

RANCANG BANGUN *MIG WELDING PIPE CARRIAGE* BERBASIS ARDUINO UNTUK PENGELASAN GMAW

Ficky Hairul Anam^{1*}, Vian Rizanda Putra²

^{1,2}Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang

*E-mail: fickyhairulanam12@gmail.com

ABSTRACT

GMAW pipe welding requires stable travel speed and consistent torch positioning to achieve uniform weld quality. This study developed an Arduino-based MIG Welding Pipe Carriage using the Research and Development (R&D) method integrated with Quality Function Deployment (QFD). The prototype was designed, fabricated, and evaluated based on component functionality, motion stability, and speed control performance. Experimental results demonstrated stable carriage movement and weaving patterns, improving welding process consistency. The developed system is feasible as an automated solution for GMAW pipe welding, offering reliable performance, operational simplicity, and enhanced process efficiency.

Keyword: *Arduino, GMAW, MIG Welding Pipe Carriage, welding automation, Quality Function Deployment.*

ABSTRAK

Proses pengelasan GMAW pada pipa memerlukan kestabilan kecepatan gerak dan posisi torch untuk menghasilkan sambungan yang seragam. Penelitian ini menerapkan rancang bangun *MIG Welding Pipe Carriage* berbasis Arduino menggunakan metode *Research and Development (R&D)* dan *Quality Function Deployment (QFD)*. *Prototype* dirancang, difabrikasi, dan diuji berdasarkan fungsi komponen, kestabilan gerak, serta pengaturan kecepatan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mengendalikan pergerakan *carriage* dan pola *weaving* secara stabil sehingga meningkatkan konsistensi proses pengelasan. Rancang bangun yang dihasilkan layak diterapkan sebagai solusi otomasi pengelasan pipa GMAW dengan kinerja yang efektif dan mudah dioperasikan.

Kata Kunci: *Arduino, GMAW, MIG Welding Pipe Carriage, otomasi pengelasan, Quality Function Deployment.*

1. PENDAHULUAN

Teknologi manufaktur mendorong penerapan sistem otomasi untuk meningkatkan produktivitas, kualitas produk, dan efisiensi proses produksi. Salah satu proses yang banyak digunakan dalam industri fabrikasi logam *Gas Metal Arc Welding (GMAW)* memiliki laju deposisi tinggi, produktivitas yang baik, serta mampu menghasilkan sambungan las dengan kualitas yang relatif konsisten. Metode ini diaplikasikan secara luas pada konstruksi baja, manufaktur peralatan industri, perpipaan, dan fabrikasi struktur karena sesuai untuk produksi berkelanjutan dengan tingkat efisiensi yang tinggi. Pada proses pengelasan pipa, kualitas sambungan dipengaruhi oleh kestabilan kecepatan gerak *torch*, sudut pengelasan, serta

jarak elektroda terhadap permukaan benda kerja. (Muharram et al., 2025)

Pengelasan yang masih dilakukan secara manual sangat bergantung pada keterampilan operator sehingga sering menimbulkan variasi kecepatan gerak selama proses berlangsung. Kondisi tersebut dapat menyebabkan ketidakkonsistenan geometri las, perubahan penetrasi, munculnya cacat seperti *undercut*, *overlap*, dan *spatter*, serta menurunkan kualitas sambungan. Selain memengaruhi mutu hasil pengelasan, pekerjaan yang dilakukan secara berulang juga meningkatkan kelelahan operator sehingga produktivitas menjadi kurang optimal. Perkembangan sistem kendali berbasis mikrokontroler membuka peluang untuk mengembangkan perangkat bantu pengelasan

yang lebih sederhana, fleksibel, dan ekonomis. Salah satu kontrol yang banyak digunakan yaitu Arduino karena memiliki kemudahan pemrograman, biaya implementasi yang relatif rendah, serta kompatibel dengan berbagai aktuator dan sensor. (Saraan et al., 2021)

Integrasi Arduino dengan motor *stepper* memungkinkan pengaturan kecepatan dan lintasan gerak secara lebih presisi sehingga pergerakan *torch* dapat dipertahankan tetap konstan selama proses pengelasan berlangsung. Berbagai penelitian telah mengembangkan sistem otomasi pada proses pengelasan menggunakan mikrokontroler maupun *welding carriage*. Sebagian besar penelitian berfokus pada sistem kendali gerak atau evaluasi kualitas hasil las, sedangkan pengembangan alat yang mempertimbangkan kebutuhan pengguna melalui pendekatan *Quality Function Deployment (QFD)* masih relatif terbatas. Selain itu, belum banyak penelitian yang mengintegrasikan identifikasi kebutuhan pengguna, pengembangan desain mekanik, sistem kendali berbasis Arduino, dan evaluasi unjuk kerja prototipe dalam satu kerangka pengembangan produk. Berdasarkan kesenjangan tersebut. (Yunus et al., 2024)

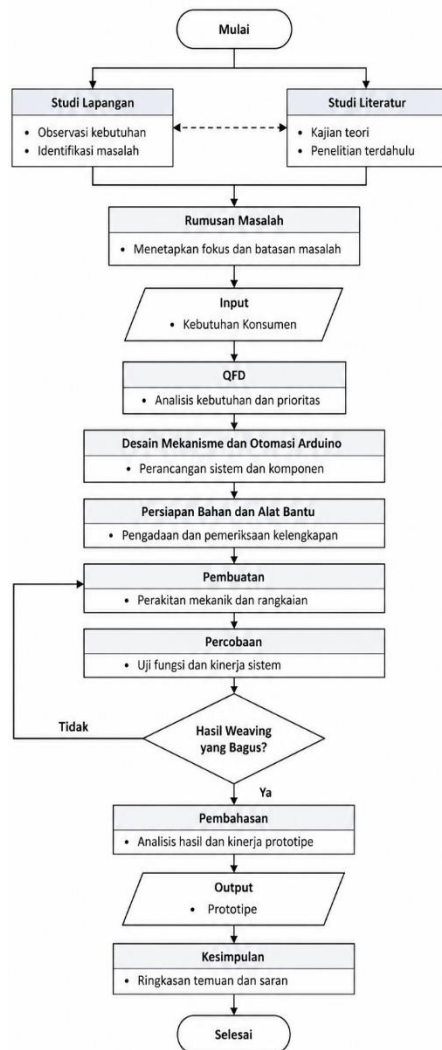
Penelitian ini mengembangkan *MIG Welding Pipe Carriage* berbasis Arduino dengan pendekatan *Quality Function Deployment (QFD)* untuk menerjemahkan kebutuhan pengguna menjadi spesifikasi teknis alat. Sistem dirancang menggunakan motor *stepper* sebagai aktuator utama yang mengendalikan pergerakan *carriage* secara semiotomatis sehingga kecepatan gerak dan pola *weaving* dapat dikontrol secara lebih stabil. Unjuk kerja prototipe dievaluasi melalui pengujian kestabilan gerak, konsistensi pola *weaving*, serta kemampuan alat dalam mendukung proses pengelasan pipa metode GMAW. Penelitian ini bertujuan menghasilkan rancangan *MIG Welding Pipe Carriage* berbasis Arduino yang sesuai dengan kebutuhan pengguna, memiliki sistem kendali yang mudah dioperasikan, serta mampu meningkatkan kestabilan proses pengelasan. Hasil penelitian dapat menjadi alternatif teknologi otomasi berbiaya relatif rendah bagi industri kecil dan menengah serta memberikan kontribusi terhadap pengembangan sistem bantu pengelasan berbasis mikrokontroler pada aplikasi manufaktur. (Yusuf & Ferdian, 2026)

2. METODE PENELITIAN

Penelitian menggunakan metode *Research and Development (R&D)* yang dipadukan dengan pendekatan eksperimental untuk merancang, membuat, dan mengevaluasi kinerja *MIG Welding Pipe Carriage* berbasis Arduino pada proses pengelasan *Gas Metal Arc Welding (GMAW)*. Tahapan penelitian meliputi identifikasi kebutuhan pengguna melalui observasi lapangan dan wawancara, penyusunan spesifikasi teknis menggunakan metode *Quality Function Deployment (QFD)*, perancangan mekanik menggunakan perangkat lunak *SolidWorks*, pembuatan prototipe, integrasi sistem kendali berbasis Arduino Uno, serta pengujian kinerja alat. (Sholehudin & Kwintarini, 2023)

Prototype terdiri atas rangka aluminium, motor *stepper* NEMA 23 sebagai penggerak utama *carriage*, motor *stepper* NEMA 17 sebagai penggerak pola *weaving*, sistem transmisi *lead screw*, *driver* motor, dan Arduino Uno sebagai pengendali utama. Pergerakan motor dikendalikan melalui program Arduino untuk menghasilkan kecepatan gerak dan pola *weaving* yang dapat diatur sesuai kebutuhan proses pengelasan. (Hikmatullah et al., 2021) Pengujian dilakukan pada lintasan pengelasan pipa dengan mengevaluasi kestabilan gerak *carriage*, konsistensi pola *weaving*, kemudahan pengoperasian, dan kesesuaian hasil gerak terhadap target yang telah ditentukan. Analisis kebutuhan pengguna dilakukan menggunakan *Quality Function Deployment (QFD)* melalui penyusunan *House of Quality (HoQ)* untuk menerjemahkan *voice of customer* menjadi karakteristik teknis produk. Prototipe diuji secara fungsional untuk mengevaluasi kemampuan sistem dalam menghasilkan gerakan yang stabil dan konsisten. Hasil pengujian dianalisis deskriptif membandingkan performa aktual alat terhadap kebutuhan pengguna dan target desain yang telah ditetapkan. (Carli et al., 2022; Fadhillah et al., 2024)

2.1 DIAGRAM ALIR



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

3. TINJAUAN PUSTAKA

Gas Metal Arc Welding (GMAW) salah satu metode pengelasan banyak diterapkan pada industri manufaktur karena memiliki produktivitas tinggi serta mampu menghasilkan sambungan las yang konsisten. Kualitas hasil pengelasan sangat dipengaruhi oleh kestabilan kecepatan gerak *torch*, sudut pengelasan, dan jarak elektroda terhadap benda kerja. Ketidakstabilan parameter tersebut dapat menyebabkan variasi penetrasi, ketidakteraturan pengelasan, serta menurunkan kualitas sambungan, sehingga diperlukan sistem bantu yang mampu menjaga konsistensi gerakan selama proses pengelasan. Berbagai penelitian menunjukkan penerapan sistem otomasi berbasis mikrokontroler mampu

meningkatkan akurasi gerak, kestabilan proses, dan kualitas hasil pengelasan.

Selain itu, pengembangan perangkat pengelasan juga perlu mempertimbangkan aspek ergonomi serta kebutuhan pengguna agar alat yang dihasilkan lebih efektif dan mudah dioperasikan. Meskipun demikian, integrasi *Quality Function Deployment (QFD)*, perancangan mekanik, sistem kendali berbasis Arduino, dan evaluasi kinerja *MIG Welding Pipe Carriage* pada proses pengelasan pipa metode GMAW masih jarang dilaporkan. Penelitian ini mengembangkan *MIG Welding Pipe Carriage* berbasis Arduino dengan pendekatan QFD untuk menerjemahkan kebutuhan pengguna ke dalam spesifikasi teknis. Pendekatan tersebut diharapkan menghasilkan sistem pengelasan semiotomatis yang lebih stabil, mudah dioperasikan, serta mampu meningkatkan kualitas dan konsistensi hasil pengelasan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian berupa *prototipe MIG Welding Pipe Carriage* berbasis Arduino yang dirancang menghasilkan sistem pengelasan pipa semiotomatis dengan pergerakan *torch* yang stabil dan presisi. Pengembangan alat diawali melalui identifikasi kebutuhan pengguna menggunakan metode *Quality Function Deployment (QFD)* sehingga spesifikasi teknis yang dihasilkan mampu mengakomodasi kebutuhan operasional, meliputi kestabilan gerak, kemudahan pengoperasian, fleksibilitas pengaturan kecepatan, serta kemudahan proses perawatan. Spesifikasi tersebut kemudian diekspor dalam desain mekanik menggunakan perangkat lunak *SolidWorks* sebelum direalisasikan menjadi prototipe. (Hadi Mukhammad et al., 2019) Rancangan alat terdiri atas dua subsistem utama, yaitu rangka atas dan rangka bawah. Rangka atas berfungsi sebagai sistem pembawa *torch* sekaligus pusat mekanisme penggerak, sedangkan rangka bawah berfungsi sebagai lintasan yang menopang serta mengarahkan pergerakan *carriage* mengelilingi pipa selama proses pengelasan. Pemisahan kedua subsistem tersebut bertujuan meningkatkan stabilitas mekanik, mempermudah proses perakitan, serta memudahkan penggantian maupun perawatan komponen tanpa memengaruhi keseluruhan sistem. Pada rangka atas, struktur utama

menggunakan profil aluminium *V-slot* yang dipilih karena memiliki rasio kekuatan terhadap massa yang baik, ketahanan korosi yang tinggi, serta kemudahan dalam proses fabrikasi. Profil ini menjadiudukan seluruh komponen mekanik, antara lain motor stepper NEMA 23, motor stepper NEMA 17, sistem transmisi *lead screw*, poros, *linear bearing*, *coupling*, dan kedudukan *nozzle*. (Saputro et al., 2025)

Integrasi komponen tersebut membentuk sistem gerak dua sumbu (*two-axis motion*), yaitu gerakan translasi sepanjang lintasan pengelasan dan gerakan *weaving* pada *nozzle*. Kombinasi kedua gerakan tersebut memungkinkan posisi *torch* tetap mengikuti jalur pengelasan dengan kecepatan yang seragam sehingga variasi gerak akibat faktor operator dapat diminimalkan. Sistem transmisi menggunakan *lead screw* yang dihubungkan dengan motor *stepper* melalui *flexible coupling*. Pemilihan *lead screw* didasarkan pada kemampuannya mengubah gerak rotasi menjadi gerak linier dengan tingkat presisi yang tinggi serta *backlash* yang relatif kecil dibandingkan sistem transmisi sabuk (*belt drive*). Agar gerakan translasi tetap halus dan tidak mengalami penyimpangan, poros dipadukan dengan *linear bearing* dan *pillow block bearing* sehingga gesekan selama pergerakan dapat dikurangi sekaligus menjaga keselarasan lintasan gerak. Konfigurasi tersebut menghasilkan perpindahan *carriage* yang lebih stabil serta mampu mempertahankan posisi *nozzle* terhadap permukaan pipa selama proses pengelasan berlangsung. (Winardi et al., 2020)

Rangka bawah dirancang sebagai sistem lintasan melingkar yang memungkinkan alat bergerak mengikuti kontur luar pipa. Subsistem ini terdiri atas roda gila, lintasan luar, lintasan tengah, lintasan dalam, serta sistem penjepit pipa. Roda gila berfungsi sebagai media kontak utama antara *carriage* dan lintasan sehingga pergerakan alat tetap stabil ketika berputar mengelilingi benda kerja. Sistem penjepit dirancang mampu mempertahankan posisi pipa selama proses pengelasan sehingga tidak terjadi perubahan posisi akibat gaya reaksi maupun getaran yang timbul selama operasi. Konfigurasi tersebut menghasilkan lintasan gerak yang lebih konsentris terhadap sumbu pipa sehingga penyimpangan posisi *torch* dapat diminimalkan. Integrasi sistem mekanik dengan sistem kendali berbasis Arduino Uno menjadi

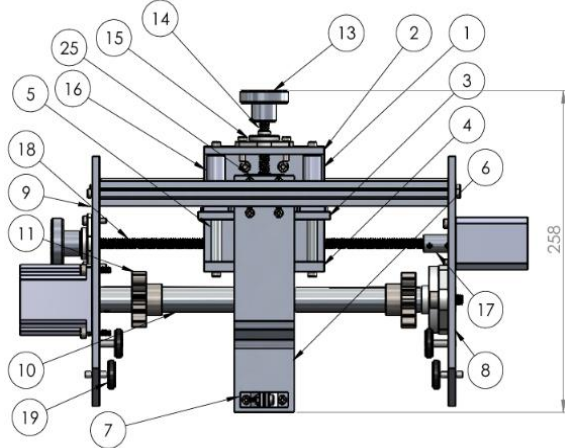
bagian utama dalam pengoperasian prototipe. Arduino berfungsi sebagai pengendali seluruh motor *stepper* melalui *driver* motor sesuai parameter yang telah diprogram. Sistem ini memungkinkan pengaturan kecepatan gerak *carriage* dan pola *weaving* secara independen sehingga parameter pengelasan dapat disesuaikan dengan kebutuhan proses.

Penggunaan motor *stepper* juga memberikan keunggulan berupa akurasi posisi yang tinggi karena setiap perpindahan dikendalikan berdasarkan jumlah Langkah yang telah ditentukan, sehingga kesalahan posisi selama pengelasan dapat ditekan. Hasil implementasi menunjukkan bahwa seluruh subsistem bekerja secara terintegrasi sesuai rancangan. Mekanisme translasi mampu menghasilkan pergerakan yang stabil sepanjang lintasan, sedangkan sistem *weaving* menghasilkan pola ayunan *nozzle* yang konsisten terhadap target pengelasan. Kinerja tersebut menunjukkan bahwa pendekatan desain berbasis QFD berhasil menunjukkan kebutuhan pengguna ke dalam karakteristik teknis yang dapat diimplementasikan pada *prototype*. Integrasi desain mekanik yang presisi dengan sistem kendali berbasis Arduino menghasilkan MIG *Welding Pipe Carriage* yang mampu meningkatkan kestabilan gerak *torch*, mengurangi ketergantungan terhadap keterampilan operator, serta berpotensi meningkatkan konsistensi kualitas sambungan las pada proses pengelasan pipa.

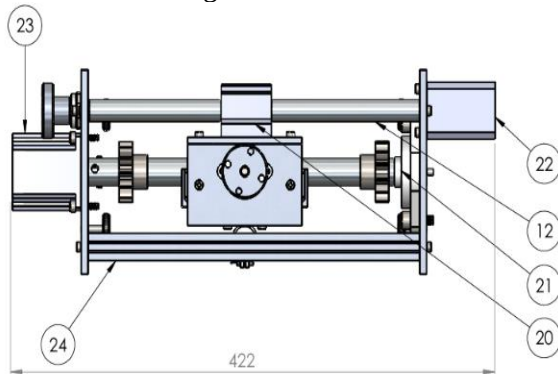
4.1 Rancangan Prototype

Perancangan *prototype* merupakan tahapan awal dalam proses pengembangan alat yang bertujuan menghasilkan representasi visual dan teknis dari sistem yang akan direalisasikan. Pada tahap ini, setiap komponen dirancang secara terintegrasi untuk memastikan kesesuaian fungsi, dimensi, mekanisme gerak, dan proses perakitan sebelum memasuki tahap manufaktur. Desain prototipe dikembangkan menggunakan perangkat lunak *SolidWorks* karena mampu menghasilkan model tiga dimensi yang detail serta mendukung evaluasi desain secara virtual. Hasil pemodelan tersebut menjadi acuan dalam proses pembuatan, pengujian, dan penyempurnaan *prototype* sehingga mengurangi kemungkinan terjadinya kesalahan selama proses fabrikasi. Rancangan

prototipe yang telah dibuat disajikan pada Gambar 2, 3, dan 4



Gambar 2 Tampak Depan Alat Bantu Pengelasan GMAW



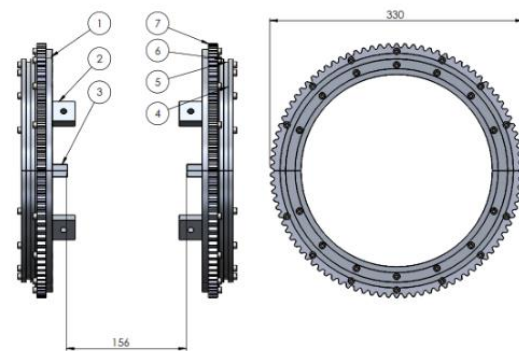
Gambar 3 Tampak Atas Alat Bantu Pengelasan GMAW

Tabel 1 Komponen Atas Alat Bantu Pengelasan GMAW

No	Komponen	Bahan	Fungsi
1	Rangka utama (no bag 1-4)	Terdiri dari <i>assembly</i> plat aluminium hingga berbentuk seperti sebuah kotak	Sebagai penopang untuk beberapa komponen lainnya
5	Poros Ø8 mm	Hard Chrome	Sebagai penggerak poros Ø8mm untuk mengatur tinggi rendahnya <i>nozzle</i> bergerak secara vertikal

No	Komponen	Bahan	Fungsi
6	Plat Pembawa <i>Nozzle</i>	Aluminium	Sebagai Penopang penjepit <i>nozzle</i>
7	Penjepit <i>Nozzle</i>	Aluminium	Sebagai penjepit <i>nozzle</i>
8	Gantri 1	Aluminium	Sebagai penopang beberapa komponen
9	Gantri 2	Aluminium	Sebagai penopang beberapa komponen
10	Poros Ø20mm	Hard Chrome	sebagai penopang utama mekanisme pergerakan yang langsung dihubungkan dengan motor <i>stepper</i> nema 23
11	Roda Gigi	Nylon	Meneruskan daya dan putaran
12	Poros Ø16mm	Hard Chrome	Sebagai penopang <i>linier bearing block</i>
13	Knop	Aluminium	Sebagai pengatur tinggi rendahnya <i>nozzle</i>
14	<i>Lead Screw</i> Vertikal	Stainless Steel	Mengubah Gerakan putar menjadi Gerakan lurus secara vertikal
15	<i>Pillow block bearing</i> Ø8mm	Zinc Alloy	untuk menahan poros Ø8mm agar tetap stabil
16	<i>Linear motion bearing</i> Ø8mm	Aluminium	untuk bantalan gerak linear yang membantu Ø8 mm bergerak lurus dengan halus, stabil, dan minim gesekan

No	Komponen	Bahan	Fungsi
17	<i>Coupling</i>	Aluminium	Menghubungkan kedua poros
18	<i>Lead screw</i> vertikal	<i>Stainless Steel</i>	Mengubah Gerakan putar menjadi Gerakan lurus secara horizontal
19	Roda	Nylon	Untuk membantu dalam pergerakan secara melingkar
20	<i>Linier bearing block</i> 16mm	Aluminium	Untuk menopang dan meluncur di atas batang poros linear Ø16mm
21	<i>Pillow block bearing</i> 20mm	<i>Zinc Alloy</i>	Dudukan poros Ø20mm agar stabil pada saat penggerakan
22	Motor <i>Stepper</i> NEMA 17		Untuk menggerakkan poros yang digunakan untuk membentuk <i>weaving</i>
23	Motor <i>Stepper</i> NEMA 23		Untuk penggerakan otomatisasi atau pengendalian gerak secara melingkar
24	Profil <i>V-slot</i>	Aluminium	Untuk dihubungkan pada kedua gantri supaya rangka alat semakin kokoh
25	<i>Nut Housing</i>	Aluminium	Sebagai dudukan mur <i>lead screw</i>



Gambar 4 Komponen Bawah Alat Bantu Pengelasan GMAW

Tabel 2 Komponen Bawah Alat Bantu Pengelasan GMAW

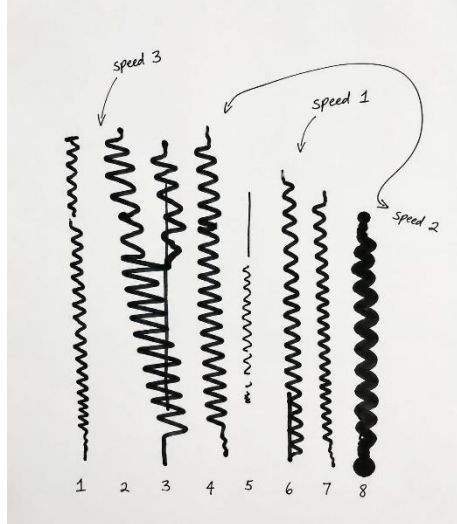
No	Komponen	Bahan	Fungsi
1	Plat Dudukan	Aluminium	Sebagai dudukan roda gigi besar
2	Plat Pipa	Aluminium	Untuk memasukkan baut untuk pengunci pada popa
3	Plat <i>Clamp</i>	Aluminium	Sebagai pengunci lintasan
4	Plat Lintasan	Aluminium	Sebagai jalur roda
7	Roda gigi besar	Baja	Sebagai transmisi yang dihubungkan dengan roda gigi modul 3 untuk pergerakan pengelasan

4.2 Hasil Uji Kinerja Alat

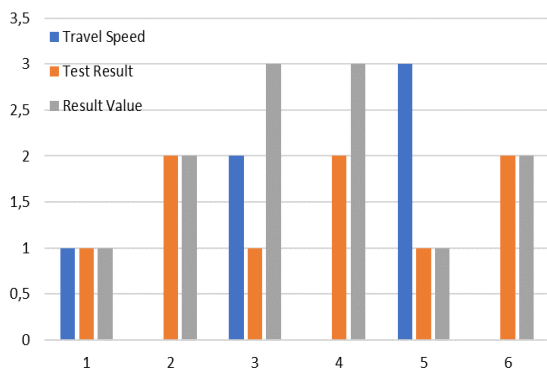
1. Sistem dinyalakan dan program Arduino Uno R3 dijalankan untuk mengatur kecepatan gerak *carriage*
2. *Carriage* bergerak melingkar sepanjang lintasan dengan kecepatan tetap dapat divariasikan
3. Pengelasan dilakukan secara langsung dengan gerakan *carriage*, tanpa intervensi dari operator
4. Hasil lasan diamati dari aspek konsistensi jalur las, lebar las

5. Getaran dan kestabilan *carriage* dicatat sebagai bagian dari evaluasi mekanik.

Hasil ini digunakan untuk menilai hasil konsistensi pada setiap percobaan pengelasan dengan lebar dan *speed weaving* yang bervariasi dengan *Speed travel* hanya satu penilaian saja.



Gambar 5 Contoh Hasil Weaving Pengelasan GMAW



Gambar 6 Grafik Hasil Uji Alat Bantu

Berdasarkan grafik hasil uji rancang bangun, setiap parameter dievaluasi menggunakan skala Minimize (1), Target (2), dan Maximize (3) yang dikonversi ke dalam rentang persentase, yaitu 5–30% (Minimize), 31–60% (Target), dan 61–90% (Maximize). Hasil pengujian menunjukkan bahwa sebagian besar karakteristik telah berada pada kategori Target hingga Maximize, yang mengindikasikan bahwa rancangan mampu memenuhi kebutuhan fungsional yang telah ditetapkan. Parameter dengan nilai Maximize (3) merepresentasikan tingkat pencapaian tertinggi (61–90%), sehingga menunjukkan performa yang paling optimal terhadap kebutuhan pengguna. Sementara itu, parameter

yang memperoleh nilai Target (2) berada pada tingkat pencapaian 31–60%.

Menandakan bahwa kinerja sistem telah memenuhi spesifikasi dasar namun masih memiliki peluang untuk ditingkatkan. Adapun parameter yang bernilai Minimize (1) berada pada rentang 5–30%, yang menunjukkan aspek tersebut berhasil ditekan sesuai tujuan perancangan atau masih memerlukan penyempurnaan apabila indikator yang dinilai merupakan karakteristik yang diharapkan meningkat. Secara keseluruhan, distribusi nilai pada grafik memperlihatkan bahwa hasil rancang bangun telah memenuhi kriteria desain yang direncanakan, dengan dominasi nilai pada kategori Target dan Maximize, sehingga prototipe dapat dinyatakan memiliki tingkat keberhasilan implementasi yang baik serta layak untuk tahap pengembangan dan evaluasi lanjutan.

5. KESIMPULAN

Penelitian menerapkan rancang bangun MIG Welding Pipe Carriage berbasis Arduino menggunakan metode *Research and Development* (R&D) yang didukung pendekatan *Quality Function Deployment* (QFD). Proses pengembangan diawali dengan identifikasi kebutuhan pengguna, kemudian diterjemahkan ke dalam spesifikasi teknis hingga menghasilkan *prototype* yang selanjutnya diuji berdasarkan parameter kinerja yang telah ditetapkan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mengendalikan pergerakan carriage dan pola weaving secara stabil, sehingga mendukung konsistensi proses pengelasan GMAW. Sebagian besar parameter pengujian berada pada kategori Target dan *Maximize*, yang menunjukkan bahwa prototipe telah memenuhi kebutuhan fungsional pengguna. Dengan demikian, rancang bangun yang dihasilkan layak diterapkan sebagai alternatif otomasi pengelasan pipa karena mampu meningkatkan kestabilan gerak, kualitas hasil pengelasan, serta efisiensi proses kerja.

6. DAFTAR PUSTAKA

Carli, C., Saputra, E., Daryadi, D., & Sunarto, S. (2022). Aplikasi Jig pada proses pembuatan Hook untuk Meningkatkan Efisiensi Waktu Pengelasan Menggunakan Rotary Welding: Studi Kasus di Industri Karoseri. *Jurnal*

- Rekayasa Mesin*, 17(2), 325.
<https://doi.org/10.32497/jrm.v17i2.3730>
- Fadhillah, D. F., Riswanda, & Widianoro, H. (2024). Pengaruh Inovasi Alat Bantu pada Efisiensi dan Kualitas Pengelasan Sambungan Pipa Longitudinal dengan GMAW. *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar*, 15(1), 1–5.
<https://doi.org/10.35313/irwns.v15i1.6196>
- Hadi Mukhammad, A. F., Setyoko, B., . M., Amiruddin, M., Abdillah, K. K., & Utama, R. S. (2019). RANCANG BANGUN AWAL MESIN LAS GTAW SEMI OTOMATIS UNTUK PENGELASAN PLAT BAJA. *T R A K SI*, 18(2), 96.
<https://doi.org/10.26714/traksi.18.2.2018.96-108>
- Hikmatullah, M. R., Yunesti, P., Pujiyulianto, E., Nurdin, A., & Paundra, F. (2021). RANCANG BANGUN MESIN LAS TIG SEMI OTOMATIS BERBASIS ARDUINO UNO. *Journal of Mechanical Engineering*, 5(1).
<https://doi.org/10.31002/jom.v5i1.3945>
- Muharram, A., Riyanto, F. S., Muslim, A. B., Sukarnoto, T., Komara, R., Annas, M. S., Supriyadi, S., Adinegoro, F., Muhammad Ihram Maulana1, M. I., Putri, L. R., Dewi, L. C., Rafi, M. A., & Novianto, S. (2025). PERANCANGAN PEMBUATAN DAN PENGUJIAN PROTOTIPE PEMINDAH BARANG DENGAN SISTEM PNEUMATIK YANG DIKONTROL MENGGUNAKAN MIKRO KONTROL ARDUINO MEGA. *JURNAL PENELITIAN DAN KARYA ILMIAH LEMBAGA PENELITIAN UNIVERSITAS TRISAKTI*, 31–39.
<https://doi.org/10.25105/pdk.v10i1.21805>
- Saputro, A. E., Situmorang, H. G., Nasrullah, H., & Amiruddin, M. (2025). Teknik Pengelasan GMAW (Gas Metal Arc Welding) pada Chasis Bus di PT. X. *JASATEC: Journal of Students of Automotive, Electronic and Computer*, 5(1), 10–18.
<https://doi.org/10.37339/jasatec.v5i1.2557>
- Saraan, R. B., Saefullah, L., & Darmanto, A. (2021). RANCANG BANGUN KONSTRUKSI PORTABLE TRACK PADA AUTOMATIC WELDING CARRIER MACHINE. *Jurnal Otoranpur*, 2(1), 18–23.
<https://doi.org/10.54317/oto.v2iMei.154>
- Sholehudin, L., & Kwintarini, W. (2023). Design and manufacture of Laboratory Scale Automatic Pipe Welding Tool. *METALIK: Jurnal Manufaktur, Energi, Material Teknik*, 2(1), 27–33.
<https://doi.org/10.22236/metalik.v2i1.11172>
- Winardi, Y., Fadelan, F., Munaji, M., & Krisdiantoro, W. N. (2020). Pengaruh Elektroda Pengelasan Pada Baja AISI 1045 Dan SS 202 Terhadap Struktur Mikro Dan Kekuatan Tarik. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, 8(2), 86.
<https://doi.org/10.23887/jptm.v8i2.27772>
- Yunus, Y., Istanto, I., Kuntjoro, D., Suhendro, B., & Rahmansyah, H. (2024). RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL MESIN PENGELAS KAPSUL IRADIASI OTOMATIS BERBASIS PLC. *JTT (Jurnal Teknologi Terpadu)*, 12(1), 38–46.
<https://doi.org/10.32487/jtt.v12i1.1958>
- Yusuf, M. W., & Ferdian, D. T. (2026). Proses Automation Machine Welding Untuk Pengelasan Product Drag Link di PT. Indo Integral Sekawan. *Jurnal Sosial Teknologi*, 6(1), 142–162.
<https://doi.org/10.59188/jurnalsostech.v6i1.32637>