

STUDI LITERATUR PERBANDINGAN PENGELASAN MANUAL DAN ROBOTIK PADA PROSES MANUFAKTUR (LITERATURE REVIEW ON THE COMPARISON OF MANUAL AND ROBOTIC WELDING IN MANUFACTURING PROCESSES)

Raihan Firdaus¹, Surya Lesmana², Irham Imanulloh³, Elo Saputra Sidabariba⁴

raihanfirdaus040906@gmail.com¹, suryalesmana1702@gmail.com²,
irhamimanulloh26@gmail.com³, ellosaputra060@gmail.com⁴

Universitas Pelita Bangsa

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengkaji serta membandingkan penerapan pengelasan manual dan pengelasan robotik pada proses manufaktur melalui pendekatan studi literatur. Kajian ini dilatarbelakangi oleh perkembangan teknologi manufaktur yang semakin mengarah pada sistem otomatisasi untuk meningkatkan kualitas produksi, efisiensi kerja, serta konsistensi hasil pengelasan. Metode penelitian yang digunakan berupa studi literatur dengan mengumpulkan dan menelaah berbagai sumber ilmiah yang berasal dari jurnal nasional maupun internasional, artikel ilmiah, serta referensi pendukung lain yang berkaitan dengan teknologi pengelasan manual dan robotik dalam industri manufaktur. Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan pendekatan deskriptif komparatif dengan meninjau aspek kualitas hasil las, efisiensi waktu produksi, tingkat cacat pengelasan, kebutuhan tenaga kerja, serta biaya implementasi pada masing-masing metode. Hasil kajian menunjukkan bahwa pengelasan manual masih memiliki keunggulan dari sisi fleksibilitas pengerjaan, kemudahan pengoperasian, serta biaya investasi awal yang relatif rendah sehingga masih banyak digunakan pada industri berskala kecil dan menengah. Di sisi lain, pengelasan robotik menunjukkan performa yang lebih unggul dalam menghasilkan kualitas sambungan las yang lebih konsisten, meningkatkan produktivitas, serta mampu meminimalkan kesalahan yang dipengaruhi faktor manusia. Secara umum, penerapan pengelasan manual maupun robotik memiliki karakteristik dan keunggulan yang berbeda, sehingga pemilihannya perlu disesuaikan dengan kebutuhan proses produksi, kapasitas manufaktur, serta kesiapan teknologi pada masing-masing industri.

Kata Kunci: Pengelasan Manual, Pengelasan Robotik, Proses Manufaktur, Kualitas Hasil Las, Otomatisasi Industri.

ABSTRACT

This study was conducted with the objective of reviewing and comparing the application of manual welding and robotic welding in manufacturing processes through a literature review approach. The study was motivated by the rapid development of manufacturing technology, which increasingly emphasizes automation systems to improve product quality, work efficiency, and welding consistency. The research method applied in this study was a literature review by collecting and examining various scientific sources, including national and international journals, academic articles, and supporting references related to manual and robotic welding technologies in manufacturing industries. The collected data were then analyzed using a descriptive comparative approach by evaluating several aspects, including weld quality, production time efficiency, welding defect rates, labor requirements, and implementation costs for each welding method. The findings indicate that manual welding still offers advantages in terms of operational flexibility, ease of application, and relatively lower initial investment costs, making it widely used in small and medium-scale industries. Meanwhile, robotic welding demonstrates better performance in producing more consistent weld quality, increasing production productivity, and reducing errors caused by human factors. Overall, both manual and robotic welding have different characteristics and advantages; therefore, the selection of the welding method should be adjusted to production requirements, manufacturing capacity, and the level of technological

readiness in each industrial environment.

Keywords: *Manual Welding, Robotic Welding, Manufacturing Process, Weld Quality, Industrial Automation.*

PENDAHULUAN

Perkembangan industri manufaktur dalam beberapa dekade terakhir mengalami perubahan yang sangat pesat seiring meningkatnya kebutuhan produksi, tuntutan kualitas produk, serta persaingan industri yang semakin ketat. Perusahaan manufaktur dituntut untuk mampu menghasilkan produk dengan kualitas yang konsisten, waktu produksi yang efisien, serta biaya operasional yang kompetitif agar dapat bertahan dalam persaingan industri global. Dalam kondisi tersebut, pemanfaatan teknologi produksi menjadi salah satu faktor penting yang menentukan keberhasilan proses manufaktur, khususnya pada tahapan produksi yang berhubungan langsung dengan kualitas produk akhir.

Salah satu proses yang memiliki peranan penting dalam industri manufaktur adalah proses pengelasan. Pengelasan merupakan metode penyambungan material, terutama logam, melalui proses pemanasan pada titik tertentu hingga menghasilkan ikatan permanen antar material. Dalam praktik industri manufaktur, proses pengelasan banyak digunakan pada pembuatan komponen otomotif, konstruksi baja, alat berat, perkapalan, hingga berbagai komponen mesin produksi. Kualitas hasil pengelasan menjadi faktor penting karena sangat memengaruhi kekuatan sambungan, ketahanan material, keselamatan penggunaan produk, serta tingkat keandalan produk dalam jangka panjang.

Secara umum, proses pengelasan di industri manufaktur masih banyak dilakukan menggunakan metode pengelasan manual. Pengelasan manual merupakan metode pengelasan yang seluruh proses pengerjaannya dilakukan secara langsung oleh operator atau welder. Metode ini memiliki kelebihan berupa fleksibilitas kerja yang tinggi, mudah diterapkan pada berbagai posisi dan bentuk material, serta tidak memerlukan investasi peralatan yang terlalu besar. Oleh karena itu, pengelasan manual masih menjadi metode yang banyak digunakan terutama pada industri kecil dan menengah maupun pekerjaan fabrikasi dengan kebutuhan produksi yang tidak terlalu besar.

Seiring berkembangnya teknologi industri dan penerapan otomatisasi dalam sistem produksi, penggunaan pengelasan robotik mulai mengalami peningkatan. Pengelasan robotik merupakan sistem pengelasan yang memanfaatkan lengan robot dan pengendalian otomatis untuk melakukan proses penyambungan material secara terprogram. Teknologi ini dinilai mampu meningkatkan konsistensi kualitas sambungan las, mempercepat waktu produksi, mengurangi ketergantungan terhadap keterampilan operator, serta meminimalkan potensi kesalahan akibat faktor manusia. Penerapan pengelasan robotik juga menjadi bagian penting dalam perkembangan industri manufaktur modern yang mengarah pada sistem produksi berbasis otomatisasi dan digitalisasi.

Meskipun demikian, penerapan pengelasan manual maupun pengelasan robotik memiliki karakteristik, kelebihan, dan keterbatasan yang berbeda. Pengelasan manual cenderung lebih fleksibel dan ekonomis dari sisi investasi awal, namun kualitas hasil las sangat dipengaruhi keterampilan operator dan kondisi kerja di lapangan. Sebaliknya, pengelasan robotik mampu menghasilkan kualitas sambungan yang lebih stabil dan efisiensi produksi yang lebih tinggi, tetapi membutuhkan biaya investasi, sistem pengendalian, serta sumber daya teknis yang lebih besar. Perbedaan tersebut menjadi pertimbangan penting bagi industri dalam menentukan metode pengelasan yang paling sesuai dengan kebutuhan produksi dan kemampuan teknologi perusahaan.

Berdasarkan kondisi tersebut, kajian mengenai perbandingan pengelasan manual dan pengelasan robotik menjadi penting untuk dilakukan. Penelitian ini dilakukan melalui pendekatan studi literatur dengan tujuan untuk menganalisis karakteristik pengelasan manual dan pengelasan robotik pada proses manufaktur, membandingkan kualitas hasil pengelasan berdasarkan berbagai penelitian terdahulu, serta mengidentifikasi kelebihan dan keterbatasan masing-masing metode dalam penerapannya di lingkungan industri manufaktur. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan mampu memberikan gambaran ilmiah mengenai perkembangan teknologi pengelasan serta menjadi salah satu referensi dalam menentukan metode pengelasan yang sesuai untuk mendukung peningkatan kualitas dan produktivitas industri manufaktur.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode studi literatur dengan pendekatan deskriptif kualitatif. Metode ini dipilih karena mampu memberikan gambaran secara sistematis mengenai perkembangan teknologi pengelasan manual dan pengelasan robotik pada proses manufaktur berdasarkan hasil penelitian terdahulu yang relevan. Melalui pendekatan studi literatur, penelitian dilakukan dengan mengidentifikasi, mengumpulkan, menelaah, serta membandingkan berbagai sumber ilmiah yang berkaitan dengan penerapan pengelasan manual dan pengelasan robotik dalam industri manufaktur.

Sumber data pada penelitian ini diperoleh melalui jurnal nasional dan internasional, artikel ilmiah, buku referensi, prosiding penelitian, serta publikasi akademik lain yang berkaitan dengan proses pengelasan dan perkembangan teknologi manufaktur. Literatur yang digunakan difokuskan pada penelitian yang membahas pengelasan manual, pengelasan robotik, kualitas hasil las, efisiensi proses produksi, dan penerapan otomatisasi pada sistem manufaktur. Pemilihan referensi dilakukan dengan mempertimbangkan keterkaitan topik penelitian, kesesuaian pembahasan, serta relevansi terhadap perkembangan teknologi manufaktur saat ini.

Proses pengumpulan data dilakukan melalui penelusuran berbagai sumber literatur menggunakan kata kunci yang berhubungan dengan topik penelitian, antara lain manual welding, robotic welding, welding automation, weld quality, dan manufacturing process. Literatur yang diperoleh kemudian diseleksi berdasarkan kesesuaian isi dengan fokus penelitian, sehingga hanya sumber yang memiliki keterkaitan langsung dengan perbandingan pengelasan manual dan robotik yang digunakan sebagai bahan kajian utama.

Data yang telah dikumpulkan kemudian dianalisis menggunakan metode deskriptif komparatif. Tahap analisis dilakukan dengan membandingkan hasil penelitian terdahulu berdasarkan beberapa aspek utama, yaitu kualitas hasil pengelasan, tingkat efisiensi produksi, potensi cacat pengelasan, kebutuhan tenaga kerja, fleksibilitas proses, serta biaya implementasi pada masing-masing metode pengelasan. Hasil analisis tersebut kemudian disusun dalam bentuk pembahasan yang bertujuan untuk memberikan gambaran mengenai karakteristik, kelebihan, dan keterbatasan pengelasan manual maupun pengelasan robotik pada proses manufaktur.

Melalui tahapan tersebut, penelitian ini diharapkan mampu menghasilkan kajian yang sistematis dan memberikan gambaran ilmiah mengenai perkembangan teknologi pengelasan dalam industri manufaktur. Selain itu, hasil penelitian juga diharapkan dapat menjadi referensi akademik maupun pertimbangan praktis bagi industri dalam menentukan metode pengelasan yang sesuai dengan kebutuhan produksi serta kesiapan teknologi yang dimiliki

perusahaan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelusuran dan kajian terhadap berbagai literatur yang membahas penerapan pengelasan manual dan pengelasan robotik pada proses manufaktur, diperoleh beberapa temuan yang menunjukkan adanya perbedaan karakteristik pada kedua metode tersebut. Perbedaan tersebut terlihat dari aspek fleksibilitas kerja, kualitas hasil pengelasan, produktivitas proses, tingkat potensi cacat, serta kebutuhan investasi dalam penerapannya di lingkungan industri manufaktur.

Hasil kajian menunjukkan bahwa pengelasan manual masih menjadi metode yang banyak digunakan terutama pada industri kecil dan menengah serta pekerjaan fabrikasi yang membutuhkan penyesuaian bentuk material secara langsung. Metode ini dinilai memiliki tingkat fleksibilitas yang tinggi karena operator dapat menyesuaikan arah pengelasan, sudut kerja, dan posisi benda kerja sesuai kebutuhan produksi. Selain itu, penggunaan peralatan yang relatif sederhana membuat pengelasan manual lebih mudah diterapkan dan membutuhkan biaya awal yang lebih rendah.

Di sisi lain, hasil kajian juga menunjukkan bahwa pengelasan robotik mengalami perkembangan yang cukup pesat pada industri manufaktur modern. Penerapan sistem robotik memberikan hasil pengelasan yang lebih stabil dan konsisten karena seluruh proses dilakukan berdasarkan parameter yang telah diprogram sebelumnya. Beberapa penelitian juga menunjukkan bahwa penggunaan robot mampu meningkatkan produktivitas dan mengurangi tingkat kesalahan selama proses pengelasan berlangsung.

Secara umum, hasil studi literatur menunjukkan bahwa kedua metode memiliki keunggulan yang berbeda. Pengelasan manual lebih unggul pada aspek fleksibilitas dan kemudahan penerapan, sedangkan pengelasan robotik lebih unggul dalam konsistensi hasil pengelasan dan efisiensi proses produksi.

Berdasarkan hasil kajian dari beberapa penelitian terdahulu, perbandingan pengelasan manual dan pengelasan robotik dapat dijelaskan pada tabel berikut.

Tabel 1. Perbandingan Pengelasan Manual dan Pengelasan Robotik pada Proses Manufaktur

Aspek	Pengelasan Manual	Pengelasan Robotik
Fleksibilitas kerja	Tinggi	Sedang
Kualitas hasil las	Bergantung operator	Lebih konsisten
Produktivitas	Sedang	Tinggi
Risiko cacat pengelasan	Relatif lebih tinggi	Lebih rendah
Biaya investasi awal	Lebih rendah	Lebih tinggi
Ketergantungan operator	Tinggi	Rendah
Produksi massal	Kurang optimal	Sangat optimal

Sumber : Data diolah penulis berdasarkan hasil studi literatur, 2026

Berdasarkan tabel tersebut dapat diketahui bahwa pengelasan manual maupun pengelasan robotik memiliki karakteristik yang berbeda sesuai kebutuhan proses produksi pada industri manufaktur.

Pembahasan

Hasil kajian menunjukkan bahwa pengelasan manual masih memiliki peranan penting dalam proses manufaktur, terutama pada pekerjaan yang membutuhkan tingkat fleksibilitas tinggi. Operator dapat menyesuaikan proses pengelasan secara langsung sesuai bentuk benda kerja dan kondisi di lapangan. Kondisi tersebut menjadi salah satu alasan pengelasan manual masih banyak digunakan pada pekerjaan fabrikasi dan industri

dengan variasi produk yang tidak seragam.

Selain itu, biaya investasi awal yang lebih rendah menjadi salah satu pertimbangan utama penggunaan pengelasan manual. Perusahaan dengan kapasitas produksi terbatas cenderung lebih mudah menerapkan metode ini karena tidak membutuhkan perangkat otomatisasi tambahan maupun sistem pengendalian yang kompleks. Dari sisi operasional, metode manual juga lebih mudah diterapkan pada pekerjaan dengan jumlah produksi yang tidak terlalu besar.

Meskipun demikian, kualitas hasil pengelasan manual sangat dipengaruhi oleh keterampilan operator. Kemampuan menjaga kestabilan gerakan, pengaturan kecepatan pengelasan, dan pengalaman kerja menjadi faktor yang memengaruhi kualitas sambungan las. Pada kondisi produksi yang tinggi, perbedaan kemampuan operator dapat menyebabkan hasil pengelasan menjadi kurang konsisten dan meningkatkan potensi terjadinya cacat pada sambungan.

Di sisi lain, perkembangan teknologi manufaktur menunjukkan bahwa penggunaan pengelasan robotik memberikan hasil yang lebih konsisten. Sistem robot mampu melakukan proses pengelasan secara berulang dengan parameter yang sama sehingga menghasilkan kualitas sambungan yang lebih stabil. Kondisi tersebut sangat mendukung kebutuhan industri modern yang menuntut kualitas produk yang seragam dalam jumlah produksi besar.

Selain kualitas hasil las, penggunaan robotik juga memberikan peningkatan produktivitas karena proses pengelasan dapat dilakukan secara terus-menerus dengan waktu kerja yang lebih efisien. Tingkat ketergantungan terhadap operator secara langsung juga menjadi lebih rendah dibandingkan pengelasan manual. Hal tersebut menunjukkan bahwa pengelasan robotik sangat sesuai diterapkan pada industri manufaktur berskala besar seperti otomotif, komponen mesin, dan fabrikasi logam dengan sistem produksi massal.

Walaupun memiliki banyak keunggulan, penerapan pengelasan robotik tetap memiliki keterbatasan. Investasi awal yang cukup tinggi serta kebutuhan terhadap sistem kontrol dan tenaga teknis menjadi tantangan tersendiri bagi perusahaan. Selain itu, penggunaan robotik cenderung kurang fleksibel apabila diterapkan pada pekerjaan dengan variasi bentuk yang berubah-ubah dalam waktu cepat.

Berdasarkan pembahasan tersebut dapat dipahami bahwa pengelasan manual dan pengelasan robotik tidak dapat diposisikan sebagai metode yang saling menggantikan sepenuhnya. Kedua metode memiliki fungsi dan karakteristik yang berbeda sesuai kebutuhan proses produksi. Pada industri dengan kebutuhan fleksibilitas tinggi dan investasi terbatas, pengelasan manual masih menjadi pilihan yang efektif. Sebaliknya, pada industri yang menuntut konsistensi kualitas tinggi dan produktivitas massal, pengelasan robotik menjadi pilihan yang lebih sesuai.

Secara keseluruhan, perkembangan teknologi pengelasan di bidang manufaktur menunjukkan bahwa penerapan metode manual maupun robotik perlu disesuaikan dengan karakter produksi, kapasitas perusahaan, serta kesiapan teknologi yang dimiliki. Dengan pemilihan metode yang tepat, proses pengelasan diharapkan mampu mendukung peningkatan kualitas produk, efisiensi produksi, serta daya saing industri manufaktur secara berkelanjutan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil studi literatur mengenai perbandingan pengelasan manual dan pengelasan robotik pada proses manufaktur, dapat disimpulkan bahwa kedua metode pengelasan memiliki karakteristik serta keunggulan yang berbeda sesuai dengan kebutuhan produksi di lingkungan industri. Pengelasan manual masih menjadi metode yang banyak digunakan karena memiliki tingkat fleksibilitas yang tinggi, mudah diterapkan pada berbagai kondisi kerja, serta membutuhkan biaya investasi awal yang relatif lebih rendah. Kondisi tersebut menjadikan pengelasan manual lebih sesuai digunakan pada industri kecil dan menengah maupun pekerjaan fabrikasi yang membutuhkan penyesuaian bentuk material secara langsung.

Di sisi lain, pengelasan robotik menunjukkan keunggulan yang lebih tinggi pada aspek konsistensi kualitas hasil pengelasan, produktivitas proses produksi, serta kemampuan mengurangi potensi kesalahan yang dipengaruhi oleh faktor manusia. Sistem robotik dinilai lebih efektif diterapkan pada industri manufaktur berskala besar yang membutuhkan volume produksi tinggi dengan kualitas produk yang seragam dan berkelanjutan.

Hasil kajian juga menunjukkan bahwa pemilihan metode pengelasan tidak dapat ditentukan hanya berdasarkan satu faktor tertentu. Beberapa aspek seperti jenis produk, kapasitas produksi, biaya investasi, fleksibilitas proses, serta kesiapan teknologi perusahaan menjadi pertimbangan penting dalam menentukan metode pengelasan yang digunakan. Dalam praktik industri manufaktur modern, pengelasan manual dan pengelasan robotik tidak sepenuhnya saling menggantikan, melainkan dapat saling melengkapi sesuai karakteristik proses produksi yang dijalankan.

Dengan demikian, penelitian ini menunjukkan bahwa perkembangan teknologi pengelasan di bidang manufaktur perlu disesuaikan dengan kebutuhan industri secara teknis maupun ekonomis. Melalui pemilihan metode pengelasan yang tepat, perusahaan diharapkan mampu meningkatkan kualitas hasil produksi, efisiensi proses manufaktur, serta memperkuat daya saing industri secara berkelanjutan di tengah perkembangan teknologi manufaktur yang terus meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

- Baihaqi, I., & Supomo, H. (2018). Analisa Teknis Sambungan Butt-Joint pada Konstruksi Badan Kapal Pasca Terbakar dengan Material Baru berbasis Pendekatan Eksperimen. *Kapal: Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Kelautan*, 15(2), 44–50. <https://doi.org/10.14710/jis.%v.%i.%Y.154-165> (ejournal.undip.ac.id)
- Das, A., & Bang, H. S. (2018). Laser and Gas Metal Arc Based Dissimilar Joining of Automotive Aluminium Alloys and Steel Sheets – A Review. *Journal of Welding and Joining*, 36(5), 1–11. <https://doi.org/10.5781/JWJ.2018.36.5.1> (KCI)
- Das, A., Li, D., Williams, D., & Greenwood, D. (2018). Joining technologies for automotive battery systems manufacturing. *World Electric Vehicle Journal*, 9(2), 22. <https://doi.org/10.3390/wevj9020022> ([Warwick Research Archive Portal](http://WarwickResearchArchivePortal))
- Dwibedi, S., Jain, N. K., & Pathak, S. (2018). Investigations on joining of stainless steel tailored blanks by μ -PTA process. *Materials and Manufacturing Processes*, 33(16), 1851–1863. <https://doi.org/10.1080/10426914.2018.1476766> ([Taylor & Francis Online](http://Taylor&FrancisOnline))
- Mehta, K. P. (2018). A review on friction-based joining of dissimilar aluminum–steel joints. *Journal of Materials Research*, 34(1), 78–96. <https://doi.org/10.1557/jmr.2018.332> (CoLab)

- Nugroho, A. W., Suwanda, T., & Serena, S. A. (2016). Mikrostruktur dan Kekerasan Sambungan Pengelasan Gesek Disimilar Pipa Tembaga/Kuningan (Cu/Cu-Zn). *Semesta Teknika*, 19(1), 68–74. <https://doi.org/10.18196/st.v19i1.2047> (Journal UMY)
- Obeid, O., Alfano, G., Bahai, H., & Jouhara, H. (2018). Experimental and numerical thermo-mechanical analysis of welding in a lined pipe. *Journal of Manufacturing Processes*, 32, 857–872. <https://doi.org/10.1016/j.jmapro.2018.04.009> (The UWS Academic Portal)
- Sabzi, M., & Dezfuli, S. M. (2018). Post weld heat treatment of hypereutectoid hadfield steel: Characterization and control of microstructure, phase equilibrium, mechanical properties and fracture mode of welding joint. *Journal of Manufacturing Processes*, 34, 313–328. <https://doi.org/10.1016/j.jmapro.2018.06.009> (CoLab)
- Shiran, M. K. G., Khalaj, G., et al. (2018). Multilayer Cu/Al/Cu explosive welded joints: Characterizing heat treatment effect on the interface microstructure and mechanical properties. *Journal of Manufacturing Processes*, 35, 657–663. <https://doi.org/10.1016/j.jmapro.2018.09.014> (Scinapse)
- Sun, Q., Li, J., Liu, Y., Jiang, Y., Kang, K., & Feng, J. (2018). Arc characteristics and droplet transfer process in CMT welding with a magnetic field. *Journal of Manufacturing Processes*, 32, 48–56. <https://doi.org/10.1016/j.jmapro.2018.01.017> (CiNii Research)