

Implementasi Fuzzy Logic Dalam Monitoring Infus Berbasis Internet of Things (IoT)

Moch Sigit Rizky Maulana¹, Tatang Rohana², Tohirin Al Mudzakir³

^{1,2,3}Universitas Buana Perjuangan Karawang, Indonesia

e-mail: ¹if19.mochmaulana@mhs.ubpkarawang.ac.id, ²tatang.rohana@ubpkarawang.ac.id,

³tohirin@ubpkarawang.ac.id

Abstract

The main function of the infusion is to provide fluids to the patient, the availability of the patient's infusion fluids must always be considered periodically. The increasing number of patients and the limited number of medical personnel is causing uncontrollable delays in changing IV fluids. Blockage in the infusion line can cause air embolism in the blood vessels, which can result in death. By using an automatic infusion monitoring system, the risk of delays in replacing patient infusion fluids can be reduced. To calculate the ambiguity of sensor values, the fuzzy mamdani method was used in this study. Load Cell, HX711 and IR HC-89 are the sensors used. The value generated by the sensor is in the form of NodeMCU ESP32 input which is used by the mamdani method to determine the value in the form of output. The command to turn on the buzzer is the value of the output. Maximizing the effectiveness of the infusion monitoring system is designed with the Mamdani calculation method. The difference in value with an average weight of 5.9% infusion and 5.54 Vo drops is obtained from the results of a comparison of sensor testing with manual tools. Infusion monitoring obtains an accuracy rate of 92% from the test results on system performance.

Keywords: Infusion, Internet Of Things, Fuzzy Logic, Website

Abstrak

Fungsi utama infus memberikan cairan kepada pasien, ketersediaan cairan infus pasien harus selalu diperhatikan secara berkala. Bertambahnya jumlah pasien dan terbatasnya tenaga medis menyebabkan keterlambatan tak terkendali dalam mengganti cairan infus. Penyumbatan pada jalur infus dapat menyebabkan emboli udara pada pembuluh darah, yang dapat mengakibatkan kematian. Dengan menggunakan sistem pemantauan infus otomatis risiko keterlambatan penggantian cairan infus pasien dapat dikurangi. Menghitung ambiguitas nilai sensor digunakan metode fuzzy mamdani dalam penelitian. Load Cell, HX711 dan IR HC-89 merupakan sensor yang digunakan. Nilai yang dihasilkan oleh sensor berupa input NodeMCU ESP32 yang digunakan oleh metode mamdani untuk menentukan nilai berupa output. Perintah untuk menyalakan buzzer merupakan nilai dari output. Memaksimalkan efektivitas sistem pemantauan infus dirancang dengan perhitungan metode mamdani. Selisih nilai dengan rata-rata berat infus 5.9% dan tetes 5.54 Vo didapatkan dari hasil perbandingan pengujian sensor dengan alat manual. Pemantauan infus mendapatkan tingkat akurasi sebesar 92% dari hasil pengujian pada kinerja sistem.

Kata kunci: Infus, Internet Of Things, Fuzzy Logic, Website

1. PENDAHULUAN

Infus dimanfaatkan untuk memberikan cairan ataupun obat kepada pasien sehingga perlu keakuratan dan pemantauan agar tidak terjadi kesalahan[1]. Fungsi cairan infus yaitu untuk menggantikan cairan di dalam tubuh yang hilang dan menyeimbangkan elektrolit tubuh[2]. Pemantauan cairan infus masih dilakukan secara manual oleh tenaga medis dengan mengunjungi kamar pasien setiap saat[3]. Volume cairan infus yang dimasukkan ke dalam tubuh pasien berbeda-beda, harus diatur sesuai kebutuhan volume cairan per menit[4]. Jika terjadi

kesalahan atau keterlambatan pemasangan infus maka akan mengakibatkan penyumbatan, sehingga dapat membahayakan pasien[5].

Dari permasalahan yang ada di atas maka peneliti membuat sebuah perangkat cerdas sistem penanganan infus dengan judul “ Prototype Otomasi Infus Berbasis Fuzzy Logic.” Menggunakan sensor utama yaitu Loadcell dengan modul ADC HX711[6]. Sistem kontrol *fuzzy logic* diterapkan dengan menggunakan *microcontroller* berdasar ATmega, yang ditambah dengan pompa udara, *stepper* motor dan pendeteksi aliran cairan. Hasil dari sistem *prototype* pemantauan aliran cairan infus secara otomatis memiliki tingkat kesuksesan 96.75% dengan nilai titik atur 20 tetes per 1 menit. Telah dilakukan penelitian mengenai perancangan otomatis alat infus berbasis *fuzzy logic*[7]. Alat tersebut memiliki 3 fungsi utama dapat memantau sisa infus, dapat mengganti cairan infus secara otomatis dan dapat menunjukkan infus pasien yang tersumbat. Media pemantauan telah didukung dengan *website* yang dapat dikendalikan dari jarak jauh dan *realtime*. Pengujian telah dilakukan dan efektivitas sistem ditemukan memiliki tingkat kesalahan 0.2% hingga 0.7% dan memiliki akurasi 98%.

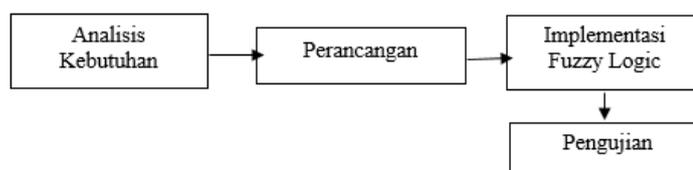
Kemudian M Yamin telah membuat Alat atau perangkat pemantau yang dibuat untuk menghitung tampilan dari LCD[8]. Berat infus volume dan persentase infus dengan tampilan 3 warna di *website* seperti warna merah, warna kuning, dan warna hijau tergantung pada *website* yang dikembangkan oleh bahasa php. Pemrograman C dengan arduino dan bahasa C yang tertanam dalam *microprocessor* atau *microcontroller* yang berbasis *fuzzy logic*[9], [10]. Hasil pengujian telah dicapai, alat pemantau dapat bekerja secara efisien dan lengkap saat menghitung berat, persentase, dan volume. Data pemindaian sensor *load cell* memiliki keberhasilan 98%. Pada penelitian lain juga telah membangun sistem perangkat pemantauan menggunakan sensor *load cell* dan node MCU[11]. Berat infus dipantau dan hasilnya ditampilkan di *website* pada layar komputer di ruang perawat. Ketika volume cairan dalam kantong yang dipantau kurang dari 200 mL, indikator peringatan LED kuning akan menyala dan pesan peringatan akan ditampilkan. Pengujian telah menunjukkan bahwa sistem dapat secara bersamaan menampilkan berat dua kantong infus yang dipantau dan memicu alarm ketika volume infus mencapai batas. Sistem yang dibangun didukung oleh perangkat pemantauan menggunakan sensor *load cell* dan node MCU[12], pengujian menunjukkan bahwa jangka waktu yang dibutuhkan untuk mengirim dan menerima pemberitahuan di telegram membutuhkan jangka sekitar 2 sampai 5 detik. Pesan akan terkirim 3 kali, pertama infus WARNING hampir habis (hati-hati), kedua infus WARNING hampir habis (bersiap) dan infus WARNING hampir habis (ganti). Jika infus tidak diganti oleh suster, akan diperingatkan oleh *buzzer*. Namun, waktu dapat dipengaruhi oleh jaringan internet yang tersedia[13], [14].

Dari penelitian yang sudah ada maka, penelitian ini bermaksud untuk membuat alat pemantau cairan infus dengan judul “Implementasi Model *Fuzzy Logic* Dalam Monitoring Infus Berbasis Internet Of Things (IoT)”. Meningkatkan sistem perawatan kesehatan, sistem pemantauan infus dan jalur infus harus memfasilitasi pekerjaan petugas medis dan memungkinkan pasien dirawat dengan cepat, efektif dan efisien dengan infus tanpa kontrol manual[15], [16].

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Tahapan Penelitian

Proses penelitian terdiri dari beberapa tahapan, dimulai dari tahap analisis kebutuhan dan pengumpulan data, tahap perancangan *hardware* dan *software*, tahap penerapan, tahap pengujian dan evaluasi. Penelitian ini akan merancang sistem monitoring infus berbasis IoT (Internet Of Things). Karena dengan IoT hasil dari output yang akan tersimpan kedalam sistem internet[17], [18]. Penentuan sistem monitoring infus yaitu dengan mengukur berat infus dengan menggunakan sensor Load Cell yang akan berfungsi untuk menentukan nilai bobot dari infus. Sementara untuk menghitung tetesan infus dengan menggunakan sensor IR-HC bekerja untuk menghitung laju tetesan dari infus tersebut[19], [20]. Hasil Pengukuran dari kedua sensor tersebut nantinya akan di proses dalam sebuah Mikrokontroler dengan metode Fuzzy Logic untuk menghasilkan sebuah status Monitoring pada infus tersebut. Proses penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

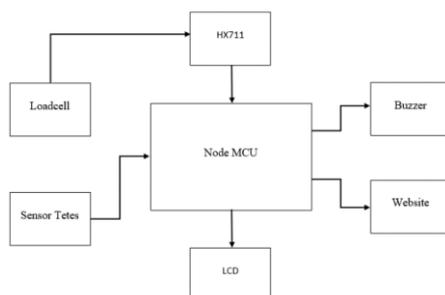
Dalam proses penelitian ini pada Gambar 1, yaitu bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat dibawah ini :

- Analisis kebutuhan,, pada tahap ini dilakukan pengumpulan bahan bahan penelitian seperti Mikrokontroler Node MCU/ ESP 32, Sensor Load Cell, Sensor IR-HC, Sencor Buzzer dan Liquid Crystal Display (LCD).
- Perancangan, Perancangan, pada tahap ini terdiri atas perancangan alat yang dilakukan untuk merancang sistem monitoring infus. Langkah ini dilakukan dengan mengkoneksikan seluruh sensor yang digunakan ke dalam mikrokontroler NodeMCU ESP32. Selanjutnya, output yang dihasilkan oleh seluruh sensor tersebut akan ditampilkan pada sebuah aplikasi website.
- Implementasi Fuzzy Logic, pada tahap ini dilakukan pengimplementasian Fuzzy ke dalam sebuah progam untuk menentukan parameter nilai berat dalam infus, implementasi Fuzzy Logic ini akan dijadikan 3 golongan yaitu diantaranya Penuh, Sedang Dan Habis.
- Tahap Pengujian, Pengujian tahap dilaksanakan untuk memeriksa apakah sistem yang telah dibuat berjalan atau tidak, dan juga seberapa akurat sistem tersebut dalam memonitoring infus.

2.2. Rancangan Alat

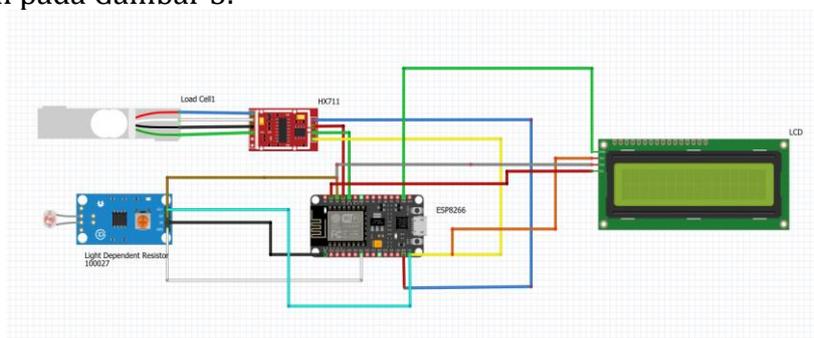
Gambar 2 menunjukkan bahwa penelitian ini dibuat menggunakan tiga sensor yaitu, Sensor Load Cell, Sensor Tetets/ Sensor IR-HC dan Sensor Buzzer ditempatkan untuk kegunaan untuk mendapatkan nilai berat pada infus, Sensor

Load Cell di tempatkan diatas tiang dan di gantungkan pada infus untuk mendapatkan nilai berat pada infus, sensor IR-HC ditempelkan pada selang lajur tetes infus untuk menghitung laju tetes tersebut, dan Sensor Buzzer mengeluarkan suara sirine berfungsi untuk mengetahui perawat/pegawai rumah sakit bahwa infus sudah habis. NodeMCU/ESP32 adalah untuk memproses input data dari seluruh sensor tersebut. NodeMCU/ESP32 akan menggunakan pendekatan Fuzzy untuk menentukan parameter dari nilai infus tersebut. Dan hasil keluarannya akan disajikan pada LCD.



Gambar 2. Blok Diagram Perangkat Keras

Alat Monitoring infus terdiri dari serangkaian blok input dan output yang terintegrasi ke dalam blok pemrosesan Mikrokontroler NodeMCU ESP32. Blok input terdiri dari Sensor Load Cell yang dipasang dengan modul HX711 dan IR HC untuk memberikan informasi nilai berat dan tetes infus. Hasil pembacaan nilai sensor dimunculkan pada halaman web sebagai blok output. Struktur alat ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Sistem Pengawatan Modul

Hasil rangkaian alat-alat elektronik memiliki fungsi untuk mendapatkan nilai yang menunjang sistem untuk menghasil sebuah output monitoring infus. Berikut alat-alat elektronik diantaranya:

a) Sensor Load Cell

Load Cell adalah sensor yang dimaksudkan untuk mengukur berat pada sebuah tekanan atau berat suatu beban, yang sering digunakan untuk mengubah tekanan atau beban variasi tegangan.

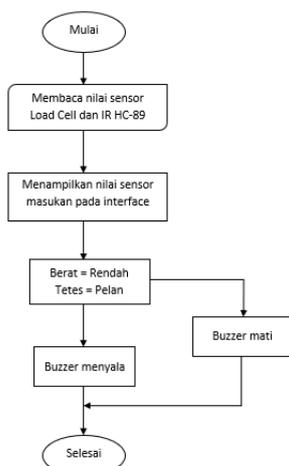
b) Modul HX711

HX711 merupakan modul yang bisa digunakan dalam merangkai sebuah timbangan digital, modul HX711 ini berfungsi sebagai perangkat keras untuk

mengkonversi sinyal analog yang diberi oleh Load Cell menjadi sinyal digital. Dasar pengoperasian modul HX711 adalah mengubah perubahan resistansi yang terdeteksi menjadi nilai tegangan, yang kemudian dikirim ke NodeMCU/ESP32.

- c) ESP32 adalah modul WiFi yang dikembangkan oleh Espressif Systems yang memiliki fitur lengkap dan kinerja yang baik. Modul ini merupakan pengembangan dari modul WiFi ESP8266. Terdapat dua CPU yang masing-masing memiliki tingkat kecepatan 80 MHz dan 160 MHz. Selain itu, ESP32 juga memiliki banyak perangkat tambahan seperti ADC, DAC, I2C, I2S, SPI, dan UART untuk berbagai macam aplikasi.
- d) Sensor IR-HC
Untuk menghitung laju tetes pada cairan infus
- e) Sensor Buzzer
Buzzer sebagai alarm notifikasi ketika berat cairan infus habis dan tetesan cairan infus tidak menetes.
- f) Liquid Crystal Display (LCD)
LCD adalah suatu jenis media tampil yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD ini dapat menampilkan karakter dengan menggunakan library yang bernama LiquidCrystal. Liquid Crystal Display (LCD) memiliki modul I2C yang bertindak sebagai protokol komunikasi serial dua arah yang menggunakan dua saluran khusus untuk transmisi dan penerimaan data. Saluran SDA (Serial Data) dan SCL (Serial Clock) mengangkut data antara I2C dan pengontrol sebagai bagian dari teknologi I2C.

Perancangan software dari sistem dalam penelitian ini mengikuti sebuah flowchart langkah-langkah sistem yang sedang berjalan, dimulai dengan membaca *input* sensor yang terdiri dari bobot dan tetes infus. Nilai ini ditampilkan di antarmuka web sebagai nilai *output*. Nilai sensor yang dimasukkan digunakan untuk menentukan nilai parameter bobot dan tetes infus. Saat berat infus tinggi, lebih dari 375 gram, *buzzer* tidak berbunyi. Selain itu, saat infus turun perlahan, *buzzer* akan menyala. Fungsi *buzzer* memperingatkan dengan suara bahwa infus habis atau tidak menetes.



Gambar 4. Flowchart Sistem

2.3. Penerapan Fuzzy Logic

Untuk Mengetahui nilai dari sebuah berat infus, perlu adanya indicator dari sebuah status berat infus, maka langkah selanjutnya adalah proses pembuatan rule Fuzzy Logic. Dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Rule Based Fuzzy Logic

No	Berat Infus	Kondisi Tetes	Buzzer
1	Rendah	Pelan	Berbunyi
2	Sedang	Sesuai	Tidak Berbunyi
3	Sedang	Cepat	Tidak Berbunyi
4	Sedang	Pelan	Berbunyi
5	Penuh	Sesuai	Tidak Berbunyi
6	Penuh	Cepat	Tidak Berbunyi

Pada tahap ini, metode Fuzzy Logic dipakai untuk memperhitungkan nilai-nilai berat infus yang diperoleh dari sistem monitoring infus. Proses pengendalian dengan teknik Fuzzy Logic menggunakan setiap parameter dengan batas optimal sebagai titik kendali dalam sistem. Penerapan logika Fuzzy Logic pada Sensor Load Cell dilakukan pada kode sumber arduino, dimana hasil akan mengikuti aturan yang sudah di tetapkan sebelumnya untuk mengeluarkan hasil yang sesuai. Hasil pembuatan sistem monitoring infus untuk parameter nya di tunjukan pada Gambar 5 berikut.



Gambar 5. Fuzifikasi Berat Infus

Setiap variable dari parameter berat infus memiliki rentang dari 150 hingga 450 dengan nilai rata-rata. Berikut ini adalah table nilai pada fungsi keanggotaan Berat Infus.

Tabel 2. Keanggotaan Fuzzy

Variable	Nilai Pada Fungsi Keanggotaan
Rendah	≤ 150
Sedang	$150 \leq X \leq 250$ $250 \leq X \leq 350$
Penuh	≥ 450

Tabel 1 menjelaskan jika berat infus menghasilkan suatu nilai, nilai tersebut dapat dikelompokkan menjadi 3 variable yaitu rendah, sedang dan penuh. Setelah nilai keanggotaan tersebut diperoleh maka dilakukan perhitungan fuzzifikasi yang diwakili oleh persamaan matematika berikut:

$$\mu(\text{Rendah}) = \begin{cases} 250 - X & 1, X \leq 150 \\ 250 - 150 & 150 \leq X \leq 250 \\ 0 & X \geq 150 \end{cases}$$

$$\mu(\text{Sedang}) = \begin{cases} X - 150 & 0, X \leq 150 \\ 250 - 150 & 150 \leq X \leq 250 \\ 350 - X & 250 \leq X \leq 350 \\ 350 - 250 & 0, X \geq 350 \end{cases}$$

$$\mu(\text{Penuh}) = \begin{cases} X - 450 & 0, X \leq 450 \\ 450 - 350 & 350 \leq X \leq 450 \\ 1 & X \geq 450 \end{cases}$$

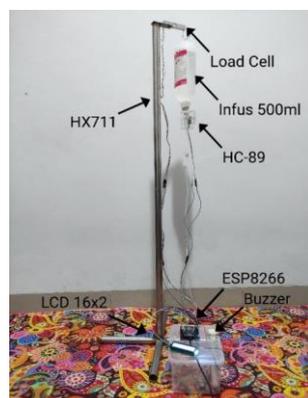
Kumpulan Aturan dalam basis Rule (Aturan Dasar).

- a) If Berat Infus Is Rendah And Kondisi Tetets Pelan Then Buzer Berbunyi
- b) If Berat Infus Is Sedang And Kondisi Tetes Sesuai Then Buzer Tidak Berbunyi
- c) If Berat Infus Is Sedang And Kondisi Tetes Cepat Then Buzer Tidak Berbunyi
- d) If Berat Infus Is Penuh And Kondisi Tetes Pelan Then Buzer Berbunyi
- e) If Berat Infus Is Penuh And Kondisi Tetes Sesuai Then Buzer Tidak Berbunyi
- f) If Berat Infus Is Penuh And Kondisi Tetes Cepat Then Buzer Tidak Berbunyi

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Perancangan Alat

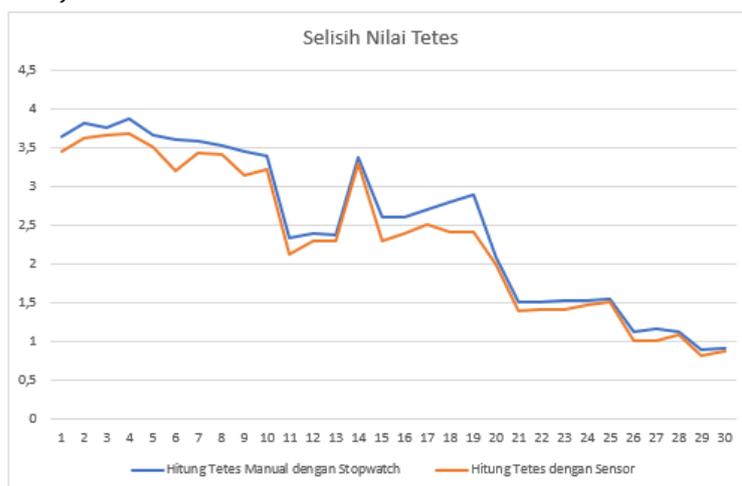
Hasil rancangan alat untuk menentukan Sistem Monitoring Infus menggunakan metode Fuzzy Logic Berbasis Internet Of Things (IoT) Merupakan hasil perancangan dari setiap modul yang telah dianalisis dan akan ditempatkan sesuai dengan fungsinya. Hasil perancangan alat seperti ada Gambar 6 berikut. Sesuai dengan didesain yang dibuat sebelumnya, Gambar 6 menunjukkan prototipe monitor infus dengan alat yang terpasang pada tiang infus untuk mendeteksi bobot dan tetes. Sensor Load Cell untuk mengukur berat infus lalu ada sensor IR-HC yang di tempelkan pada selang infus untuk mengukur laju tetes cairan infus. Dan LCD 20X4 dan Buzzer untuk menampilkan output yang dihasilkan dari sistem tersebut dan notifikasi alarm untuk sensor buzzer.



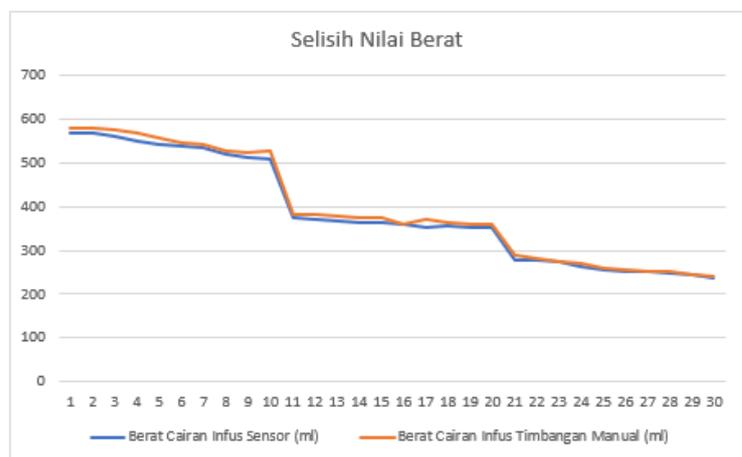
Gambar 6. Hasil Perancangan Alat

3.2. Hasil Pengujian

Pengujian alat secara keseluruhan baik, pengujian dibagi menjadi 2 bagian yaitu pengujian hitung tetes dan pengujian berat infus. pengujian nilai sensor dibandingkan dengan alat ukur digital dan pengujian kinerja alat. Pengujian dilakukan dengan mengambil 30 sampel dan menghitung akurasi alat. Gambar 7 dan 8 menunjukkan uji sensor.



Gambar 7. Grafik Pengujian Hitung Tetets



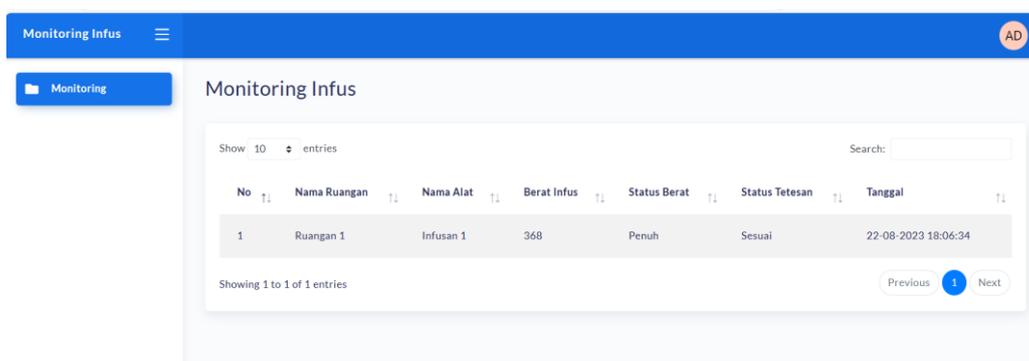
Gambar 8. Grafik Pengujian Berat Infus

Gambar 8 menunjukkan grafik perbandingan antara pembacaan nilai sensor dengan alat pengukur. Alat pengukur yang dipakai untuk memperhitungkan pembacaan nilai sensor seperti timbangan digital dan stopwatch. Pengujian dilakukan dengan merekam sampel sebanyak 30 kali untuk mendapatkan rata-rata selisih tetes sebesar 0,18 Vo dan berat sebesar 3,33%. Tes berikutnya mengevaluasi kemampuan alat, mencapai tingkat kesuksesan 93%. Uji kinerja alat dilakukan dengan 30 kali percobaan. Tabel 1 di bawah ini menunjukkan hasil pengujian kinerja alat.

Tabel 3. Pengujian Sistem

No	Kondisi Berat	Kondisi Tetets	Buzzer	Keterangan
1	Rendah	Pelan	Berbunyi	Sesuai
2	Rendah	Pelan	Tidak Berbunyi	Tidak Sesuai
3	Rendah	Pelan	Berbunyi	Sesuai
4	Sedang	Sesuai	Tidak Berbunyi	Sesuai
5	Sedang	Sesuai	Tidak Berbunyi	Sesuai
	-	-	-	-
26	Rendah	Cepat	Berbunyi	Sesuai
27	Penuh	Cepat	Berbunyi	Tidak Sesuai
28	Penuh	Cepat	Tidak Berbunyi	Sesuai
29	Rendah	Cepat	Berbunyi	Sesuai
30	Rendah	Cepat	Berbunyi	Sesuai

Dari hasil uji coba sistem selama 30 kali presentase yang di dapat adalah 80% dengan eror sebesar 20%, dengan masing masing kondisi pada sensor dengan mengukur berat infus terdapat status penuh, cepat dan rendah sedangkan status tetesan infus cepat,sesuai dan pelan. Hal ini menunjukkan kemampuan sistem dalam menerima perintah cukup bagus. Persentase keberhasilan yang didapat adalah 80% dengan error sebesar 20%. Hal ini menunjukkan kemampuan sistem dalam menerima perintah cukup bagus. Sedangkan untuk tampilan halaman website yang akan digunakan menampilkan hasil pembacaan sensor adalah sebagai berikut.



Gambar 9. Tampilan Website

Tampilan web pada Gambar 9 menunjukkan proses penyimpanan data yang berhasil terbaca oleh sistem. Hal ini menunjukkan bahwa sistem yang telah dibuat berhasil terhubung ke sebuah website. Setiap nilai yang terbaca akan disimpan dalam database dan dapat dilihat dalam sebuah website. Setelah dilakukan pengujian secara menyeluruh terhadap sistem, ditemukan bahwa integrasi perangkat dalam sistem berjalan dengan normal. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat beroperasi dengan lancar dan berfungsi secara optimal. Hal ini menandakan bahwa proses pengujian yang telah dilakukan dapat diimplementasikan dan digunakan oleh pengguna secara efektif dan efisien.

4. SIMPULAN

Setelah melakukan penelitian, analisis, perancangan, dan implementasi sistem, serta menetapkan rumusan dan batasan masalah yang ada, terdapat beberapa kesimpulan yang dapat diambil, yaitu implementasi logika fuzzy dalam Sistem Monitoring Infus berbasis IoT memberikan manfaat sebagai memonitoring infus habis dengan adanya sistem ini tidak ada lagi penanganannya yang sering terlambat ketika mengganti infus. Sistem ini diimplementasikan menggunakan perangkat lunak bernama Arduino IDE, yang memungkinkan pengiriman perintah ke setiap sensor dan mikrokontroler. Sistem telah terbukti efektif dan mampu beroperasi dengan baik sesuai kondisi mengikuti aturan yang telah ditentukan dengan nilai persentase keberhasilan sebesar 80% dan nilai error sebesar 20%. Sistem yang telah dibangun dapat dikembangkan lebih lanjut untuk meningkatkan fungsionalitas dan kinerjanya pada masa yang akan datang. Untuk pengujian alat dapat membaca sensor untuk menentukan nilai bobot dan tetes. Hasil pengujian memperlihatkan rata-rata selisih nilai berat tetes adalah 3,3% dan 0,18 Vo. Tujuan pengujian ialah untuk mengetahui apakah alat bekerja dengan baik dan akurasi mencapai 80%. Sensor ESP32 dapat mengetahui nilai berat cairan infus menggunakan sensor Load Cell dan Modul HX711, pada sensor IR-HC dapat mengetahui laju tetes cairan infus, dan sensor Buzzer untuk alarm ketika notifikasi infus habis.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] V. V. - and R. K. -, "Rancang Bangun Sistem Pemantauan Infus dan Tekanan Darah pada Pasien Rawat Inap secara Real Time," *J. Ilm. Poli Rekayasa*, vol. 12, no. 2, p. 73, 2017, doi: 10.30630/jipr.12.2.45.
- [2] R. T. Yunardi, D. Setiawan, F. Maulina, and T. A. Prijo, "Pengembangan Sistem Kontrol dan Pemantauan Tetesan Cairan Infus Otomatis Berbasis Labview dengan Logika Fuzzy," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 5, no. 4, p. 403, 2018, doi: 10.25126/jtiik.201854766.
- [3] R. Maharani, A. Muid, and U. Ristian, "Sistem Monitoring Dan Peringatan Pada Volume Cairan Intravena (Infus) Pasien Menggunakan Arduino Berbasis Website," *Komput. dan Apl.*, vol. 07, no. 03, pp. 97-108, 2019.
- [4] D. Sasmoko and Y. A. Wicaksono, "IMPLEMENTASI PENERAPAN INTERNET OF THINGS(IoT)PADA MONITORING INFUS MENGGUNAKAN ESP 8266 DAN WEB UNTUK BERBAGI DATA," *J. Ilm. Inform.*, vol. 2, no. 1, pp. 90-98, 2017, doi: 10.35316/jimi.v2i1.458.
- [5] N. L. Wahyoto *et al.*, "Rancang Bangun Sistem Pakar Pengatur Tetesan Infus Berbasis Logika Fuzzy," *E-Proceeding Eng.*, vol. 3, no. 1, pp. 616-621, 2016.
- [6] Lawrence Adi Supriyono, Arief Marwanto, and Suryani Alifah, "Perancangan Otomasi Alat Infus Berbasis Fuzzy Logic," *Elkom J. Elektron. dan Komput.*, vol. 15, no. 1, pp. 82-88, 2022, doi: 10.51903/elkom.v15i1.785.
- [7] R. A. Ma'arif, F. Fauziah, and N. Hayati, "Sistem Monitoring Tempat Sampah Pintar Secara Real-time Menggunakan Metode Fuzzy Logic Berbasis IOT," *J. Infomedia*, vol. 4, no. 2, p. 69, 2020, doi: 10.30811/jim.v4i2.1571.
- [8] S. Widaningsih, "Analisis Perbandingan Metode Fuzzy Tsukamoto, Mamdani dan Sugeno dalam Pengambilan Keputusan Penentuan Jumlah Distribusi Raskin di Bulog Sub. Divisi Regional (Divre) Cianjur," *Infoman's*, vol. 11, no. 1, pp. 51-65,

2017. doi: 10.33481/infomans.v11i1.21.
- [9] D. Fitrianih, W. Gunawan, and A. P. Sari, "Penerapan Fuzzy Sugeno Orde Satu dalam Prediksi Pembelian," *Fakt. Exacta*, vol. 14, no. 4, pp. 185–193, 2022, doi: 10.30998/faktorexacta.v14i4.11268.
- [10] Wahyudi, Abdur Rahman, and Muhammad Nawawi, "Perbandingan Nilai Ukur Sensor Load Cell pada Alat Penyortir Buah Otomatis terhadap Timbangan Manual," *J. ELKOMIKA*, vol. 5, no. 2, pp. 207–220, 2017.
- [11] R. G. Riyansyah, D. Wahiddin, and ..., "Smart Monitoring Alat Infus Pasien Berbasis Internet Of Things (IoT) Menggunakan Mikrokontroler ESP32," ... *Student J. ...*, vol. II, pp. 142–148, 2021, [Online]. Available: <http://journal.ubpkarawang.ac.id/mahasiswa/index.php/ssj/article/download/237/167>
- [12] K. Hidayati and R. B. Barwaqah, "JISA (Jurnal Informatika dan Sains) Monitoring Cairan Infus Secara Realtime," vol. 01, no. 02, pp. 62–66, 2018.
- [13] G. Priyandoko, "Rancang Bangun Sistem Portable Monitoring Infus Berbasis Internet of Things," *Jambura J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 3, no. 2, pp. 56–61, 2021, doi: 10.37905/jjee.v3i2.10508.
- [14] H. N. Anwar and A. F. Ibadillah, "Alat Pemantau Kondisi Infus Dengan Internet Of Things (IoT) Berbasis Mikrokontroler ATmega16," *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer TRIAC*, vol. 5, no. 1. 2018. doi: 10.21107/triac.v5i1.3581.
- [15] D. Lestariningsih, H. Pranjoto, L. Agustine, Y. D. W. Werdani, and B. Teja, "Aplikasi Load Cell Untuk Sistem Monitoring Volume Cairan Infus," *J. Penelit. Saintek*, vol. 26, no. 2, pp. 165–177, 2021, doi: 10.21831/jps.v26i1.34441.
- [16] T. Akbar and I. Gunawan, "Prototype Sistem Monitoring Infus Berbasis IoT (Internet of Things)," *Edumatic J. Pendidik. Inform.*, vol. 4, no. 2, pp. 155–163, 2020, doi: 10.29408/edumatic.v4i2.2686.
- [17] A. Apriansyah, A. Fauzi, and S. Faisal, "Penerapan Fuzzy Logic Untuk Menentukan Indeks Massa Tubuh (IMT) Berbasis Internet of Things (IoT)," *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 7, no. 1, pp. 292–299, 2023, doi: 10.30865/mib.v7i1.5470.
- [18] R. F. Hanung Pangestu Rahman, Jamaludin Indra, "Penerapan Convolutional Neural Network pada Timbangan Pintar Menggunakan ESP32-CAM," *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 7, no. 2614-5278 (media cetak), ISSN 2548-8368 (media online), pp. 1–9, 2023, doi: 10.30865/mib.v7i1.5469.
- [19] R. Agussalim, A. Adnan, and M. Niswar, "Monitoring Cairan Infus Berdasarkan Indikator Kondisi Dan Laju Cairan Infus Menggunakan Jaringan Wifi," *Ilk. J. Ilm.*, vol. 8, no. 3, pp. 145–152, 2016, doi: 10.33096/ilkom.v8i3.69.145-152.
- [20] I. Salamah, S. N. Afifa, and E. Hesti, "Rancang Bangun Pendeteksi Penyakit Jantung menggunakan Teknik Algoritma Fuzzy Logic berbasis IoT," *Edumatic J. Pendidik. Inform.*, vol. 6, no. 2, pp. 176–185, 2022, doi: 10.29408/edumatic.v6i2.6164.