

Analisis Data Monitoring proses pengelasan FCAW (Flux Core Arc Welding) berbasis Multi Layer Perceptron

Adlian Jefiza¹, Diono¹, Sumantri Lukito¹

¹Politeknik Negeri Batam

Teknik Mekatronika

Jln. Ahmad Yani, Batam Centre, Batam 29461, Indonesia

E-mail: adlianjefiza@polibatam.ac.id, diono@polibatam.ac.id

Abstrak

Pengelasan FCAW sangat dipengaruhi oleh parameter pengelasan agar tidak terjadi cacat las seperti Undercut, Underfill dan Overlap. Parameter tersebut terdiri dari Tavel Speed, Arus DC, Tegangan DC dan *Heat Input*. Untuk monitoring data parameter tersebut sudah dirancang dan digunakan di Industri. Namun untuk memprediksi kemungkinan cacat las, dibutuhkan klasifikasi data monitoring pengelasan FCAW. Metode yang digunakan dalam klasifikasi adalah Multi Layer Perceptron (MLP). Data yang digunakan adalah 400 data untuk klasifikasi, dan 201 data untuk prediksi. Hasil klasifikasi menggunakan MLP memperoleh akurasi sebesar 98,99 % dengan RMSE sebesar 0,0624. Sedangkan untuk prediksi, berdasarkan 201 data terdapat 169 data normal dan 32 data cacat las.

Kata kunci: Pengelasan FCAW, Multi Layer Perceptron, Cacat Las

Abstract

FCAW welding is strongly influenced by the welding parameters so as not to occur welding defects such as Undercut, Underfill and Overlap. Those parameters consist from Tavel Speed, DC Current, DC Voltage and *Heat Input*. For monitoring the parameter data already designed and used in Industry. However for predict possibility welding defects, needed FCAW welding monitoring data classification. Method used in classification is Multi-Layer Perceptron (MLP). Data used is 400 data for classification, and 201 data for prediction. Classification results using MLP get accuracy of 98.99% with an RMSE of 0.0624. Whereas for prediction, based on 201 data there are 169 normal data and 32 welding defect data.

Keywords : FCAW Welding, Multi-Layer Perceptron, Weld Defect

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara maritime yang dikelilingi lautan. Sekitar 62% luas wilayah Indonesia adalah laut dan perairan, dengan perincian luas wilayah daratan sebesar 1,91 juta km² sedangkan luas wilayah perairan mencapai 6,32 juta km². Indonesia juga memiliki 17.491 pulau hasil validasi dan telah diverifikasi hingga desember 2019. Total Indonesia memiliki garis pantai sepanjang 81.000 km [1]. Dengan letak geografis tersebut, industri manufacturing dan perkapalan merupakan bagian penting dalam pertumbuhan perekonomian bangsa

Salah satu industry yang berkembang di wilayah pesisir Indonesia adalah galangan kapal. Saat ini, jumlah galangan kapal di Indonesia sebanyak 198 unit. Dari jumlah itu, 110 unit tersebar di Batam dan 88 unit tersebar di wilayah lain[2]. Dengan banyaknya

galangan kapal yang berada di Batam, mengakibatkan industri pengelasan logam sangat dibutuhkan sebagai bahan dalam produksi galangan kapal.

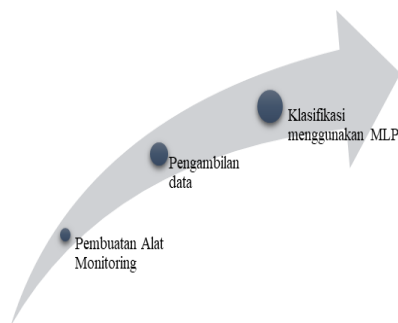
Dalam industri fabrikasi logam secara perlahan mulai memasuki tahap otomatisasi. Namun sebagian besar industry pengelasan di Batam belum menerapkan sistem otomatisasi. Sistem otomatisasi pada pengelasan diharapkan dapat digunakan dalam meningkatkan hasil produksi pengelasan yang maksimal. Salah satu cara peningkatan hasil produksi pengelasan dengan sistem otomatisasi adalah dengan menerapkan sistem monitoring pada mesin las yang digunakan. Dengan adanya sistem monitoring diharapkan dapat memantau kualitas inputan dari mesin las agar tidak terjadi cacat las.

Berdasarkan riset sebelumnya, perancangan monitoring *Heat Input* mesin las pada pengelasan

lepas pantai. Hasil penelitiannya mengindikasikan monitoring *Heat Input* sangat penting dilakukan karena bahwa masukan panas yang lebih tinggi dapat menyebabkan ekspansi ke arah ukuran butir mikro, tetapi akan menyebabkan kekerasan lebih rendah dan mempengaruhi nilai ketangguhan [3]. Penelitian lain juga melakukan monitoring *Heat Input* mesin las terkait distorsi hasil pengelasan. Hasil penelitian yang didapatkan adalah menunjukkan bahwa distorsi pengelasan dicapai pada masukan panas sebesar 756 J/mm. Pada masukan panas ini, persentase ferit acicular dimaksimalkan menghasilkan ketangguhan impak las yang baik [4]. Berdasarkan kedua referensi tersebut, belum terdapat analisis data mesin las FCAW untuk memprediksi hasil pengelasan. Berdasarkan permasalahan tersebut, peneliti bertujuan menganalisis data monitoring pengelasan FCAW (Flux Core Arc Welding) Berbasis Multi Layer Perceptron. Adapun cacat las yang akan diprediksi adalah *Undercut*, *Underfill*, *Overlap* [5]. Dengan demikian, klasifikasi prediksi hasil las yang diharapkan adalah terdapat 4 kelas.

2. Metode Penelitian

Dalam metodologi yang digunakan pada pembuatan sistem monitoring *Heat Input* membutuhkan beberapa tahapan. Tahapan yang dilakukan dalam pembuatannya dapat dilihat pada Gambar 1



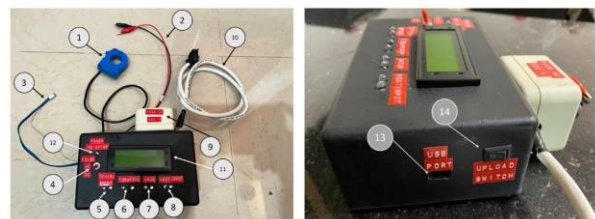
Gambar 1 Blok Diagram Sistem Monitoring *Heat Input*

Skema blok diagram pada Gambar.1 adalah skema sistem monitoring *Heat Input* yang terintegrasi dengan sistem IoT sehingga dapat diakses oleh tim yang berkepentingan. Adapun tahapan berdasarkan

blok diagram dapat diuraikan dengan penjelasan berikut ini:

2.1 Desain Mekanikal alat

Desain mekanik sistem monitoring *Heat Input* menggambarkan bentuk jadi alat. Dalam desain mekanik pembuatan alat, ditambahkan beberapa yaitu 4 lampu LED warna merah, 4 lampu LED warna biru, 1 buah LCD 20x4, Toggle switch untuk merubah dari Arus AC, DC & AC/DC dan boks berukuran 180mm x 110mm x 70mm dari bahan plastik ABS. LED dan LCD digunakan sebagai indicator kerja alat monitoring. Adapun desain mekanik alat dapat dilihat pada Gambar 2



Gambar 2 Alat monitoring data pengelasan FCAW

Tabel 1 Deskripsi Alat Monitoring data Pengelasan FCAW

| No. | Deskripsi | Jenis Sensor |
|-----|---|--------------|
| 1 | Kabel untuk mengukur kuat arus DC | HSTS023R |
| 2 | Kabel untuk mengukur Tegangan DC | ESP32-32S |
| 3 | Kabel untuk mengukur kecepatan kawat las (<i>travel speed</i>) | LM393 |
| 4 | Toggle switch merubah tampilan sistem AC/DC, AC dan DC pada LCD. | - |
| 5 | LED indikator untuk kecepatan kawat las (<i>travel speed</i>) | - |
| 6 | LED indikator untuk tegangan DC | - |
| 7 | LED indikator untuk kuat arus DC | - |
| 8 | LED indikator untuk <i>Heat Input</i> | - |
| 9 | Socket untuk mengukur arus AC (ADD ON) | PZEM-004T |
| 10 | Socket input (masukan) listrik arus AC | - |
| 11 | Monitor LCD untuk menampilkan data. | LCD 20x4 |
| 12 | Indikator power (LED hijau) | - |
| 13 | Koneksi USB (Power dengan catu daya dan untuk mengunggah program dari Arduino IDE)[6] | - |
| 14 | Tombol Switch (Boot) pada saat mengunggah program dari Arduino IDE. | - |

2.2 Pengambilan Data

Alat monitoring data pengelasan digunakan untuk melihat laju parameter. Dalam proses pengelasan, terdapat beberapa parameter yang mempengaruhi hasil. Selain faktor kemampuan operator pengelas, kondisi kinerja mesin juga menjadi parameter utama. Parameter utama pada kinerja mesin las meliputi Arus, Tegangan DC, *Heat Input*, dan *Travel Speed*. Pada pengambilan data pengelasan, mesin las dioperasikan selama 3 jam dalam proses pengelasan. Selama 3 jam pengelasan, diperoleh data sebanyak 400 raw data. Data ini digunakan sebagai acuan klasifikasi hasil pengelasan. Setelah itu dilanjutkan pengambilan data kedua sebanyak 200 data yang digunakan sebagai target prediksi hasil pengelasan. Semua data dapat diakses pada database *MySQL*. *MySQL* atau dibaca “My Sekuel” dengan adalah suatu *RDBMS (Relational Database Management System)* yaitu aplikasi sistem yang menjalankan fungsi pengolahan data [7]. *MySQL* adalah salah satu aplikasi DBMS yang sudah banyak digunakan oleh para pemrogram aplikasi web. Contoh DBMS lainnya adalah : *PostgreSQL (freeware)*, *SQL Server*, *MS Access* dari *Microsoft*, *DB2* dari *IBM*, *Oracle* dan *Oracle Corporation*, *Dbase*, *FoxPro*, dan sebagainya” [8].

2.3 *Travel Speed*

Kecepatan dalam mengelas juga berpengaruh terhadap hasil, dalam menentukan kecepatan kita harus menyesuaikan dengan besar arus yang digunakan. Arus dan kecepatan harus seimbang agar didapat profil pengelasan yang baik, penetrasi, serta sambungan las yang sesuai *acceptance criteria*. Semakin tinggi arus las maka kecepatan las juga meningkat, karena arus yang tinggi akan menyebabkan elektroda juga semakin cepat mencair sehingga *Travel Speed* juga ditingkatkan agar lebar lasan tidak berlebih [9].

2.4 *Heat Input*

Heat Input adalah perpindahan energi panas per

unit satuan panjang pada proses pengelasan. Energi panas diakibatkan oleh parameter pengelasan yaitu arus, tegangan, sentuhan elektroda dengan logam induk dan kecepatan pengelasan. *Heat Input* merupakan faktor penting dalam pengelasan karena dapat mempengaruhi laju pendinginan. Laju pendinginan akan berperan pada pembentukan struktur metalurgi daerah HAZ dan *weld metal* serta sifat mekanis dari sambungan [10].

2.5 Arus dan Tegangan

Merupakan salah satu faktor utama yang mempengaruhi hasil pengelasan mulai dari kedalaman penetrasi atau fusi *weld metal* dengan benda kerja. Sebagai catatan semakin besar arus yang digunakan maka penetrasi akan semakin dalam dan sebaliknya jika arus semakin kecil maka penetrasi semakin dangkal. *Arc Voltage* atau tegangan busur ini sangat erat kaitannya dengan panjang busur las atau jarak elektroda dengan benda kerja saat proses pengelasan berlangsung. Untuk proses pengelasan seperti GMAW, SAW dan FCAW ini dipengaruhi oleh *power source* dan dapat divariasikan tersendiri oleh arus. Saat melakukan pengaturan pada voltase maka dapat mempengaruhi hasil dari pengelasan baik kedalaman atau lebarnya [9].

2.6 Klasifikasi data monitoring pengelasan FCAW menggunakan Multi Layer Perceptron (MLP)

Proses klasifikasi data monitoring pengelasan FCAW menggunakan MLP bertujuan untuk memprediksi hasil pengelasan. Parameter pengelasan yang digunakan adalah Arus DC, Tegangan DC, *Heat Input* dan *Travel Speed*. Keempat parameter tersebut digunakan untuk memprediksi hasil pengelasan. Hasil pengelasan terdiri dari kondisi normal dan cacat las. Untuk cacat las yang akan diprediksi adalah *Underfill*, *Overlap* dan *Undercut*. Untuk melihat nilai parameter dari cacat las dapat diamati pada Tabel 2.

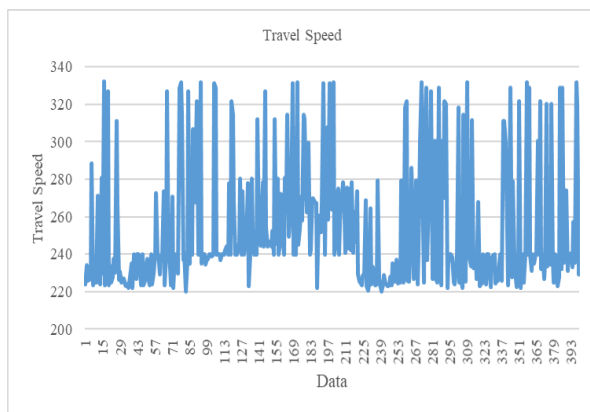
Tabel 2 Klasifikasi data monitoring pengelasan FCAW

| Hasil | Parameter | | | |
|-----------|---------------|-----------------|------------|--------------|
| | Arus (Ampere) | Tegangan (Volt) | Heat Input | Travel Speed |
| Baik | 175-195 | 10-23 | 0,2-1,2 | 220-310 |
| Underfill | Low | Normal | Normal | High |
| Undercut | High | Normal | Normal | High |
| Overlap | Low | Normal | Low | High |

3 RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Travel Speed

Monitoring data *Travel Speed* pada pengujian alat dilakukan selama 3 jam dengan memperoleh data sebanyak 400 data. Untuk tampilan data dapat dilihat pada Gambar3.

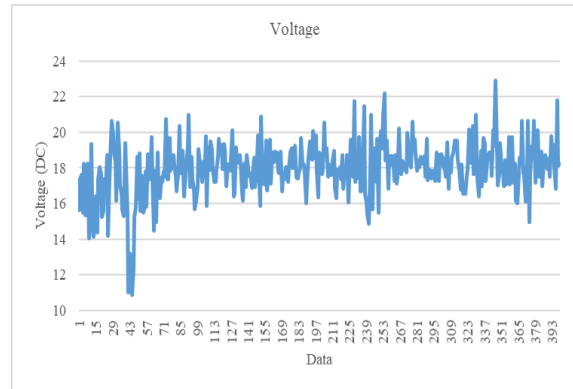


Gambar 3. Data parameter *Travel Speed*

Berdasarkan **Gambar 3**, data *travel speed* terlihat berada pada range 220 sampai 330. Hal ini mengindikasikan pada proses pengelasan dapat berpotensi terjadi cacat las. Cacat las dapat terjadi karena nilai *Travel Speed* berada diatas ambang normal pengelasan yang baik yaitu 220-310.

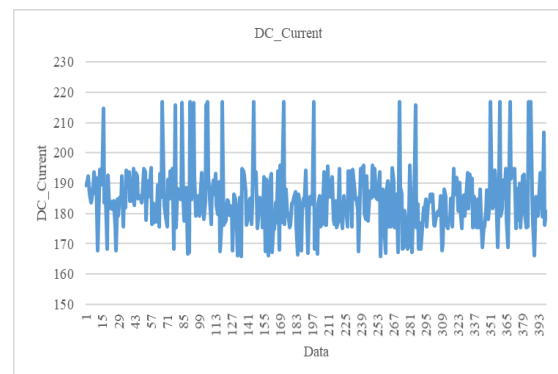
3.2 Arus dan Tegangan

Pada perangkat monitoring data pengelasan diharapkan bekerja pada tegangan maksimal sebesar 30 VDC dengan arus berada pada range 175-195 ADC



Gambar 1 Data tegangan pada sistem monitoring mesin las

Tegangan kerja pada mesin las yang diujicobakan berada pada nilai 12 VDC sampai 24 VDC Berdasarkan Gambar.5 terlihat bahwa terdapat beberapa perubahan nilai tegangan seperti pada data 222, data 434, data 578 dan data 595. Perubahan data tegangan disebabkan oleh kemampuan daya mikrokontroler dalam membaca data secara realtime. Sedangkan untuk melihat data arus dapat dilihat pada Gambar 6.



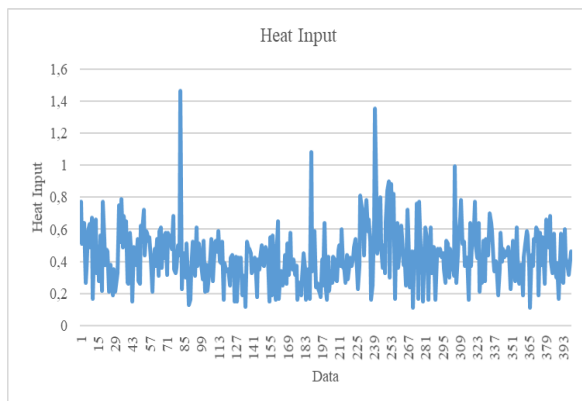
Gambar 2 Data arus sistem monitoring mesin las

Arus yang diharapkan mengalir pada mesin las adalah sekitar 30 A. sebagai sebuah sistem monitoring, alat harus bisa memberikan informasi terkait kondisi arus yang mengalir ketika proses pengelasan sedang berlangsung. Berdasarkan hasil pengambilan data arus DC terdapat beberapa data yang berada dibawah batas limit minimum 30A

3.3 Heat Input

Parameter lainnya yang dimonitoring adalah *Heat Input* dengan rentang nilai 0,2-1,2. Dalam

pengambilan data, terdapat beberapa nilai yang melebihi standar *Heat Input*.



Gambar 7. Data *Heat Input*

3.4 Klasifikasi Data Monitoring pengelasan FCAW (*Flux Core Arc Welding*) berbasis *Multi Layer Perceptron*

Dalam klasifikasi data monitoring, terdapat 4 kelas output yaitu Normal, Underfill, Undercut dan Overlap. Pengklasifikasian menggunakan *Multi Layer Perceptron* dengan jumlah hidden layer nya 8, 8, dan 10. Learning rate yang diberikan sebanyak 0,3 dan epochs sebesar 500. Hasil klasifikasi dapat dilihat pada Tabel 3

Tabel 3 Hasil klasifikasi menggunakan MLP

| | Normal | Overlap | Undercut | Underfill |
|-----------|--------|---------|----------|-----------|
| Normal | 341 | 0 | 0 | 0 |
| Overlap | 0 | 22 | 0 | 1 |
| Undercut | 0 | 0 | 20 | 0 |
| Underfill | 2 | 1 | 0 | 9 |

Berdasarkan Tabel 3 , akurasi klasifikasi data monitoring pengelasan yaitu sebesar 98,99 % dimana terdapat 4 data yang tidak akurat. Nilai RMSE nya sebesar 0,0624. Selanjutnya, klasifikasi MLP digunakan untuk memprediksi data pengelasan

3.5. Prediksi data pengelasan FCAW

Tahapan prediksi dilakukan dengan menggunakan parameter MLP pada tahapan klasifikasi. Data yang akan diprediksi sebanyak 201 data yang diambil saat pengelasan selama 2 jam. Hasil prediksi tersebut dapat dilihat pada Tabel 4

Tabel 4 Prediksi pengelasan menggunakan MLP

| | Prediksi |
|-----------|----------|
| Normal | 169 |
| Overlap | 5 |
| Undercut | 12 |
| Underfill | 15 |

Berdasarkan Tabel 4, dapat prediksi terjadinya beberapa cacat las . Untuk Underfill dapat terjadi sebanyak 15 data, Undercut sebanyak 12 data dan Overlap sebanyak 5 data.

4 KESIMPULAN

Setelah melakukan analisis data pengelasan FCAW, dapat ditarik kesimpulan bahwa dalam tahapan klasifikasi data pengelasan sudah mendapatkan hasil yang baik. Akurasi yang diperoleh adalah sekitar 98,99 % dengan nilai RMSE sebesar 0,0624. Namun pada tahapan prediksi, sering ditemukan data yang cacat las. Total ada 32 dari 201 data yang terprediksi dapat mengakibatkan cacat las atau sekitar 84 % data terprediksi normal dan 16 % terprediksi cacat las

DAFTAR PUSTAKA

- [1] “Indonesia Kaya Potensi Kelautan dan Perikanan | Indonesia Baik.” <https://indonesiabaik.id/infografis/infografis-indonesia-kaya-potensi-kelautan-dan-perikanan> (accessed Aug. 09, 2022).
- [2] “Kemenperin: Indroyono dan Saleh Bahas Galangan Kapal.” <https://kemenperin.go.id/artikel/10342/Indroyono-dan-Saleh-Bahas-Galangan-Kapal> (accessed Aug. 09, 2022).
- [3] Wan Shaiful Hasrizam Wan Muda, s Nurul Syahida Mohd Nasir, Sarizam Mamat, and Saifulnizan Jamian, “EFFECT OF WELDING HEAT INPUT ON MICROSTRUCTURE AND MECHANICAL PROPERTIES AT COARSE GRAIN HEAT AFFECTED ZONE OF ABS

- GRADE A STEEL,” *J. Eng. Appl. Sci.*, vol. 10, no. 20, pp. 9487–9495, Nov. 2015.
- [4] H. Wibowo, M. N. Iلمان, and P. Tri Iswanto, “Analisa Heat Input Pengelasan terhadap Distorsi, Struktur Mikro dan Kekuatan Mekanis Baja A36,” *J. Rekayasa Mesin*, vol. 7, no. 1, pp. 5–12, May 2016, doi: 10.21776/ub.jrm.2016.007.01.2.
- [5] Achmadi, “18 Macam Cacat Las dan Penyebabnya Serta Cara Mengatasi,” Jun. 25, 2022. <https://www.pengelasan.net/cacat-las/> (accessed Aug. 09, 2022).
- [6] M. S. Massimo Banzi, *Getting Started with Arduino" 3rd edition*. USA: Maker Media, Inc., 2015.
- [7] A. F. K. Sibero, *Web Programming Power Pack*. Mediakom, Yogyakarta, 2013.
- [8] P. Hidayatullah and Kawistara, *Pemrograman Web*. Bandung, Informatika, 2015.
- [9] “Parameter Pengelasan : Arus, Voltase, Kecepatan semua Proses,” Jan. 19, 2021. <https://www.pengelasan.net/parameter-pengelasan/> (accessed Aug. 09, 2022).
- [10] M. I. R. Yuniarto and H. Pratikno, “Analisis Pengaruh Variasi Heat Input Pengelasan FCAW pada Sambungan Baja BKI Grade A Terhadap Sifat Mekanik,” vol. 8, no. 2, p. 6, 2019.