

RANCANG BANGUN SISTEM OTOMASI GERAK LAS MIG GUNA PENINGKATAN KUALITAS SAMBUNGAN LAS

Nur Akhmad Triwibowo^{1*}, Mochammad Noer Ilman², Gesang Nugroho³

¹Program Studi S-2 Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin dan Industri, Universitas Gadjah Mada
Jl. Grafika No. 2 Kompleks UGM, Yogyakarta 55281, Indonesia

^{2,3}Jurusan Teknik Mesin dan Industri, Universitas Gadjah Mada
Jl. Grafika No. 2 Kompleks UGM, Yogyakarta 55281, Indonesia

*Email: wibowo_yk@yahoo.com

Abstrak

Beberapa masalah yang timbul pada penelitian bidang pengelasan adalah tingkat keahlian operator las serta perubahan kondisi fisik dan psikis operator las. Hal ini menyebabkan sambungan las tidak memenuhi standar peraturan las dan kualitas sambungan las tidak konsisten. Penelitian ini bertujuan merancang bangun sistem otomasi gerak las MIG (metal inert gas) agar kualitas sambungan las yang dihasilkan bisa konsisten sehingga mendukung upaya penelitian di bidang pengelasan. Langkah-langkah dalam rancang bangun sistem otomasi gerak las MIG adalah identifikasi kebutuhan pemakai, penetapan spesifikasi alat, design alat, proses manufaktur komponen, perakitan komponen, kalibrasi dan pengujian lintasan gerak. Dengan menggunakan software aplikasi Lasergrav, input perintah diberikan dalam bentuk gambar lintasan, sehingga memudahkan pengguna dalam mengoperasikan alat ini. Lintasan gerak las MIG dapat berbentuk garis lurus dan zigzag. Untuk keperluan pengujian, lintasan gerak dapat berbentuk lingkaran, kotak dan bentuk lain yang lebih rumit mengikuti input perintah yang diberikan. Kecepatan gerak probe las dapat diatur, dapat dimulai dengan kecepatan gerak minimal 1 mm/s dan dinaikkan dengan interval 1 mm/s. Pengujian lintasan gerak menunjukkan hasil yang baik. Sambungan las terlihat lurus dan rapi. Sistem otomasi gerak las MIG yang dikembangkan menunjukkan pergerakan yang cukup bagus dan dapat mendukung upaya penelitian di bidang pengelasan.

Kata kunci: kualitas sambungan las, las MIG, otomasi gerak

1. PENDAHULUAN

Saat ini teknik las telah digunakan secara luas dalam penyambungan batang-batang pada konstruksi bangunan baja dan konstruksi mesin. Luasnya penggunaan teknologi ini disebabkan karena bangunan dan mesin yang dibuat dengan menggunakan teknik penyambungan las menjadi lebih ringan dan proses pembuatannya juga lebih sederhana, sehingga biaya keseluruhannya menjadi lebih murah (Wiryo Sumarto, 2000).

Beberapa masalah yang timbul pada pengelasan adalah perbedaan tingkat keahlian operator las serta perubahan kondisi fisik dan psikis operator las. Hal ini menyebabkan hasil lasan tidak memenuhi standar peraturan las dan kualitas hasil lasan tidak konsisten. Masalah ini lebih dirasakan pada bidang penelitian pengelasan yang membutuhkan konsistensi kualitas hasil lasan. Untuk itu diperlukan peralatan las dengan gerak otomatis atau semi otomatis untuk menggantikan peran operator las. Dengan otomatisasi las, diharapkan proses pengelasan bisa konsisten sehingga menghasilkan kualitas hasil lasan yang konsisten. Dengan demikian, otomatisasi las bisa diterapkan secara lebih luas di bidang industri dan akan mendukung penelitian di bidang pengelasan.

Beberapa peneliti telah mengembangkan sistem robot las otomatis. Lee dkk (2011) telah mengembangkan sistem robot las otomatis (Robot RRXC) yang bekerja di dalam struktur *double hulled* pada proses pembangunan kapal. Robot RRXC telah sukses melaksanakan fungsi pengelasan tanpa *finishing* tambahan oleh operator las secara manual. Pan dkk (2011) telah mengembangkan sebuah metode *automated offline programming* (AOLP) untuk mengatasi masalah kompleksitas pemrograman pada sistem pengelasan robot. Chu dan Tung (2005) telah mengembangkan sistem kontrol pengelasan otomatis untuk *shield metal arc welding* (SMAW) dengan arus bolak-balik (AC). Chu dan Tung telah menurunkan model matematika dari sistem kontrol pengelasan dan mengidentifikasi parameter sistem.

Selain itu, Kim dkk (2003) telah mengembangkan algoritma baru untuk membentuk model matematik untuk memprediksi lebar manik atas melalui *neural network* dan metode

regresi ganda. Chen dkk (2014) mempromosikan ide *intelligentized welding manufacturing technology* (IWMT) dan *intelligentized welding manufacturing engineering* (IWME). Ide-ide ini meliputi penginderaan, algoritma fusi multi informasi, pemodelan cerdas dari proses dinamis las, metodologi kontrol cerdas untuk proses dinamis las, teknologi cerdas untuk robot pengelasan dan pengembangan sistem robot pengelasan otonom untuk lingkungan khusus. Huilin dkk (2014) telah mengembangkan teknologi pengelasan otomatis untuk jaringan pipa jarak jauh dengan menggunakan *all position self shielded flux cored wires*.

Pada penelitian lain, Yue dkk (2011) telah mengembangkan sistem kontrol otomatis PLC untuk melakukan proses pengelasan Cu-Al pada bidang refrigerasi. Berdasarkan analisis proses pengelasan Cu-Al, sebuah sistem kontrol otomatis PLC dikembangkan untuk mengontrol secara akurat resistensi mesin las. Caggiano dkk (2014) telah mengembangkan sistem pengelasan inovatif berdasarkan perangkat gerak 3 aksis dan sistem penglihatan yang terdiri dari kamera video, kepala laser dan *filter band-pass*. Sistem ini diimplementasikan untuk mengenali fitur yang diinginkan dari sambungan las, seperti geometri dan dimensi, dan secara otomatis menyesuaikan parameter proses pengelasan sesuai dengan fitur ini. Holder dkk (2011) melakukan penelitian tentang penggunaan proses pendinginan aktif pada pengelasan yang dikenal dengan pengelasan "*Dynamically Controlled – Low Stress No Distortion (DC-LSND)*" pada baja DH-36. Untuk mengendalikan pergerakan las, Holder menggunakan robot industri ABB IRB-4400.

Penelitian ini bertujuan merancang bangun sistem otomasi gerak las *MIG* (*metal inert gas*) dan menguji kinerja sistem otomasi gerak las *MIG* yang dikembangkan untuk mendukung peningkatan kualitas hasil lasan. Hasil dari penelitian ini akan bermanfaat untuk mendukung usaha-usaha penelitian di bidang pengelasan dan memberikan kontribusi pada pengembangan bidang teknologi manufaktur khususnya pada pengembangan sistem otomasi pengelasan.

2. METODOLOGI

Diagram alir rancang bangun sistem otomasi gerak las *MIG* diuraikan pada gambar 1.

2.1 Identifikasi Kebutuhan Pemakai

Dalam proses identifikasi kebutuhan pemakai, didapatkan kriteria-kriteria peralatan otomasi gerak las *MIG* sebagai berikut :

- a. Peralatan mampu mendukung proses pengelasan *MIG*.
- b. Dimensi alat mampu mendukung dimensi sampel penelitian bidang pengelasan yaitu minimal panjang 40 cm dan lebar 30 cm.
- c. Peralatan mampu menahan beban sampel penelitian, beban probe las, kabel las dan gaya-gaya yang timbul dalam proses pengelasan.
- d. Peralatan mampu bekerja dalam kondisi panas akibat proses pengelasan.
- e. Kecepatan pergerakan las bisa diatur / dikendalikan.
- f. Kecepatan pergerakan las cukup stabil.
- g. Pergerakan las dalam dua aksis yaitu sumbu x dan sumbu y.
- h. Pergerakan las bisa berjalan secara otomatis menggunakan prinsip CNC.
- i. Sistem otomasi gerak menggunakan *open loop control system*.
- j. Peralatan mampu melakukan pergerakan las dengan pola lurus dan zig-zag secara otomatis.

2.2 Penetapan Spesifikasi Alat

Kriteria-kriteria peralatan yang didapatkan dari identifikasi kebutuhan peralatan kemudian dikonversi menjadi uraian spesifikasi umum peralatan meliputi :

- a. Dimensi rangka, panjang x lebar x tinggi : 100cm x 60cm x 100cm.
- b. Bahan rangka : baja *hollow* tebal 2 mm ukuran 40 mm x 40 mm.
- c. Bahan komponen : baja plat dan baja poros.
- d. Penggerak : motor stepper.
- e. Pengarah gerak linier : kombinasi *linier guide rail* dan *linier guide block*.
- f. Transmisi : kombinasi *timing belt* dan *timing pulley*.
- g. Kontrol gerakan : *controller set*, *software* aplikasi beserta *driver* motor stepper.

2.3 Design Alat

Berdasarkan data-data spesifikasi alat, dilakukan proses perencanaan / design peralatan. Keluaran pada tahap ini adalah gambar perencanaan alat.

2.4 Proses Manufaktur Komponen

Untuk *part* yang tidak tersedia di pasaran, dilakukan proses manufaktur yang meliputi : *machining (cutting, turning, milling, boring, drilling, grinding, tapping)* dan *welding*. Gambar perencanaan menjadi panduan dalam proses manufaktur komponen.

2.5 Perakitan Komponen, Elektronik dan Sistem Kontrol

Proses perakitan yang dilakukan meliputi *mechanical fastening (screw&bolt)* dan *welding*. Pemasangan komponen elektronik & sistem kontrol mengikuti buku *manual instruction controller*.

2.6 Kalibrasi Akurasi

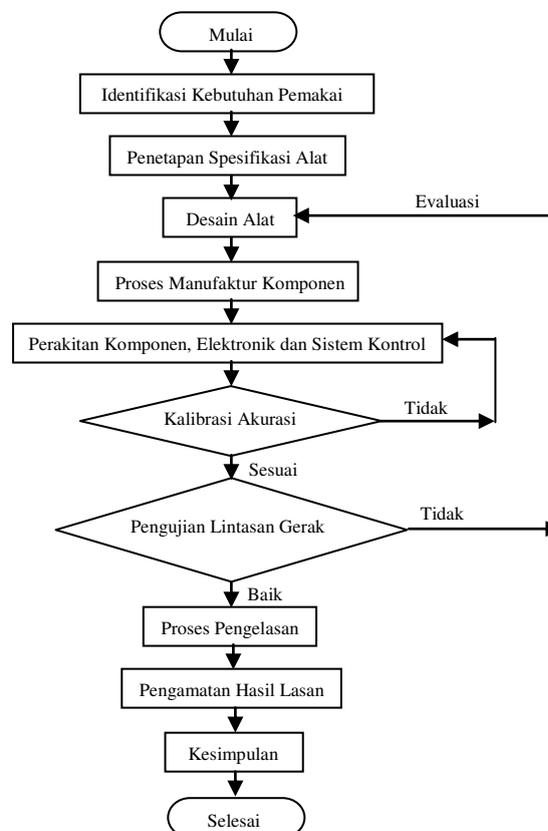
Pada tahap ini ditentukan rasio yang tepat antara gerak rotasi motor *stepper* dan gerak translasi linier dalam arah sumbu X maupun sumbu Y. Apabila kalibrasi akurasi menunjukkan ketidaksesuaian, maka langkah-langkah penelitian bisa dievaluasi kembali pada tahap perakitan komponen, elektronik dan sistem kontrol.

2.7 Pengujian Lintasan Gerak

Pengujian lintasan gerak meliputi pengujian kelurusan, pengujian ketegaklurusan, pengujian kesejajaran, pengujian *backlash*, pengujian *repeatability*, pengujian lintasan kurva lingkaran dan pengujian lintasan gerak las berupa lintasan lurus dan zigzag.

2.8 Proses Pengelasan dan Pengamatan Hasil Pengelasan

Apabila pengujian lintasan gerak berhasil, peralatan dapat dipergunakan untuk otomasi las secara riil. Hasil pengelasan akan diamati dari sisi kelurusan, kerapian dan kerataan *bead* las.

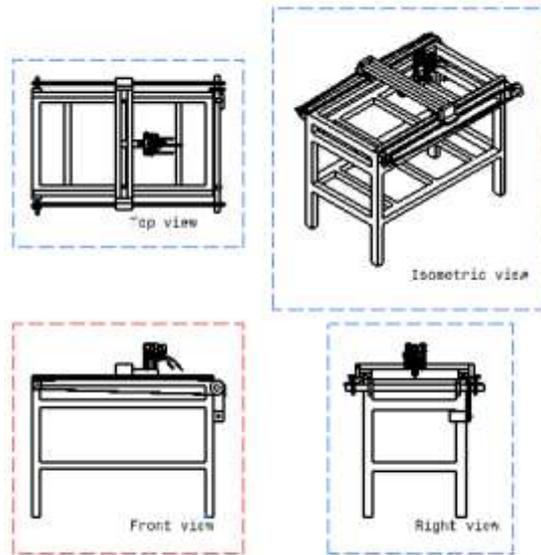


Gambar 1. Diagram alir rancang bangun sistem otomasi gerak las MIG

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Desain dan Manufaktur Sistem Mekanik Otomasi Gerak Las MIG

Desain sistem mekanik otomasi gerak las MIG ditampilkan pada gambar 2.



Gambar 2. Desain sistem mekanik otomasi gerak las MIG

Di samping itu, pemilihan komponen-komponen penting sebagai berikut :

- Power Supply* : merk Shemsco tipe S-240-24, 24 VDC, 10 A
- Motor stepper : merk Sanyo Denki tipe 103H7126-6710
- Driver* motor stepper : merk Leadshine tipe M542
- Controller* : merk Thunder Laser tipe DF212 yang dilengkapi dengan *software* Lasergrav V2.1
- Linier guide rail* merk Hiwin tipe HGR20R
- Linier guide block* merk Hiwin tipe HGH20CAZAC
- Timing belt* merk Continental tipe open XL, 130 XL dan 180 XL
- Timing pulley* merk Misumi tipe XL-037-32 dan XL-037-10

Rancang bangun sistem otomasi gerak las *MIG* telah dapat direalisasikan seperti terlihat dalam gambar 3.



Gambar 3. Realisasi rancang bangun sistem otomasi gerak las MIG

3.2 Pengujian Lintasan Gerak

Dengan menggunakan *software* aplikasi Lasergrav, input perintah diberikan dalam bentuk gambar lintasan, sehingga memudahkan pengguna dalam mengoperasikan alat ini. *Software* Lasergrav bisa terintegrasi dengan *software* Autocad dan Coreldraw. Lintasan gerak las MIG dapat berbentuk garis lurus dan zigzag. Untuk keperluan pengujian, lintasan gerak dapat berbentuk lingkaran, oval, kotak dan bentuk lain yang lebih rumit mengikuti input perintah yang diberikan. Kecepatan gerak probe las dapat diatur, dapat dimulai dengan kecepatan gerak minimal 1 mm/s dan dinaikkan dengan interval 1 mm/s. Pada pengujian ini, perangkat las MIG menggunakan merk Kobewel tipe KM-180. Kecepatan gerak *probe* diatur 10 mm/detik, *wire speed level* 9 (15,3m/menit), *voltage level* 5 (22 V), kemiringan *probe* 70⁰, tinggi *probe* 20 mm. Material yang digunakan untuk uji pengelasan adalah plat aluminium seri 5083 tebal 3 mm. Ukuran benda kerja adalah panjang 400 mm dan lebar 100 mm (gambar 4). Elektroda yang digunakan adalah seri ER 5356..Hasil pengujian lintasan gerak ditampilkan pada tabel 1.



Gambar 4. Benda kerja

Tabel 1. Hasil Pengujian Lintasan Gerak

Jenis Pengujian	Ketelitian	Ket
Kalibrasi panjang lintasan	0,02 mm	Baik
Pengujian kelurusan	0,02 mm	Baik
Pengujian ketegaklurusan	1,06 ⁰	Baik
Pengujian kesejajaran	0,04 mm	Baik
Pengujian <i>backlash</i>	0,06 mm	Baik
Pengujian <i>repeatability</i>	0,08 mm	Baik
Pengujian lintasan kurva lingkaran	NA	Baik
Pengujian lintasan gerak las berupa lintasan lurus dan zigzag	NA	Baik

3.3 Pengamatan Hasil Pengelasan

Pada saat proses pengelasan, kecepatan gerak probe las terlihat stabil, jarak antara *probe* las dengan benda kerja bisa terjaga konstan dan posisi *probe* las terlihat stabil tidak bergetar. Hasil pengelasan terlihat lurus, *bead* las terlihat rapi merata seperti ditunjukkan pada gambar 5. *Bead* las yang terlihat lurus, rapi dan merata menjadi indikator awal bahwa kualitas las baik dan homogen pada seluruh bagian las. Dengan otomasi gerak las, pengulangan proses pengelasan menunjukkan hasil pengelasan yang seragam (konsisten). Hal ini sangat mendukung proses penelitian di bidang pengelasan.



Gambar 4. Hasil pengelasan

4. KESIMPULAN

Sistem otomatis gerak las MIG yang dikembangkan menghasilkan peralatan yang cukup mudah pengoperasiannya. Peralatan ini menunjukkan pergerakan yang cukup bagus, stabil dan konstan. Ketelitian gerakan cukup baik. Sistem ini menghasilkan *bead* las yang lurus, rapi serta merata. Pengulangan proses pengelasan menunjukkan hasil pengelasan yang seragam (konsisten). Hal ini sangat mendukung proses penelitian di bidang pengelasan.

DAFTAR PUSTAKA

- Caggiano, A., Nelea, L., Sarnoa, E., Tetia, R., 2014, 3D Digital Reconfiguration of an Automated Welding System for a Railway Manufacturing Application, *Procedia CIRP*, vol. 25, no.1, pp. 39 – 45.
- Chen, S.B., Lv, N., 2014, Research evolution on intelligentized technologies for arc welding process, *Journal of Manufacturing Processes*, vol.16, no.1, pp.109-122.
- Chu, W., Tung, P., 2005, Development of an automatic arc welding system using a sliding mode control, *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, vol.45, no.1, pp.933–939.
- Holder, R., Larkin, N., Li, H., Kuzmikova, L., Pan, Z., 2011, Development of a DC-LSND Welding Process for GMAW on DH-36 Steel, *56th WTIA annual conference*, pp.1-13.
- Huilin, Z., Changjiang, W., Xuemei, Y., Xinsheng, W., Ran, L., 2014, Automatic welding technologies for long-distance pipelines by use of all- position self-shielded flux cored wires, *Natural Gas Industry B*, vol. xx, pp.1e6.
- Kim, I., Son, J., Yarlagadda, P.K.D.V., 2003, A study on the quality improvement of robotic GMA welding process, *Robotics and Computer Integrated Manufacturing*, vol.19, no.1. pp.567–572.
- Lee, D., Ku, N., Kim, T., Kim, J., Lee, K., Son, Y., 2010, Development and Application of an Intelligent Welding Robot System for Shipbuilding, *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, vol.27, no.1, pp.377-388.
- Pan, Z., Polden, J., Larkin, N., Duin, S.V., Norrish, J., 2011, Automated Offline Programming for Robotic Welding System with High Degree of Freedoms, *Advances in Computer, Communication, Control & Automation, LNEE*, vol.121, no.1, pp. 685–692.
- Wirjosumarto, H., dan Okumura, T., 2000, *Teknologi Pengelasan Logam*, edisi 8, Pradnya Paramita, Jakarta.
- Yue, Z., Li, H., Taili, S., Qidong, L., Xichuan, Z., 2011, Automatic Control System of Copper Pipe and Aluminum Pipe Butt Resistance Welding Machine, *Procedia Engineering*, vol.15, no.1, pp. 613 – 617.