akan melakukan pengelasan dengan mesin las AR untuk proses SMAW posisi 1G dalam tiga tingkat kesulitan (pemula, menengah, dan lanjutan). Juru las dinyatakan memenuhi syarat ketika mereka telah melewati ketiga tingkat kesulitan pada mesin las AR. Hasil pengelasan juru las sebelum menggunakan mesin las AR menunjukkan hasil uji *penetrant* yang tidak memenuhi standar ASME *Section VIII Mandatory Appendix 8*. Hasil uji *penetrant* pada hasil pengelasan proses SMAW untuk 1G (flat) posisi setelah menggunakan mesin las AR menunjukkan dua mahasiswa telah berhasil memenuhi standar akseptabilitas dan satu mahasiswa masih belum memenuhi tetapi hasil pengelasan lebih baik dari sebelum menggunakan mesin las AR.

Kata Kunci: SMAW, mesin las AR, posisi 1G, uji *penetrant*

Abstract

The shipping industry will not be separated from the welding process because the process of building a new ship or repairing an old ship, the welding process will be needed to connect the parts on the ship. The competence of the welder is an important factor because the ship is not only used to transport materials but also humans, so the quality of the welding results is a factor that must be considered. A competent welder is evidenced by a certificate of competence. The SMAW (Shielded Metal Arc Welding) process competency certification fee for 1G (flat) positions is still quite expensive. This research aims to determine the effectiveness of the Augmented Reality (AR) welding machine by comparing the results of the SMAW process in the 1G (flat) position for beginner welders (three students in the second semester) before and after using the AR welding machine. The material used for welding is A-36 carbon steel with a thickness of 10 mm and a groove angle of 70°. The welder will carry out welding with an AR welding machine for the SMAW position 1G process in three difficulty levels (beginner, intermediate, and advanced). Welders are declared eligible when they have passed all three difficulty levels on the AR welding machine. The welding results of the welder before using the AR welding machine show the results of the penetrant test that do not meet the standards of ASME Section VIII Mandatory Appendix 8. The results of the penetrant test on the SMAW process welding results for the 1G (flat) position after using the AR welding machine showed that two students had successfully met the acceptability standard and one student still did not meet but the welding results were better than before using the AR welding machine.

Keywords: SMAW, the AR welding machine, 1G Positions, penetrant test

1. PENDAHULUAN

Augmented Reality (AR) merupakan teknologi yang menggabungkan benda-benda yang terdapat di dunia virtual/maya yang diterapkan ke dalam dunia nyata dengan

bentuk dua atau tiga dimensi sehingga dapat disentuh, dilihat, dan didengar [1]. Teknologi AR saat ini tidak hanya dibidang permainan atau *game* saja, namun juga ke peralatan kesehatan, hingga peralatan praktikum untuk pengelasan. Penggunaan mesin pengelasan

berteknologi AR seperti yang terlihat pada Gambar 1 merupakan inovasi teknologi yang dirancang untuk membantu pengelasan mahasiswa demi memperoleh pengetahuan pengelasan yang tepat, kapasitas, kemampuan, sensasi dan keterampilan pengelasan tanpa risiko fisik, menghemat uang dan mengurangi dampak lingkungan, dengan mengurangi waktu pelatihan. Ini adalah solusi pendidikan untuk membantu mahasiswa dan pelatih untuk meningkatkan pengalaman belajar mereka dan meningkatkan hasil dan kualifikasi [2].



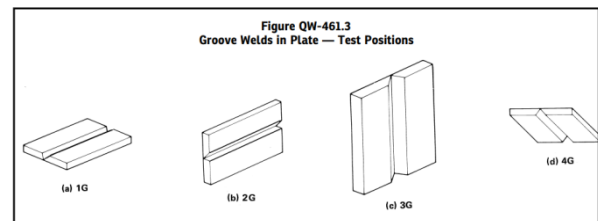
Gambar 1. Mesin las berteknologi AR

Mesin pengelasan berteknologi AR perlu untuk dicari efektifitasnya, khususnya jika mahasiswa berasal dari jurusan yang berpotensi bekerja di industri perkapalan. Hal ini dikarenakan beberapa industri perkapalan proses pengelasan masih membutuhkan tenaga manusia dengan menggunakan mesin las konvensional.

Menurut Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi tahun 1982, kualifikasi juru las diklasifikasikan menjadi 3 kelas yaitu juru las kelas I, kelas II, dan kelas III. Perbedaan kualifikasi juru las terletak pada lingkup pekerjaan. Juru las kelas I dapat melakukan pekerjaan pengelasan yang dilakukan oleh juru las kelas II dan kelas III. Juru las kelas II boleh melakukan pekerjaan juru las kelas III tetapi dilarang oleh juru las kelas I, sedangkan juru las kelas III tidak boleh melakukan pekerjaan juru las kelas I dan kelas II. Juru las

kelas I dinyatakan kompeten bila mampu mengelas posisi 1G, 2G, 3G, 4G, 5G, dan 6G, juru las kelas II harus mampu mengelas posisi 1G, 2G, 3G, dan 4G, dan juru las kelas III harus mampu las untuk posisi 1G dan 2G [3]. Gambar 2 menunjukkan berbagai posisi dalam proses pengelasan.

Biaya sertifikasi juru las kelas I, kelas II, dan kelas III masih sangat mahal, yaitu sekitar Rp. 16.000.000,- sampai dengan Rp. 20.500.000,- untuk proses *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW). Biaya tentu menjadi kendala terutama bagi mahasiswa yang baru lulus dan ingin mendapatkan sertifikat kompetensi juru las. Salah satu solusi untuk menekan biaya pelatihan juru las adalah dengan memaksimalkan teknologi terkini dalam dunia pengelasan yaitu dengan menggunakan mesin las berteknologi AR.



Gambar 2. Posisi pengelasan menurut ASME Section IX [4]

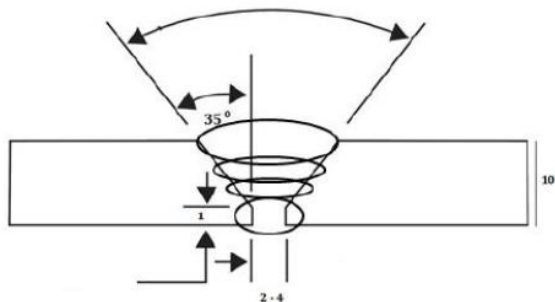
Keefektifan mesin las AR masih belum diketahui, apalagi jika mesin tersebut digunakan untuk alat bantu dalam sertifikasi juru las karena juru las masih harus menggunakan mesin las konvensional. Okimoto, dkk. dalam penelitiannya menyatakan bahwa simulator mesin las dilengkapi dengan peralatan pengelasan berupa pelindung kepala khusus pengelasan dan juga torch yang sangat menyerupai dengan bentuk aslinya. Hasil penelitian ini dapat membantu guru dengan parameter yang relevan untuk pelatihan pengelasan, seperti studi kasus pengelasan. Pada jurnal yang ditulis Okimoto, dkk. juga menyarankan penelitian lebih lanjut untuk membandingkan indeks kinerja pembelajaran di lingkungan pengelasan simulasi bila dikaitkan dengan persepsi pelatihan sebelum menggunakan

teknologi AR [5]. Perbandingan hasil pengelasan oleh juru las pemula pada mesin las konvensional antara sebelum dan sesudah menggunakan mesin las AR sangat penting karena para juru las akan tetap melakukan pengelasan dengan mesin las konvensional saat melakukan pengelasan untuk proses fabrikasi kapal. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui keefektifan mesin las AR terhadap hasil pengelasan juru las pemula dengan membandingkan hasil pengelasan posisi 1G dengan proses SMAW saat juru las melakukan pengelasan pada mesin las konvensional sebelum dan sesudah menggunakan mesin las AR. Perbandingan kualitas pengelasan didasarkan pada hasil uji *penetrant*.

2. METODE

Tahap pelaksanaan penelitian ini diawali dengan pencarian data dan studi pustaka. Data penelitian ini berasal dari artikel jurnal yang diterbitkan pada tahun 2021 oleh Rahmatika, A., dkk. [6].

Desain sambungan las pada Gambar 3 menunjukkan bahwa sambungan *butt* tipe *V-groove* tunggal memiliki sudut sambungan sebesar 70° . Spesimen di *fit-up* dengan celah akar 3,2 mm. Proses pengelasan yang digunakan adalah SMAW dengan posisi pengelasan 1G (plat). Elektroda E7016 dengan diameter 2,6 mm dengan polaritas DCEN digunakan untuk *root pass*, sedangkan *filler* menggunakan elektroda E7018 dengan diameter 3,2 mm dengan polaritas DCEP.



Gambar 3. Desain sambungan pengelasan [6]

Setelah mendapatkan data, langkah selanjutnya adalah melakukan pengelasan di bengkel las konvensional. Uji *penetrant* dilakukan setelah pengelasan untuk proses SMAW posisi 1G. Kegiatan proses pengelasan dan pengujian dilakukan oleh mahasiswa semester I Politeknik Negeri Madura dengan Program Studi Teknik Bangunan Kapal, sebanyak tiga orang mahasiswa mewakili juru las pemula yaitu Eko Maulana, Ahmad Mudzakir Farisi, dan Moh. Irbat Fanani. Hasil yang diperoleh dari uji *penetrant* dicatat dalam formulir uji *penetrant* yang disediakan. Metode uji *penetrant* merupakan cara yang efektif untuk mendeteksi diskontinuitas yang terbuka pada permukaan logam tidak berpori dan bahan lainnya. Diskontinuitas khas yang dapat dideteksi dengan metode ini adalah retakan, jahitan, lap, penutup dingin, laminasi, dan porositas [7]. Menurut ASME Bagian V Pasal 6, kriteria penerimaan adalah:

1. Indikasi *linier* yang relevan ($>1,5$ mm);
2. Indikasi *rounded* yang relevan (>5 mm);
3. Empat atau lebih indikasi *rounded* yang relevan dalam satu garis lurus dengan jarak $\leq 1,5$ mm, dari indikasi satu ke indikasi lainnya.

Tahapan uji *penetrant* adalah pemeriksaan intensitas cahaya minimal 1.000 *lux*; periksa sensitivitas *penetrant* menggunakan blok standar; bersihkan permukaan menggunakan sikat kawat untuk menghilangkan kotoran yang menutupi cacat; bersihkan permukaan menggunakan pelarut untuk menghilangkan kotoran berupa debu, minyak, dan lain-lain; semprotkan *penetrant* ke permukaan hingga merata; biarkan *penetrant* (*dwell time*) selama 10 menit; hilangkan kelebihan *penetrant* menggunakan pelarut pada kain dalam satu arah; keringkan permukaan setelah menggunakan pelarut; semprotkan pengembang ke permukaan secara merata; Tunggu hingga *developer* bereaksi (*dwell time*) selama sekitar 15 menit; evaluasi indikasi diskontinuitas; mencatat indikasi diskontinuitas (indikasi panjang, diameter,

dan lokasi diskontinuitas dari titik acuan); pasca pembersihan menggunakan pelarut sampai bersih [8]. Setelah itu, ketiga mahasiswa tersebut melakukan pengelasan di mesin las AR selama satu minggu. Pengelasan pada mesin las AR dibagi menjadi tiga tingkat kesulitan, yaitu:

1. *Beginner*, dengan nilai kelulusan yang ditentukan tidak kurang dari 90;
2. *Intermediate*, dengan nilai kelulusan yang ditentukan tidak kurang dari 85; dan
3. *Advanced*, dengan nilai kelulusan yang ditentukan tidak kurang dari 80.

Siswa kembali ke pengelasan pada mesin las konvensional ketika mereka lulus tes pengelasan pada mesin las AR dengan melewati ketiga tingkat kesulitan. Pengelasan pada mesin las konvensional dilakukan untuk dua buah benda uji pada posisi pengelasan 1G dengan proses SMAW. Jika sudah selesai maka langkah selanjutnya adalah melakukan uji penetrant pada benda uji las yang telah dibuat. Hasil uji *penetrant* antara benda uji las sebelum menggunakan mesin las AR dan setelah menggunakan mesin las AR akan dibandingkan. Perbandingan kode ASME *Section V* dilakukan pada saat analisis selesai dan diambil kesimpulan untuk mengetahui efektifitas penggunaan mesin las AR dalam meningkatkan kualitas hasil pengelasan SMAW pada posisi 1G.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

SMAW atau proses pengelasan busur konvensional sangat dominan pada sambungan struktural, bejana tekan, dan dalam pekerjaan pemeliharaan dan perbaikan [9]. Input untuk proses SMAW adalah energi listrik dan aliran material berupa elektroda, benda kerja, dan *filler*, sedangkan *output* yang dihasilkan adalah benda kerja yang dilas, elektroda limbah, serta emisi asap dan gas. Gambar 4 menunjukkan kegiatan pengelasan posisi 1G pada proses SMAW yang dilakukan oleh ketiga mahasiswa sebelum menggunakan mesin las AR.









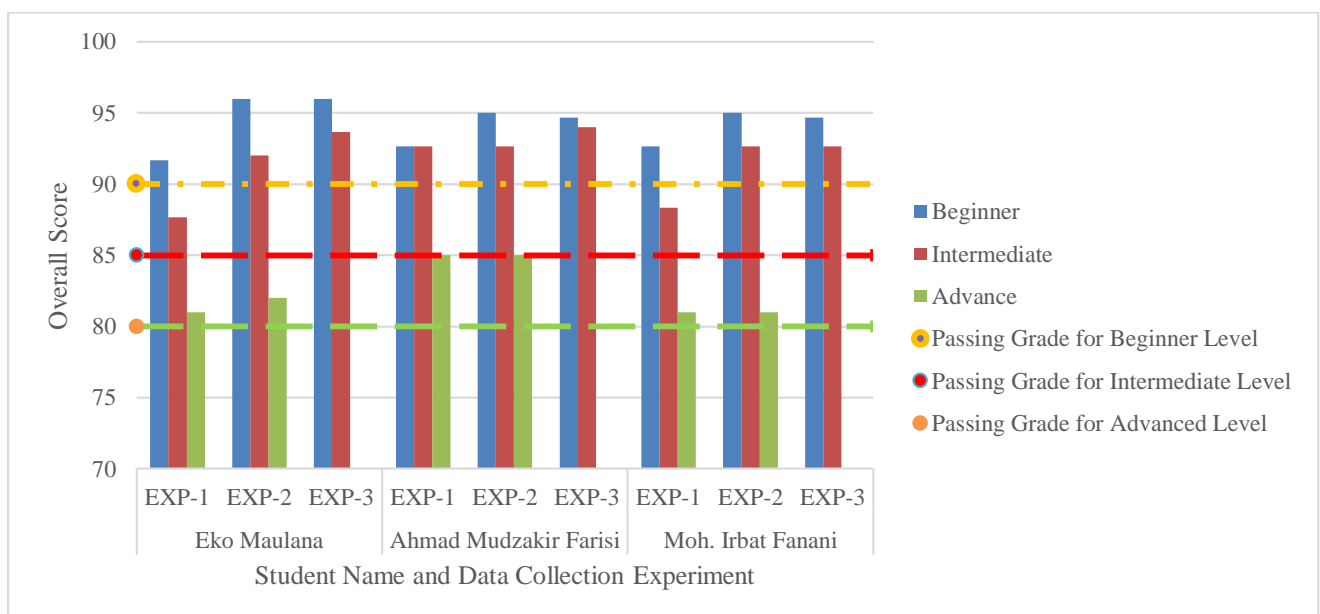
Gambar 4. Pengelasan posisi 1G dengan proses SMAW oleh ketiga mahasiswa sebelum menggunakan mesin las AR

Hasil pengelasan yang tampak pada Gambar 1, selanjutnya dilaksanakan uji *penetrant* yang diawasi langsung seorang *welding inspector* standar BNSP (*Registration No. C24.024,000181.2021*) dan *welding engineer* JWES (*ID No. 1190452*) atas nama Arief Syarifuddin. Pada Tabel 1 dapat dilihat hasil uji *penetrant* sebelum menggunakan mesin las AR. Pada tabel tersebut dapat diketahui bahwa mahasiswa yang mampu menghasilkan hasil lasan yang memenuhi kriteria ASME *Section V*, hanya mahasiswa atas nama Ahmad Mudzakir Farisi.

Tahapan penelitian yang dilakukan setelah melakukan persiapan pengelasan, pengelasan, dan uji *penetrant* adalah melaksanakan pengelasan posisi 1G dengan proses SMAW pada mesin las berteknologi AR. Seluruh proses pengelasan dan posisi pengelasan dipastikan dapat diakomodasi oleh mesin las AR. Keuntungan dari mesin las AR adalah juru las tidak akan terkena efek

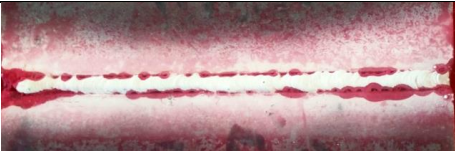





Tabel 1. Hasil uji *penetrant* posisi pengelasan 1G sebelum menggunakan mesin las AR

Nama Mahasiswa	Foto Hasil Uji Penetrant	Jenis Cacat Pengelasan	Hasil
Moh. Irbat Fanani		Terdapat cacat <i>rounded</i> dengan ukuran 13 mm dan 9 mm; cacat linear dengan panjang 210 mm pada sisi atas dan bawah	<i>Reject</i>
Moh. Irbat Fanani		Terdapat cacat linear dengan panjang total 300 mm	<i>Reject</i>
Ahmad Mudzakir Farisi		Terdapat 10 cacat <i>rounded</i> dengan ukuran terbesar adalah 4 mm dan jarak antar cacat lebih dari 1,5 mm.	<i>Accept</i>
Ahmad Mudzakir Farisi		Terdapat cacat <i>rounded</i> pada 9 lokasi dengan ukuran terbesar 13,6 mm; cacat linier dengan panjang 36 mm	<i>Reject</i>
Eko Maulana		Terdapat cacat <i>rounded</i> pada 7 lokasi dengan ukuran terbesar 7 mm; cacat linier dengan panjang 14,4 mm	<i>Reject</i>
Eko Maulana		Terdapat cacat <i>rounded</i> pada 7 lokasi dengan ukuran terbesar 18 mm; cacat linier dengan panjang 14 mm	<i>Reject</i>



Gambar 5. Hasil pengelasan posisi 1G pada mesin las AR

Tabel 2. Hasil uji penetrant posisi pengelasan 1G setelah menggunakan mesin las AR

Nama Mahasiswa	Foto Hasil Uji Penetrant	Jenis Cacat Pengelasan	Hasil
Moh. Irbat Fanani		Terdapat cacat <i>rounded</i> pada 11 lokasi dengan ukuran terbesar 20 mm; cacat linier dengan panjang 78 mm	Reject
Moh. Irbat Fanani		Terdapat cacat <i>rounded</i> pada 13 lokasi dengan ukuran terbesar 20 mm; cacat linier dengan panjang 32 mm	Reject
Ahmad Mudzakir Farisi		Terdapat cacat <i>rounded</i> pada 8 lokasi dengan ukuran terbesar 5,55 mm; cacat linier dengan panjang 24,4 mm	Reject
Ahmad Mudzakir Farisi		Terdapat cacat <i>rounded</i> pada 9 lokasi dengan ukuran terbesar 2 mm; cacat linier dengan panjang 1,5 mm	Accept
Eko Maulana		Terdapat cacat <i>rounded</i> pada 9 lokasi dengan ukuran terbesar 5 mm; cacat linier dengan panjang 4,5 mm.	Reject
Eko Maulana		Terdapat cacat <i>rounded</i> pada 4 lokasi dengan ukuran terbesar 3,5 mm; cacat linier dengan panjang 1 mm	Accept

panas, asap, dan gas. AR adalah bentuk pengalaman yang muncul, dunia nyata ditingkatkan oleh konten yang dihasilkan komputer yang terkait dengan lokasi dan/atau aktivitas tertentu. AR memungkinkan konten digital dilapis dan dicampur dengan mulus ke dalam persepsi kita tentang dunia nyata. Selain objek 2D dan 3D yang diharapkan banyak orang, aset digital seperti file audio dan video, informasi tekstual, dan bahkan informasi penciuman atau sentuhan dapat dimasukkan ke dalam persepsi pengguna tentang dunia nyata [10]. Hasil yang diperoleh dari pengelasan di mesin las AR dalam tiga tingkat kesulitan selama 7 hari pelaksanaan untuk proses SMAW pada posisi 1G dapat dilihat pada Gambar 5.

Gambar 5 menunjukkan bahwa setiap mahasiswa mampu menunjukkan hasil yang

sangat baik untuk pengelasan posisi 1G pada proses SMAW di mesin las AR. Pada 3 (tiga) level berbeda ketiga mahasiswa mampu melewati nilai ambang batas kelulusan yang telah ditetapkan. Level *beginner* nilai rata-rata tertinggi diperoleh mahasiswa atas nama Eko Maulana, level *intermediate* dan *advanced* nilai rata-rata tertinggi diperoleh mahasiswa atas nama Ahmad Mudzakir Farisi. Komponen untuk penilaian nilai rata-rata (*overall score*) adalah nilai rata-rata dari *technique parameters* yang terdiri atas: *work angle*, *travel angle*, *travel speed*, *aim*, *arc length* dan *equipment settings* yang terdiri dari: *amperage*, *inclusion*, *spatter*, dan *porosity*. Setelah mahasiswa melaksanakan pengelasan di mesin las AR selama 7 (tujuh) hari, selanjutnya mahasiswa melaksanakan pengelasan kembali di mesin las

konvensional, seperti yang terlihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Pengelasan posisi 1G dengan proses SMAW oleh ketiga mahasiswa setelah menggunakan mesin las AR

Tabel 2 menunjukkan bahwa hasil pengelasan 1G setelah menggunakan mesin las AR jauh lebih baik jika dibandingkan dengan sebelum menggunakan AR. Pengelasan sebelum menggunakan mesin las AR hanya mahasiswa atas nama Ahmad Mudzakir Farisi yang dapat diterima oleh ASME Section V, sedangkan setelah menggunakan mesin las AR ada dua mahasiswa yang hasil pengelasannya dapat diterima ASME Section V yaitu Ahmad Mudzakir Farisi dan Eko Maulana. Secara keseluruhan hasil pengelasan antara sebelum dan sesudah menggunakan mesin las AR menunjukkan hasil pengelasan ke arah yang lebih baik secara hasil.

4. KESIMPULAN

Hasil pengelasan sebelum menggunakan mesin las dengan teknologi *Augmented Reality* (AR) menunjukkan hasil uji *penetrant* yang kurang baik. Dari total delapan spesimen las, hanya satu spesimen yang memenuhi kriteria ASME Section V. Cacat *rounded* ditemukan di sepuluh lokasi, dengan ukuran terbesar 4 mm, dan jarak antar cacat *rounded* lebih dari 1,5 mm. Setelah dilakukan pengelasan dan uji *penetrant*, ketiga mahasiswa tersebut melakukan pengelasan pada mesin las AR. *Welding Procedure Specification* (WPS) antara pengelasan di

mesin las konvensional dan pada mesin las AR dibuat semirip mungkin. Kegiatan pengelasan pada mesin las AR dilakukan selama 7 hari. Ketiga mahasiswa tersebut mampu memenuhi nilai kelulusan yang ditetapkan untuk ketiga tingkat kesulitan di mesin las AR. Hasil pengelasan setelah menggunakan mesin las AR menunjukkan dua benda uji las yang memenuhi kriteria ASME Section V. Hasil las yang dihasilkan Faris menunjukkan hasil uji *penetrant* dengan cacat *rounded* di sembilan lokasi, dengan ukuran terbesar 2 mm dan jarak antar cacat lebih dari 1,5 mm. Pengelasan yang dihasilkan Eko menunjukkan hasil uji *penetrant* dengan cacat *rounded* di empat lokasi, dengan ukuran terbesar 3,5 mm, dan cacat *linier* dengan panjang 1 mm. Kesimpulannya, mesin las dengan teknologi AR dapat berdampak pada kualitas hasil pengelasan ditinjau dari hasil uji *penetrant*.

UCAPAN TERIMAKASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Akademik Pendidikan Tinggi Vokasi (DAPTV) dan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi atas dana yang diterima. Dana yang diterima berasal dari Skema Penelitian Dosen Pemula. Peneliti juga mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Negeri Madura yang telah mengizinkan menggunakan mesin las dengan teknologi *Augmented Reality*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. Aprilinda, R. Yuli Endra, F. Nur Afandi, F. Ariani, A. Cucus dan D. Setya Lusi, "Implementasi Augmented Reality untuk Media Pembelajaran Biologi di Sekolah Menengah Pertama," *Explore: Jurnal Sistem Informasi dan Telematika (Telekomunikasi, Multimedia dan Informatika)*, vol. 11, no. 2, pp. 124-133, 2020.
- [2] S. Soluciones, *Soldamatic User Guide*,

- Huelva: Seabery Soluciones S. L., 2017.
- [3] K. T. K. d. Transmigrasi, *Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No. Per. 02/MEN/1982, tentang Kualifikasi Juru Las di Tempat Kerja*, Jakarta: Kementerian Tenaga Kerja dan Transmigrasi, 1982.
- [4] ASME, *ASME Boiler & Pressure Vessel Code Sec. IX Qualification Standard for Welding, Brazing, and Fusing Procedures*, New York: The American Society of Mechanical Engineers, 2019.
- [5] M. L. L. R. Okimoto, P. C. Okimoto dan C. E. Goldbach, "User Experience in Augmented Reality Applied to the Welding Education," in *6th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics (AHFE 2015)*, vol. 6, no. 3, pp. 6223-6227, 2015.
- [6] A. Rahmatika, E. Sutarto dan A. C. Arifin, "Pengujian Merusak Pada Kualifikasi Prosedur Las Plat Baja Karbon SA-36 dengan Proses Pengelasan SMAW Berdasarkan Standar ASME Section IX," *Jurnal Vokasi Teknologi Industri*, vol. 3, no. 1, pp. 24-30, 2021.
- [7] ASME, *ASME Boiler and Pressure Vessel Committee on Nondestructive Examination*, New York: The American Society of Mechanical Engineers, 2019.
- [8] T. Endramawan dan A. Sifa, "Non Destructive Test Dye Penetrant and Ultrasonic on Welding SMAW Butt Joint with Acceptance Criteria ASME Standard," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Atlanta, 2017.
- [9] A. Wisnujati dan J. Andryansyah, "Analysis of Mechanical Properties SMAW Welding Joints of Portable Electric Hydraulic Jack Frame," *INTEK Jurnal Penelitian*, vol. 7, no. 2, pp. 155-159, 2020.
- [10] S. C.-Y. Yuen, G. Yaoyuneyong dan E. Johnson, "Augmented Reality: An Overview and Five Directions for AR in Education," *Journal of Educational Technology Development and Exchange*, vol. 4, no. 1, pp. 119-140, 2011.