

# Sistem Pemantauan Volume Cairan Infus Berbasis Fuzzy Logic untuk Penanganan Korban Bencana Alam di Rumah Sakit Darurat TNI

Muhammad Mukhsin<sup>1</sup>, Petrus Gunawan Wibisono<sup>2</sup>, Heri Setiawan<sup>3</sup>, Dekki Widiatmoko<sup>4</sup>,  
Affif Achmad I<sup>5</sup>

<sup>12345</sup> Prodi Teknik Elektronika Sistem Senjata, Politeknik Angkatan Darat  
Jl. Raya Anggrek No 01 Junrejo, Kota Batu, Jawa Timur

## Article Info

### Article history:

Diterima 14 Maret 2024

Revisi 23 Maret 2024

Diterbitkan 6 April, 2024

### Keywords:

Fuzzy Logic

Internet of Things (IoT)

TCRT 5000

Rumah Sakit Darurat TNI

## ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem monitoring volume cairan infus pada korban bencana alam di Rumah Sakit Darurat TNI menggunakan Internet of Things (IoT) dan metode fuzzy logic. Dalam situasi bencana alam, pemantauan volume cairan infus pada korban menjadi penting untuk memastikan bahwa pasien menerima perawatan yang tepat dan tepat waktu. Namun, tugas tersebut sering kali menjadi sulit karena jumlah pasien yang tinggi dan jumlah tenaga medis yang terbatas. Dalam penelitian ini sistem monitoring dengan menggunakan perangkat Internet of Things (IoT) untuk mengumpulkan data volume infus secara real-time, serta sensor TCRT 5000 untuk membaca tetesan infus yang terhubung pada IoT akan mengirimkan data keserver pusat. Dalam pengolahan data tersebut diolah menggunakan metode Fuzzy Logic untuk mendapatkan informasi yang berguna kepada tim medis, serta memberikan peringatan dini kepada tim medis yang berjaga. Pada pengujian alat memiliki tingkat error sebesar 0,05% - 0,1 % dan memiliki tingkat akurasi sebesar 97,8 %. Dengan demikian alat ini dapat diaplikasikan di rumah sakit darurat TNI.

*This is an open access article under the [CC BY-SA](#) license.*



## Corresponding Author:

Muhammad Mukhsin

Politeknik Angkatan Darat, Jln. Raya Anggrek No 1 Pendem, Junrejo, Kota Batu 65236, Jawa Timur

Indonesia

Email: Mukhsin@poltekad.ac.id

## 1. PENDAHULUAN

Secara geografis Indonesia merupakan negara kepulauan yang besar yang diapit oleh dua benua dan Samudra yaitu Benua Asia dan Australia serta Samudra Pasifik dan Samudra Hindia. Selain itu Indonesia secara geologis juga diapit oleh lempengan Pasifik, Indo-Australia serta Eurasia, dengan letak Indonesia secara geologis dan geografis mengakibatkan seringnya terjadi bencana alam seperti gunung Meletus dan gempa bumi[1].

Bencana alam merupakan peristiwa alam yang tak terhindarkan dan dapat menyebabkan kerugian besar, termasuk kehilangan nyawa dan harta. Dalam lima tahun terakhir, Indonesia telah mengalami beberapa bencana alam, termasuk gempa bumi besar pada Agustus 2018 dengan kekuatan 7,0 skala Richter, menyebabkan ribuan korban jiwa, luka-luka, dan pengungsi[2].

TNI terlibat dalam penanggulangan bencana alam sesuai dengan Undang-Undang RI No.34 Tahun 2004 tentang Tugas Pokok TNI, khususnya Operasi Militer Selain Perang (OMSP). Keterlibatan TNI meliputi tanggap darurat, rehabilitasi, dan rekonstruksi. Evakuasi, penyelamatan, dan pembangunan Rumah Sakit Darurat Tentara adalah bagian dari bantuan TNI dalam tanggap darurat bencana[3].

Pelayanan kesehatan bagi korban bencana membutuhkan banyak tenaga medis, namun jumlah korban yang banyak dapat menyebabkan kurangnya pengawasan dan pengobatan di rumah sakit darurat. Hal ini menimbulkan permasalahan baru, seperti perlunya pemantauan volume cairan infus pada pasien secara ketat.

Kesalahan dalam pemantauan dapat berakibat fatal, oleh karena itu, diperlukan sistem monitoring volume cairan infus yang akurat dan efektif di rumah sakit darurat TNI.

Dalam era digitalisasi, Internet of Things (IoT) menjadi solusi untuk mengembangkan sistem monitoring volume cairan infus pada korban bencana alam di rumah sakit darurat TNI. Penelitian ini akan menggunakan metode fuzzy logic untuk mengolah data dari sistem monitoring dan memberikan hasil yang akurat dalam penanganan korban.

## 2. LANDASAN TEORI

Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian dan pengembangan (Research and Development). Dalam pelaksanaan penelitian dilaksanakan di Laboratorim Politeknik Angkasa Darat. Dalam penelitian ini akan merancang rancang bangun sistem monitoring volume cairan infus pada korban bencana alam di rumah sakit darurat tni dengan metode fuzzy.

### a. ESP 8266

NoduMCU merupakan suatu platform sistem IoT yang bersifat open source, terdiri dari perangkat keras berupa System On Chip ESP8266 yang diproduksi oleh Espressif System[4]. NoduMCU beroperasi dengan kebutuhan daya sekitar 3.3V dan memiliki tiga mode WIFI, yakni Station, Access Point, dan keduanya (Both). Modul ini dilengkapi dengan prosesor, memori, dan pin GPIO, dengan jumlah pin yang bergantung pada jenis ESP8266 yang digunakan[5]. Hal ini memungkinkan modul ini untuk berfungsi secara mandiri tanpa memerlukan mikrokontroler tambahan karena sudah dilengkapi dengan komponen yang umumnya terdapat pada mikrokontroler[6].

### b. Sensor Load Cell

Sensor load cell merupakan jenis sensor beban yang umum digunakan untuk mengubah beban atau gaya menjadi perubahan tegangan listrik. Perubahan tegangan listrik ini bergantung pada tekanan yang diterima dari pembebanan. Sensor load cell dilengkapi dengan strain gauge, suatu komponen elektronika yang berfungsi untuk mengukur tekanan. Strain gauge diatur dalam konfigurasi rangkaian jembatan wheatstone, yang terdiri dari empat resistor yang disusun secara seri dan paralel. Material yang digunakan untuk membuat sensor load cell bervariasi, termasuk aluminium, baja, dan stainless steel[7].

### c. Raspberry Pi 4

Raspberry Pi adalah sebuah single board computer (SBC) dengan ukuran sekecil kartu kredit, yang telah dilengkapi dengan berbagai fungsi mirip dengan komputer lengkap[8]. Raspberry Pi menggunakan system on a chip (SOC) ARM yang disusun dan terintegrasi di atas board PCB. Dengan kemampuan ini, Raspberry Pi dapat beroperasi sebagai komputer dengan sistem operasi Linux[9].

### d. Cairan Infus

Cairan infus, seperti yang dijelaskan oleh [10], merujuk pada cairan yang dimanfaatkan untuk memberikan obat dan mengatasi kekurangan cairan dalam tubuh, dengan cara disuntikkan melalui pembuluh darah. Pemberian cairan infus ini dilakukan pada pasien yang sedang menjalani perawatan di berbagai fasilitas kesehatan seperti Rumah Sakit atau Klinik, dan biasanya dilakukan oleh tenaga medis. Pentingnya pemberian infus dengan tepat dan sesuai dengan kondisi pasien serta pertimbangan medis menjadi krusial, mengingat risiko yang dapat timbul jika tidak sesuai. Jenis cairan infus umumnya terbagi menjadi dua kategori, yaitu cairan infus Kristaloid dan cairan infus Koloid[11].

### e. Sensor TCRT 5000

Sensor TCRT 5000 merupakan kombinasi antara sensor inframerah dan sensor Photodiode, seperti yang dijelaskan oleh [12]Photodiode adalah bahan semikonduktor yang berfungsi sebagai resistor saat terpapar intensitas cahaya. Karakteristik photodiode mencakup kenyataan bahwa dalam kondisi cahaya gelap, photodiode akan berperan sebagai resistor dengan hambatan tinggi, sehingga arus tidak dapat mengalir. Sebaliknya, ketika photodiode menerima cahaya terang, ia akan berfungsi seperti biasa dengan resistansi yang sangat rendah. Output dari sensor TCRT 5000 bersifat analog, sehingga penggunaan sensor ini memerlukan pemahaman khusus. Prinsip kerja sensor ini adalah ketika photodiode tidak menerima cahaya inframerah, maka photodiode tidak akan berfungsi[13].

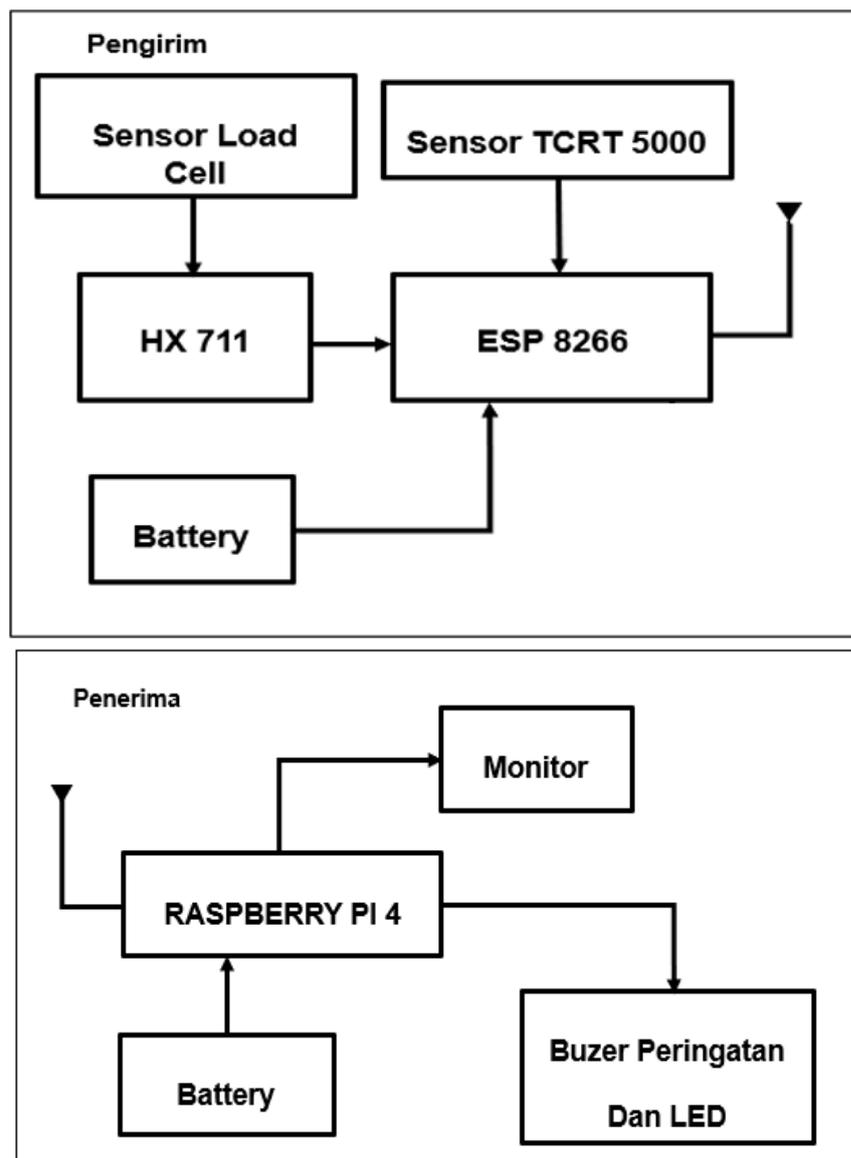
### f. Fuzzy Logic

Fuzzy logic merupakan suatu metode pengambilan keputusan yang bergantung pada aturan-aturan yang tidak dapat dipastikan atau tegas, sebagaimana dijelaskan oleh [14]. Dalam fungsi fuzzy logic, nilai kebenaran dan kesalahan memiliki bobot yang sama, dan derajat keanggotaan ditentukan berdasarkan bobot keanggotaan yang ada, sesuai dengan penjelasan [15].

### 3. METODE

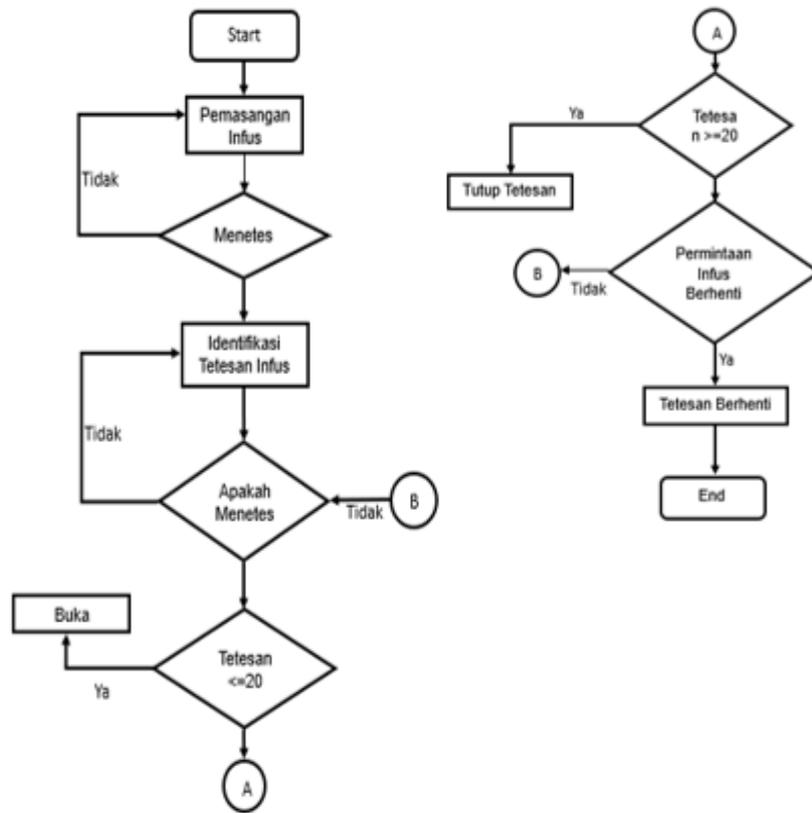
Pada perancangan system ini membahas secara keseluruhan.

#### a. Blok Diagram



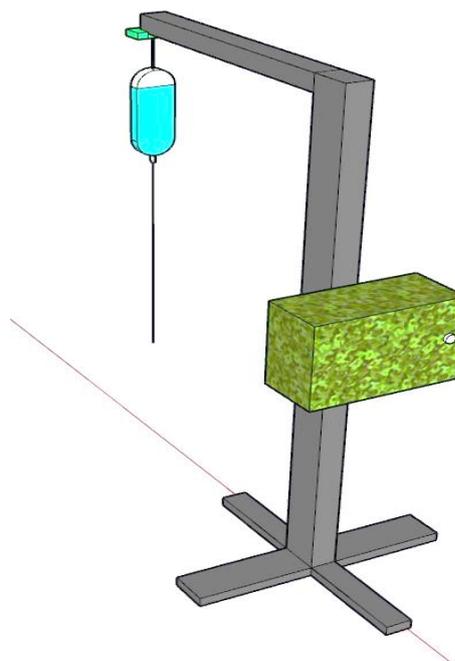
Gambar 1. Blok Diagram

b. Flowchat



Gambar 2. Flowchat

c. Desai Alat



Gambar 3. Flowchat

Sistem pemantauan volume cairan infus berbasis logika fuzzy dapat dikembangkan dengan memanfaatkan sejumlah variabel fuzzy dan aturan fuzzy guna mengatur jumlah cairan yang infuskan yang digunakan:

- 1) Variabel Input  
Perbedaan infus yang sudah digunakan dengan infus yang seharusnya masuk dalam tubuh pasien. Serta melihat Tingkat perubahan error dengan *Rate of Change of Error (ROCE)* *Rate of Change of Error (ROCE)*: Tingkat perubahan error.
- 2) Variabel Output  
Infusion Rate: Tingkat infus yang perlu diatur pada pasien.
- 3) Fungsi keanggotaan

Fungsi keanggotaan pada nilai error dapat dibagi menjadi beberapa kategori "*Negative Large (NL)*", "*Negative Medium (NM)*", "*Zero (Z)*", "*Positive Medium (PM)*", dan "*Positive Large (PL)*".

$$\text{Infusion Rate} = (K1 \times \text{Error}) + (K2 \times \text{Roce}) + b$$

Di mana K1, K2 dan b adalah parameter yang dapat dirubah berdasarkan kondisi pasien saat menggunakan cairan infus.

#### 4. HASIL

Hasil uji coba untuk menentukan lama durasi penggunaan infus dengan menggunakan metode *Fuzzy logic*, maka proses yang dilakukan adalah:

- a. Pengujian Loadcell  
Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui keakurasian dalam pengukuran loadcell yang dapat dimonitor di server secara realtime.

Nama Infus	Berat Infus (ml)	Berat Infus dibaca	Nilai error %
Saline	500	499	0,002 %
Ringer laktat	500	500	0 %
Dextrose	500	500	0 %
Gelatin	500	499	0,002 %
Albumin	500	497	0,006 %
Dekstran	500	498	0,004 %

Tabel 1. Pengujian Load Cell

- b. Pengujian SCRT-5000  
Pengujian pada sensor SCRT5000 ini digunakan untuk mengetahui keakurasian tetesan cairan infus yang dapat dimonitor di server secara realtime.

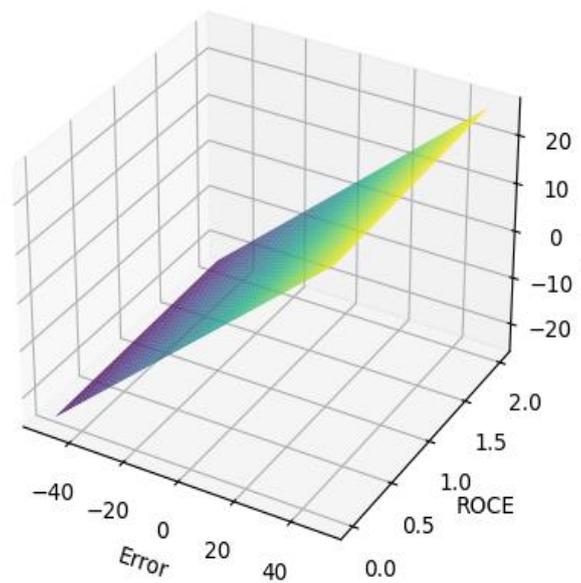
Berat Infus	Tetes Infus permenit	Tetes terbaca permenit	Nilai error %
499	20	20	0 %
401	20	19	0,05 %
380	20	20	0 %
324	20	18	0,1 %
280	20	19	0,05 %
150	20	19	0,05 %

Tabel 2. Pengujian SCRT-5000

Dalam pemantauan volume cairan infus dengan menggunakan metode *fuzzy logic* dapat memasukkan beberapa variable dan parameter.

Iterasi	Error	Roce	Fuzzy	Def	Rate
1	-50	2	NL,NM	H	80
2	-30	1.5	NL,NM	M	50
3	-10	1	NL,NM	M	40
4	5	0.5	Z,PM	L	20
5	20	0.2	PM,NL	VH	100

Tabel 3. Pengujian dan Simulasi



Gambar 4. Grafik

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan Analisa dan perancangan diatas dapat disimpulkan sebagai berikut, Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem monitoring volume infus dapat memberikan informasi yang efektif serta dapat memonitoring secara *realtime*. Metode *Fuzzy Logic* digunakan sebagai pengolahan data yang terkumpul serta dapat memberi keputusan kebutuhan cairan infus berdasarkan kondisi pada pasien korban bencana alam.

### Tuliskan ucapan terimakasih

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada keluarga besar Teknik Elektronika Sistem Senjata, Politeknik Angkatan Darat atas doa dan dukungannya bisa sampai pada tahap ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada reviewer yang telah membantu mengevaluasi penelitian ini.

## REFERENSI

- [1] D. Bramasta and D. Irawan, "Mitigasi Bencana Gunung Meletus di Sekolah Rawan Bencana," vol. 10, 2020, [Online]. Available: <http://ojs.unm.ac.id/index.php/>
- [2] Gita Yulianti, "RBI RISIKO BENCANA INDONESIA B N P B," 2016.
- [3] O. H. Darwanto, "OPERASI MILITER SELAIN PERANG," 2015.
- [4] R. Rizky *et al.*, "IMPLEMENTASI TEKNOLOGI IOT (INTERNET OF THINK) PADA RUMAH PINTAR BERBASIS MIKROKONTROLER ESP 8266," *Jurnal Teknologi Informasi*, vol. 4, no. 2, 2020.
- [5] C. Sinaga *et al.*, "Oktober 2022, Implementasi Robot Tree Climber Bagian Kaki Depan Pengunci Posisi Menggunakan Android Dengan Metode Internet Of Things," 2022.
- [6] D. Y. Setyawan and H. Setiawan, "INTERNET OF THINGS (IoT): DESIGN AND BUILD MICRO CLIMATE SYSTEM CONTROL IN GREENHOUSE," 2021.
- [7] K. , F. A. Dhanneswara Y W, "SISTEM PENCATATAN HASIL TIMBANGAN MENGGUNAKAN SENSOR LOAD CELL MELALUI DATABASE BERBASIS ARDUINO UNO," 2020.
- [8] A. Danu and L. Maajid, "IOTA (Internet of Things and Artificial Inteligence) Journal RCWS Control System Design Based on Raspberry Pi," 2021.
- [9] J. W. Jolles, "Broad-scale applications of the Raspberry Pi: A review and guide for biologists," *Methods Ecol Evol*, vol. 12, no. 9, pp. 1562–1579, Sep. 2021, doi: 10.1111/2041-210X.13652.
- [10] E. Fitriana Alfant, U. Budiono, J. Arifin, B. Anestesiologi RSUD Keraton, B. F. Anestesiologi dan Terapi Intensif Undip, and R. Kariadi, "PENGARUH INFUS DEKSTROSA 2,5 % NaCl 0,45% TERHADAP KADAR GLUKOSA DARAH PERIOPERATIF PADA PASIEN PEDIATRI," 2012.
- [11] K. Henson, "DESCRIPTION OF THE NUMBER OF ERYTHRCYTES CALCULATED USING HAYEM'S SOLUTION DILUTION AND 0.9% NaCl INFUSION DILUTION," 2023.
- [12] F. Roza *et al.*, "IMPLEMENTASI SENSOR PHOTODIODA PADA MODEL PEMILAH WARNA KEMASAN KOTAK," 2019.
- [13] S. Indriyanto, "Pemilah dan Penghitung Uang Logam Berdasarkan Diameter Menggunakan Sensor TCRT5000," *Journal of Telecommunication, Electronics, and Control Engineering (JTECE)*, vol. 2, no. 1, pp. 08–15, May 2020, doi: 10.20895/jtece.v2i1.111.
- [14] R. I. Putri, H. Setiawan, B. Irawan, Y. Yunus, T. S. Patma, and E. R. K. Pradani, "Fuzzy Maximum Power Point Tracking (MPPT) controller for photovoltaic system on mini greenhouse," in *Journal of Physics: Conference Series*, Institute of Physics Publishing, Dec. 2019. doi: 10.1088/1742-6596/1402/3/033109.
- [15] R. A. Prayogo *et al.*, "Rancang Bangun Penunjuk Arah Dan Jarak Suara Tembakan Menggunakan Metode Fuzzy Logic Berbasis Raspberry Pi Design of Directions and Shot Sound Distance Using Fuzzy Logic Method Based on Raspberry Pi."