

Implementasi *Fuzzy Logic* untuk Monitoring Kekuatan Genggaman Tangan Pasien Pasca Stroke

Dedi Kurniadi¹, Tuti Angraini², dan Azra Aliya³
^{1,2,3} Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Padang
*Corresponding Author, email:azraaliya17@gmail.com

Abstrak—Telah dilakukan pembuatan Implementasi *Fuzzy Logic* Untuk Monitoring Kekuatan Genggaman Tangan Pasien Pasca Stroke. Sasaran penelitian ini membuat sistem untuk mendeteksi kekuatan genggaman pasien pasca stroke. Metode Penelitian ini menggunakan metode *fuzzy logic* Mamdani untuk mengklasifikasikan tingkat risiko hemiparesis berdasarkan data usia dan kekuatan genggaman. Hasil pengujian sensor loadcell untuk pengukuran kekuatan genggaman mendapatkan keakurasian 97,71% yang dibandingkan dengan *dynamometer* medis. Dengan menggunakan metode *fuzzy logic* Mamdani mendapatkan akurasi sebesar 99,959%. Hasil pengukuran akan ditampilkan pada LCD dan tersimpan di SD Card. Secara keseluruhan alat dapat berfungsi dengan baik. Saran untuk penelitian lanjutan, dapat ditambahkan pemantauan tekanan darah, dan diabetes, sehingga untuk mendeteksi gejala hemiparesis akan lebih optimal.

Kata Kunci: Stroke, Hemiparesis, Sensor Loadcell, Kekuatan Genggaman, Fuzzy Mamdani

Abstract— *Fuzzy Logic Implementation for Post-Stroke Patient Handgrip Strength Monitoring has been carried out. The aim of this study was to use the Mamdani fuzzy logic method to classify the risk level of hemiparesis based on age and grip strength data. The research method starts from making the tool and measuring the performance of the tool. The test results of the load cell sensor for measuring grip strength obtained an accuracy of 97.71% compared to a medical dynamometer. By using the Mamdani fuzzy logic method, an accuracy of 99.959% was obtained. The measurement results will be displayed on the LCD and stored on the SD Card. Overall, the tool can function well. Suggestions for further research, blood pressure and diabetes monitoring can be added, so that detecting symptoms of hemiparesis will be more optimal.*

Keywords: Stroke, Hemiparesis, Sensor Loadcell, Hand Grip Strength, Fuzzy Mamdani

© 2025 Elektron Jurnal Ilmiah

I. PENDAHULUAN

Stroke termasuk dalam penyakit serebrovaskular (pembuluh darah otak), yang ditandai dengan kematian jaringan otak (infark), akibatnya berkurangnya pasokan darah ke otak. Stroke adalah suatu kondisi yang terjadi ketika suplai darah ke otak tersumbat. Penurunan kesadaran diakibatkan dari suplai oksigen ke otak yang tiba-tiba menurun dan secara bertahap akan menyebabkan hipoksia pada jaringan tubuh [1][2]. Stroke menjadi masalah serius yang dihadapi hampir seluruh dunia. Stroke merupakan penyakit terbanyak ketiga setelah penyakit jantung dan kanker, serta stroke juga merupakan penyakit penyebab kecacatan tertinggi di dunia. Menurut *American Heart Association (AHA)*, di Amerika setiap tahunnya adalah 50-100 dari 100.000 orang penderita. Di Negara-negara ASEAN penyakit stroke juga merupakan masalah kesehatan utama yang menyebabkan kematian. Data *South Asian Medical Information Centre (SEAMIC)* menyebutkan, angka kematian Stroke terbesar terjadi di Indonesia yang kemudian diikuti secara berurutan oleh negara Filipina, Singapura, Brunei, Malaysia, dan Thailand [3]. Hasil Risesdas menunjukkan adanya peningkatan prevalensi stroke di Indonesia. Dari 7% per sejuta pada 2013, menjadi 10,9% per mil pada 2018, yang menunjukkan bahwa angka kejadian stroke terus meningkat [4].

Peningkatan ini juga terlihat di Sumatra Barat, khususnya di Kota Padang, di mana terdapat 2.553.200 kasus stroke pada tahun 2018, mengalami peningkatan setiap tahunnya [5].

Efek samping stroke meliputi hemiparesis *transien*, kehilangan kemampuan berbicara, dan kehilangan sensori setengah/hemisensori [6]. Hemiparesis adalah kondisi yang terjadi karena adanya kelemahan pada salah satu sisi tubuh. Istilah ini berasal dari kata hemi yang berarti separuh, setengah, atau satu sisi dan paresis yang berarti kelemahan [7].

Sensori merujuk pada kemampuan tubuh untuk merasakan rangsangan atau stimulus, seperti sentuhan, suhu, atau nyeri. Pasien stroke yang mengalami kehilangan sensori pada satu sisi tubuh akan kehilangan kemampuan untuk merasakan stimulus tersebut. Pasien stroke yang mengalami kehilangan sensori pada satu sisi tubuh akan kehilangan kemampuan untuk merasakan stimulus tersebut. Pasien stroke yang mengalami hemiparesis dan tidak mendapatkan penanganan yang tepat dapat menimbulkan komplikasi gangguan fungsional, gangguan mobilisasi, dan gangguan aktifitas sehari-hari [8].

Diperlukan perbaikan kemampuan motorik ekstremitas melalui program rehabilitasi. Salah satu

intervensi perbaikan mobilisasi penderita stroke adalah *Range of Motion* (ROM) yang dapat meningkatkan atau mempertahankan fleksibilitas dan kekuatan otot [9]. Oleh karena itu diperlukan alat untuk mengukur kekuatan genggaman tangan secara efektif untuk memantau perkembangan rehabilitasi pasien pascastroke.

Penelitian serupa pernah dilakukan oleh Soly Mathew Biju, dan Hashir Zahid Syekh yang berjudul "*Sensor Evaluation For Hand Grip Strength*". Namun masih terdapat beberapa kekurangan yaitu kabel tersebut membuat sarung tangan terlalu berat untuk digunakan. Terlebih lagi, kabel dapat menyebabkan kesulitan saat jari digerakkan [10].

Selain itu, ada juga penelitian Hartono, dkk. yang telah melakukan penelitian serupa dengan judul "*Matrix Pressure Sensor untuk Mengamati Genggaman Tangan pada Objek Silinder*". Akan tetapi masih terdapat kekurangan karena Sensor ini memerlukan kalibrasi berkala untuk memastikan akurasi pengukuran, dan bisa lebih rentan terhadap kerusakan atau keausan dibandingkan sensor tunggal yang lebih sederhana [11].

Berdasarkan uraian tersebut, diperlukan suatu sistem untuk mengklasifikasikan risiko hemiparesis dengan baik menggunakan logika *fuzzy*. Maka dari itu penelitian ini ditunjukkan untuk pembuatan alat monitoring kekuatan genggaman tangan pasca stroke dengan judul "*Implementasi Fuzzy Logic Untuk Monitoring Kekuatan Genggaman Tangan Pasien Pasca Stroke*", sehingga pengukuran dapat dilakukan tanpa harus datang ke rumah sakit.

II. METODE

Secara keseluruhan sistem ini tersusun atas bagian penting yang saling terintegrasi dan dapat dikelompokkan menjadi 3 bagian utama yaitu proses input, pengolahan data, dan output. Penelitian ini menggunakan metode *fuzzy logic* Mamdani untuk menentukan risiko klasifikasi penyakit hemiparesis berdasarkan data kekuatan genggaman tangan pasien pasca stroke.

A. Logika Fuzzy

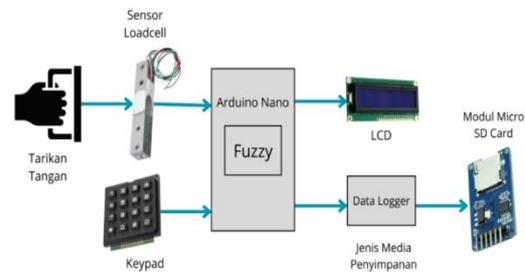
Logika *fuzzy* adalah suatu cara untuk memetakan suatu ruang masukan ke dalam suatu ruang keluaran. Logika *fuzzy* ditemukan oleh Prof. Lotfi A. Zadeh dari Universitas California di Berkeley pada tahun 1965. Sebelum ditemukannya teori logika *fuzzy* (*fuzzy logic*), dikenal sebuah logika tegas, yang memiliki nilai benar atau salah secara tegas [12]. Sebaliknya logika *fuzzy* merupakan sebuah logika yang memiliki kekaburan atau kesamaran (*fuzzyness*) antara benar atau salah. Dalam teori logika *fuzzy*, sebuah nilai bisa bernilai benar atau salah secara bersamaan namun berapa besar kebenaran atau kesalahan suatu nilai tergantung kepada bobot/derajat keanggotaan yang dimilikinya. Dalam teori logika *fuzzy* dikenal himpunan *fuzzy* (*fuzzy set*)

merupakan pengelompokan sesuatu berdasarkan variabel bahasa (*linguistic variable*), yang dinyatakan dalam fungsi keanggotaan (*membership function*) [13].

Metode Mamdani, yang juga dikenal sebagai Metode Max-Min, diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Untuk mendapatkan output, diperlukan empat tahapan [14]. Pertama, pembentukan himpunan *fuzzy*, di mana variabel input dan output dibagi menjadi satu atau lebih himpunan *fuzzy*. Kedua, aplikasi fungsi implikasi, dengan fungsi implikasi yang digunakan adalah Min. Ketiga, komposisi aturan, di mana berbeda dengan penalaran monoton, jika sistem terdiri dari beberapa aturan, inferensi diperoleh dari kumpulan dan korelasi antar aturan. Ada tiga metode yang digunakan dalam inferensi sistem *fuzzy*, yaitu: max, additive, dan probabilitas OR (probor). Terakhir, penegasan atau defuzzifikasi, di mana input dari proses defuzzifikasi adalah himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari komposisi aturan, dan outputnya berupa bilangan pada domain himpunan *fuzzy* tersebut. Jika diberikan suatu himpunan *fuzzy* dalam range tertentu, maka harus diambil nilai crisp sebagai output. Ada beberapa metode dalam defuzzifikasi, yaitu metode *centroid*, bisektor, *MOM*, *LOM*, dan *SOM* [15].

B. Desain Hardware

Alat bantu pengukuran kekuatan genggaman pasien pascastroke ini berguna untuk memantau perkembangan rehabilitasi secara objektif. Selain itu, alat ini juga dapat meningkatkan motivasi pasien dengan menunjukkan progres nyata dalam kekuatan genggaman mereka seiring waktu, sehingga mendorong partisipasi aktif dalam proses rehabilitasi dan mempercepat pemulihan fungsi motorik tangan. Blok diagram alat dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Blok Diagram Alat

Pada Gambar 1 memiliki 2 input, yaitu tarikan tangan, dan keypad. Tarikan tangan ini memberikan beban pada load cell. Beban ini menyebabkan perubahan pada resistansi atau gaya yang diterapkan pada elemen pengukur di dalam load cell. Akibatnya, sinyal listrik yang dihasilkan oleh load cell berubah sesuai dengan besarnya beban tersebut. Load cell kemudian menggunakan HX711 untuk mengonversi data analog menjadi data digital, yang kemudian dikirim melalui mikrokontroler untuk diproses dan dianalisis. Mikrokontroler tersebut akan mengolah sinyal dari sensor load cell untuk menghitung kekuatan genggaman dalam satuan berat, serta menggabungkan

informasi usia yang dimasukkan melalui keypad. Setelah data diproses, hasilnya ditampilkan di LCD (output) dan disimpan di SD card menggunakan sistem penyimpanan data logger untuk analisis lebih lanjut.

C. Desain Software

Urutan proses alat dimulai dengan inialisasi sistem, di mana komponen seperti sensor Loadcell dan Keypad dideklarasikan dan dikonfigurasi di Arduino IDE. Selanjutnya, input umur dilakukan dengan menekan tombol 'A' pada Keypad, memasukkan angka umur, dan menampilkannya di layar LCD. Konfirmasi umur melibatkan perbaikan input yang salah dengan tombol '*' dan penyimpanan data umur yang benar dengan tombol '#'. Setelah itu, pengukuran kekuatan genggaman dimulai dengan menekan tombol 'B', yang membuat sensor Loadcell mendeteksi beban dari genggaman tangan. Terakhir, penyimpanan data dilakukan dengan menyimpan data kekuatan genggaman yang telah dianalisis ke dalam SD Card untuk dokumentasi dan analisis lebih lanjut.



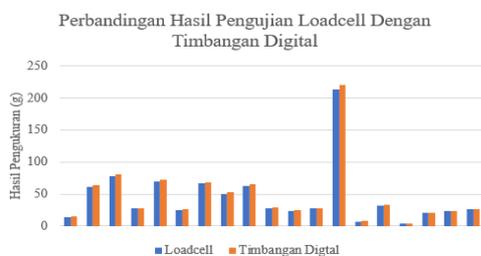
Gambar 2. Tahapan Proses Alat

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran alat dibandingkan dengan timbangan digital dan *dynamometer*. Setelah hasil dari masing-masing tersebut didapatkan, alat dapat langsung digunakan untuk pengukuran pada pasien.

A. Hasil Perbandingan Dengan Timbangan Digital

Pengujian alat menggunakan sensor load cell dilakukan untuk mengukur akurasi dan konsistensi hasil yang dihasilkan oleh sensor tersebut. Hasil pengukuran kemudian dibandingkan dengan timbangan digital sebagai alat referensi, guna memastikan bahwa load cell memberikan pembacaan yang akurat dan dapat diandalkan. Hasil percobaan sensor loadcell dengan timbangan digital dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Hasil Percobaan Sensor dengan Timbangan Digital

Dari grafik di atas, dapat terlihat bahwa error tertinggi yang terdeteksi adalah 4,2%, sementara error terendah adalah 1,29%. Perbedaan antara nilai

error tertinggi dan terendah menunjukkan variasi dalam akurasi pengukuran. Hal ini mengindikasikan perlunya kalibrasi yang lebih sering untuk memastikan konsistensi dan akurasi alat.

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan diatas, maka dapat dihitung tingkat akurasi dari pengukuran dari hasil keluaran *fuzzy* dari mikrokontroler dengan cara:

$$\text{Akurasi} = 100\% - \text{rata-rata error} \%$$

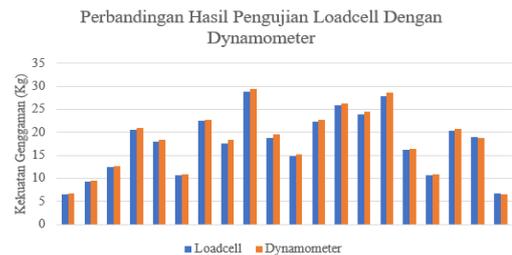
$$\text{Rata-Rata Error Akurasi} = 100\% - 3,0 \%$$

$$\text{Akurasi} = 97 \%$$

Dapat disimpulkan nilai akurasi dari sensor Loadcell untuk pengukuran kekuatan genggaman adalah 97% dengan rata-rata error 3%.

B. Hasil Perbandingan Pembacaan Sensor Dengan Dynamometer

Pengujian sensor Loadcell dilakukan dengan membandingkan alat hasil rancangan dengan alat konvensional yang biasa dipakai para tenaga medis yaitu *dynamometer*. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui nilai akurasi yang diperoleh alat ukur untuk kekuatan genggaman yang telah dibuat dengan mendapatkan 30 sampel pengujian.



Gambar 4. Perbandingan Alat dengan Dynamometer

Dari grafik di atas, dapat terlihat bahwa error tertinggi yang terdeteksi adalah 3,93%, sementara error terendah yang didapatkan adalah 1,02% dengan menggunakan *dynamometer*. Perbedaan ini menunjukkan variasi dalam akurasi pengukuran, yang menunjukkan perlunya kalibrasi yang lebih sering untuk meningkatkan konsistensi dan keandalan alat. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan diatas, maka dapat dihitung tingkat akurasi dari pengukuran dari hasil keluaran *fuzzy* dari mikrokontroler dengan cara:

$$\text{Akurasi} = 100\% - \text{rata-rata error} \%$$

$$\text{Rata-Rata Error Akurasi} = 100\% - 2,08 \%$$

$$\text{Akurasi} = 97,92 \%$$

C. Pengujian Metode Fuzzy Mamdani Klasifikasi Risiko Hemiparesis

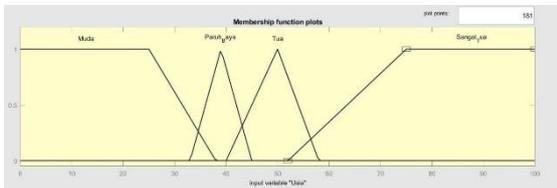
Penggunaan algoritma *fuzzy* perlu dilakukan pengujian terhadap himpunan keanggotaan input, output dan rule base yang digunakan sehingga

didapatkan output yang diinginkan. Dimana pada sistem yang dibuat menggunakan metode *Fuzzy Mamdani*. Pengujian ini dilakukan dengan mengambil satu kondisi yang mewakili hasil dari keseluruhan sampel yang ada.

Dari data hasil pembacaan sensor Loadcell menghasilkan data usia 50 tahun dan kekuatan genggam 14,25 kg Berdasarkan data tersebut *fuzzy mamdani* dapat melakukan klasifikasi penyakit risiko hemiparesis seseorang berdasarkan tingkatannya. Berikut merupakan penjelasannya.

1. Fuzzifikasi

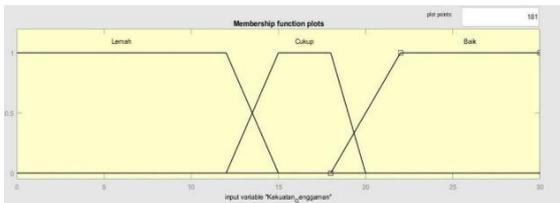
Dalam proses fuzzifikasi sudah dibuat fungsi keanggotaan dan kurva keanggotaan dari setiap variabel. Usia 50 Tahun masuk ke dalam himpunan dewasa. Adapun derajat keanggotaan dari usia ada pada Gambar 5.



Gambar 5. Fungsi Derajat Keanggotaan Usia

$$\begin{aligned} \mu_{Muda}(x) &= 0; x \geq 38 \\ \mu_{ParuhBaya}(x) &= 0; x \geq 45 \\ \mu_{Tua}(x) &= \frac{50-40}{50-40} = \frac{10}{10} = 1 \\ \mu_{SangatTua}(x) &= 0; x \leq 52 \end{aligned}$$

Pada Gambar 5. dan hasil perhitungan dapat dianalisa usia pasien 50 tahun merupakan nilai yang sudah termasuk ke dalam himpunan usia tua dengan rentang 40-58 tahun, sehingga sudah bernilai 1 pada fungsi keanggotaan usia.



Gambar 6. Fungsi Derajat Keanggotaan Kekuatan Genggam

Dari Gambar 6 dapat dihitung nilai dari masing-masing derajat keanggotaannya, yaitu sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \mu_{Lemah}(14,25) &= \frac{15 - 14,25}{15 - 12} = \frac{0,75}{3} = 0,25 \\ \mu_{Cukup}(14,25) &= \frac{14,25 - 12}{15 - 12} = \frac{2,25}{3} = 0,75 \\ \mu_{Baik}(14,25) &= 0; x \leq 15 \end{aligned}$$

Pada Gambar 6 dan hasil perhitungan dapat dianalisa nilai kekuatan genggam merupakan nilai

yang sudah termasuk ke dalam himpunan lemah dan baik, sehingga derajat keanggotaan himpunan lemah bernilai 0,25 dan keanggotaan himpunan cukup bernilai 0,75.

2. Inferensi

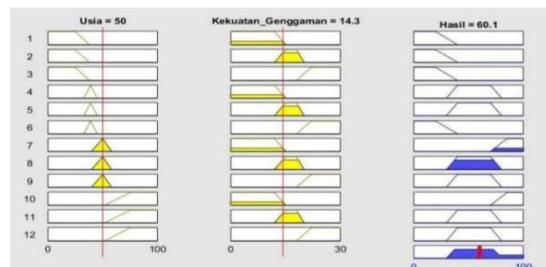
Pada proses inferensi yang harus diperhatikan adalah aturan (rules). Dimana rules yang digunakan untuk pendeteksian risiko terkena penyakit hemiparesis adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \mu_{muda} \text{ AND } \mu_{lemah} &= \min(0, 0,25) = 0 \\ \mu_{muda} \text{ AND } \mu_{cukup} &= \min(0, 0,75) = 0 \\ \mu_{muda} \text{ AND } \mu_{baik} &= \min(0, 0) = 0 \\ \mu_{sedang} \text{ AND } \mu_{lemah} &= \min(0, 0,25) = 0 \\ \mu_{sedang} \text{ AND } \mu_{cukup} &= \min(0, 0,75) = 0 \\ \mu_{sedang} \text{ AND } \mu_{baik} &= \min(0, 0) = 0 \\ \mu_{tua} \text{ AND } \mu_{lemah} &= \min(1, 0,25) = 0,25 \\ \mu_{tua} \text{ AND } \mu_{cukup} &= \min(1, 0,75) = 0,75 \\ \mu_{tua} \text{ AND } \mu_{baik} &= \min(1, 0) = 0 \\ \mu_{sangattua} \text{ AND } \mu_{lemah} &= \min(0, 0,25) = 0 \\ \mu_{sangattua} \text{ AND } \mu_{cukup} &= \min(0, 0,75) = 0 \\ \mu_{sangattua} \text{ AND } \mu_{baik} &= \min(0, 0) = 0 \end{aligned}$$

Nilai alpha predikat dari setiap aturan yang telah dihitung akan digunakan untuk membentuk suatu kesimpulan *fuzzy* mengenai risiko penyakit hemiparesis.

3. Defuzzifikasi

Tahap defuzzifikasi adalah proses untuk menghasilkan output yang bersifat tegas atau numerik. Pada tahap defuzzifikasi ini menggunakan metode *centroid (Center Of Area)*. Dimana *centroid* melibatkan perhitungan titik pusat dari daerah tindakan yang dihasilkan oleh fungsi keanggotaan output yang memiliki nilai alpha predikat sehingga menghasilkan nilai output yang representatif dan dapat digunakan sebagai keputusan akhir dalam sistem. Hasil defuzzifikasi dapat dilihat pada Gambar 7.

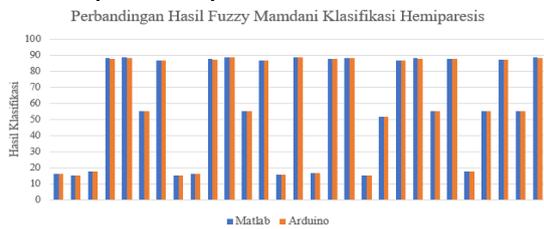


Gambar 7. Hasil Defuzzifikasi

Sehingga hasil dari proses defuzzifikasi tersebut, usia 50 tahun dan kekuatan genggam 14,25 kg menghasilkan keluaran risiko hemiparesis adalah 60,1 % yang berarti seseorang tersebut mengalami risiko hemiparesis sedang dengan mengikuti rules-8, dimana jika usia tua dan kekuatan genggam cukup maka hasil klasifikasi adalah risiko hemiparesis sedang.

Untuk melakukan uji akurasi hasil *fuzzy mamdani* dari proses pengolahan dari mikrokontroler, maka penulis melakukan pengujian terhadap hasil dengan melakukan perbandingan hasil prediksi dengan

software Matlab, dimana sama- sama menggunakan analisa *fuzzy* mamdani. Pengujian dilakukan dengan memberikan input usia dan kekuatan genggam dengan 30 sampel data. Grafik perbandingan *fuzzy* mamdani risiko hemiparesis dengan matlab dan arduino dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Perbandingan Hasil *Fuzzy* Deteksi Risiko Hemiparesis

Dari grafik diatas dapat dilihat pengujian dilakukan dengan melakukan pengukuran terhadap 30 sampel, dengan pengelompokkan sampel berdasarkan usia. Didapatkan selisih error tertinggi 0,097%, dan error terendah didapatkan 0,011%. Sehingga dapat dihitung nilai % error antara hasil *fuzzy* dari Arduino dan Matlab dengan cara:

$$\text{Akurasi} = 100\% - \% \text{Rata-Rata}$$

$$\text{Error Akurasi} = 100\% - 0,041\%$$

$$\text{Akurasi} = 99,957\%$$

Dari perhitungan diatas didapatkan akurasi sebesar 99,953%, dimana hasil tersebut sangat baik. Adanya perbedaan nilai output yang dihasilkan merupakan faktor pembulatan.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa, metode *fuzzy* mamdani telah berhasil diaplikasikan untuk menganalisis data dari sensor loadcell dan menghasilkan diagnosis mengenai klasifikasi risiko terkena hemiparesis. Hasil alat menunjukkan bahwa metode *Fuzzy* Mamdani dapat mendeteksi gejala risiko penyakit hemiparesis, yaitu ringan, sedang, dan berat. Berdasarkan hasil pengujian dan analisa, selisih error pengujian *fuzzy* di matlab dengan arduino diperoleh 0,041% dengan hasil akurasi 99,959%. Dan hasil perbandingan pengujian dengan *dynamometer* mendapatkan error 2,29%. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan dapat menjadi alat yang efektif untuk memantau kekuatan genggam pasien pascastroke dan memberikan dukungan diagnosis dalam proses rehabilitasi pasien.

REFERENSI

- [1] Y. Prasetyo, "Terapi Latihan Di Air Bagi Penderita Stroke," *Medikora*, pp. 163–172, 2009, [Online]. Available: <http://hcdrahadi.wordpress.com/2008/05/25/strokemenganca-m-usia->
- [2] I. Lishania, R. Goejantoro, and Y. N. Nasution, "Perbandingan Klasifikasi Metode Naive Bayes dan Metode Decision Tree Algoritma (J48) pada Pasien Penderita Penyakit Stroke di RSUD Abdul Wahab Sjahranie Samarinda," *J. Eksponensial*,

- vol. 10, no. 2, pp. 135–142, 2019, [Online]. Available: <http://jurnal.fmipa.unmul.ac.id/index.php/exponensial/article/view/571>
- [3] E. Rahmadani and H. Rustandi, "Peningkatan Kekuatan Otot Pasien Stroke Non Hemoragik dengan Hemiparese melalui Latihan Range of Motion (ROM) Pasif," *J. Telenursing*, vol. 1, no. 2, pp. 354–363, 2019, doi: 10.31539/joting.v1i2.985.
- [4] I. Sari, "Analisis Ekologi: Hubungan Faktor Risiko dengan Prevalensi Stroke di Indonesia 2018," *Arter. J. Ilmu Kesehatan*, vol. 3, no. 4, pp. 132–138, 2022, doi: 10.37148/arteri.v3i4.236.
- [5] Y. Haiga, I. Prima Putri Salman, and S. Wahyuni, "Perbedaan Diagnosis Stroke Iskemik dan Stroke Hemoragik dengan Hasil Transcranial Doppler di RSUD Dr. M. Djamil Padang," *Sci. J.*, vol. 1, no. 5, pp. 391–400, 2022, doi: 10.56260/scienv1i5.72.
- [6] J. M. Black and J. H. Hawks, *Keperawatan medikal bedah: manajemen klinis untuk hasil yang diharapkan*. Elsevier (Singapore), 2014.
- [7] B. A. Permadhi, Ludiana, and S. Ayubbana, "Penerapan ROM pasif terhadap peningkatan kekuatan otot pasien dengan stroke non hemoragik," *J. Cendekia Muda*, vol. 2, no. 4, pp. 443–446, 2022, [Online]. Available: <http://www.jurnal.akperdharmawacana.ac.id/index.php/JWC/article/view/370/231>
- [8] O. Dwi Rahmah Kartija *et al.*, "MANAGEMENT FISIOTERAPI PADA KASUS HEMIPARESE SINISTRA e.c STROKE NON HEMORAGIC: A CASE REPORT," *Cetak) J. Innov. Res. Knowl.*, vol. 3, no. 1, pp. 4677–4686, 2023.
- [9] R. S. Akademik, "1 , 2 1,2," vol. 3, no. 10, pp. 2697–2708, 2024.
- [10] S. M. Biju and H. Z. Sheikh, "Sensor evaluation for hand grip strength," *Int. J. Electr. Comput. Eng.*, vol. 12, no. 5, pp. 4756–4764, 2022, doi: 10.11591/ijece.v12i5.pp4756-4764.
- [11] A. F. Miyata, L. Agustine, and H. Pranjoto, "Matrix Pressure Sensor untuk Mengamati Genggam Tangan pada Objek Silinder," *Cylind. J. Ilm. ...*, pp. 20–26, 2021, [Online]. Available: <http://ojs.atmajaya.ac.id/index.php/cylinder/article/view/Miyata%2CAgustine%2CPranjoto%20Ahttp://ojs.atmajaya.ac.id/index.php/cylinder/article/download/Miyata%2CAgustine%2CPranjoto/1233>.
- [12] M. Simajuntak, "Penilaian Kinerja Dosen Dengan Menggunakan Metode Sugeno," *J. Inf. Syst. Dev.*, vol. 2, no. 1, 2017.
- [13] R. C. Anggria, A. Afriyudi, and F. Panjaitan, "Penerapan Metode Fuzzy TOPSIS dalam Sistem Pendukung Keputusan Penilaian Kinerja dan Jabatan Karyawan Balai Penelitian Sembawa," in *Student Colloquium Sistem Informasi & Teknik Informatika (SC-SITI) 2015*, Fakultas Ilmu Komputer Universitas Bina Darma, 2015.
- [14] S. Sumiati & Nuryadhin, "Decision Support Systems In Determining Lecturer's Performance Appraisal Using Fuzzy Database Method of Mamdani's Model (Case Study at the University of Serang Raya)," *Int. J. Appl. or Innov. Eng. Manag.*, vol. 2, no. 11, pp. 2319–4847, 2013.
- [15] S. Kusumadewi, "Analisis Desain Sistem Fuzzy Menggunakan Tool Box Matlab," *Yogyakarta Graha Ilmu*, 2002.