

# RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING MASSA INFUS BERBASIS IOT MENGGUNAKAN SENSOR LOAD CELL DAN VIBRATION MOTOR UNTUK NOTIFIKASI

*(Design and Build an IoT-Based Infusion Mass Monitoring System using Load Cells Sensor and Vibration Motors for Notifications)*

Juan Dwiky Liestanto<sup>1</sup>, I Gde Putu Wirarama WW<sup>\*</sup>, Andy Hidayat Jatmika

Dept Informatics Engineering, Mataram University  
Jl. Majapahit 62, Mataram, Lombok NTB, INDONESIA

Email: juanliestanto159b@gmail.com, [wirarama, andy]@unram.ac.id

## Abstract

Based on the questionnaires distributed to 52 medical personnel respondents from various hospitals in Mataram City and outside Mataram City, it was concluded that more than 50% of respondents admitted experiencing problems related to the manual infusion process on patients. The availability of infusion in patients cannot be ascertained because the infusion speed in patients is different so that when the infusion runs out the patient has a different time which can cause delays in infusion replacement. The consequences for the patient if the infusion change is delayed can cause blood clots around the infusion area and can be fatal in the future. Therefore, the authors researched to design an IoT-based infusion mass monitoring system using load cells and vibration motors for notifications. This study uses a load cell sensor, a vibration motor, and 7 segments with the MQTT data communication protocol and the website as the system interface. The research is divided into 3 stages of testing: black box testing, Load Cell Sensor calibration testing, notification testing, and final testing. From the tests carried out, the Load Cell Sensor calibration is at a value of -1090, and compared to the value on a digital scale it is proven valid. And notifications can be received by users when the percentage of infusion capacity is at 10%.

**Keywords:** Infusion, IoT, Monitoring, Sensor Load Cell, Website

*\*Penulis Korespondensi*

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Salah satu bidang jasa yang memegang peranan cukup penting bagi masyarakat adalah pelayanan kesehatan. Kepuasan pasien dalam pelayanan kesehatan tidak lepas dari perawatan yang diberikan oleh tenaga medis, salah satunya adalah rawat inap. Rawat inap merupakan pelayanan kesehatan yang didapatkan oleh pasien yang membutuhkan perawatan intensif di Rumah Sakit. Peran penting dalam perawatan rawat inap meliputi pelayanan perawatan untuk observasi, diagnosis, pengobatan atau upaya perawatan kesehatan lainnya. [1].

Pelayanan kesehatan rawat inap yang sering terlihat secara langsung pada masyarakat yaitu pelayanan keperawatan, salah satunya pelayanan kontrol infus. Infus atau cairan intravena merupakan sejumlah cairan yang dimasukkan ke dalam tubuh melalui jarum ke pembuluh darah vena untuk memperbaiki atau mencegah gangguan cairan dan elektrolit, darah, maupun nutrisi. Cairan intravena disesuaikan dengan kondisi seberapa besar cairan

tubuh yang hilang pada pasien [2]. Jenis cairan intravena yang sering digunakan saat ini adalah cairan kristaloid seperti NaCl dan Ringer laktat, dengan rasio penggunaan normal sebanyak 3 botol untuk waktu 24 jam [3].

Sistem pemantauan cairan infus yang berada di Rumah Sakit masih dilakukan secara manual, sehingga keterlambatan penggantian infus sering terjadi karena jumlah pasien yang cukup banyak. Dalam proses pelayanan kesehatan, penggantian infus tidak boleh terlambat, karena dapat menyebabkan komplikasi berbahaya seperti adanya emboli udara di selang infus sehingga menghambat aliran darah. [4]. Sedangkan saat ini, sistem otomatis alat infus sudah digunakan tetapi hanya digunakan dalam ruangan khusus untuk penanganan khusus seperti pasien yang memiliki penyakit ginjal dan jantung.

Berdasarkan kuesioner yang disebarakan kepada 52 responden tenaga medis dari berbagai rumah sakit yang berada di Kota Mataram dan di luar Kota Mataram, melalui kuesioner tersebut ditarik kesimpulan bahwa lebih dari 50% responden mengaku memiliki kendala bahwa saat ini tenaga medis masih

mengecek ketersediaan infus pada pasien secara manual, hal ini disebabkan ketersediaan infus pada pasien tidak dapat dipastikan karena laju infus pada pasien berbeda-beda sehingga tenaga medis mengalami kewalahan. Responden mengaku bahwa sudah ada alat untuk mengecek ketersediaan infus pada pasien tetapi tidak disemua ruang rawat inap dan lebih sering digunakan pada ruang perawatan intensif seperti ICU. Selain itu, jawaban dari responden mengenai akibat yang diterima oleh pasien jika pergantian infus mengalami keterlambatan rata-rata menjawab bermasalah. Masalah yang dihadapi yaitu darah akan naik ke selang infus sehingga menyebabkan terjadinya pengumpulan darah di sekitar daerah pemasangan infus dan dapat berakibat fatal dikemudian hari. Sebagaimana pada kuesioner yang telah disebar, Responden mengaku apabila dibuatkan suatu alat untuk memonitoring infus pasien akan berdampak pada efektifitas dan mengurangi resiko keterlambatan pergantian infus. Oleh karena itu, pada penelitian ini diberikan solusi dalam memonitoring massa infus pada pasien menggunakan sensor *load cell* dan *vibration motor* untuk notifikasi, pengguna dapat mengurangi tenaga yang dibutuhkan untuk memeriksa secara manual dan juga diharapkan pengguna dapat mengurangi resiko keterlambatan pergantian infus.

Dengan tinjauan latar belakang yang telah dipaparkan di atas, peneliti akan merancang sistem monitoring massa infus menggunakan *load cell* dan *vibration motor* untuk notifikasi dan menggunakan protokol MQTT. Protokol MQTT memiliki prinsip kerja berdasarkan *publish/subscribe*. Pesan pada MQTT dikirim ke broker dan berisi topik yang dikirimkan oleh *publisher*. Kemudian topik tersebut diolah untuk diteruskan ke *subscriber* berdasarkan dari permintaan pengguna. Penggunaan sensor *load cell* digunakan untuk mendeteksi tekanan atau mengukur massa dari infus pada pasien dan *vibration motor* untuk notifikasi kepada pengguna saat infus akan habis. Penelitian ini diharapkan dapat membantu tenaga medis agar tidak kewalahan dalam mengganti infus pada pasien sehingga tidak terjadi keterlambatan pergantian infus ketika habis. Target pengguna dari alat ini yakni tenaga medis.

### 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan, dapat diambil rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana membangun sistem notifikasi antar dua perangkat dalam memberitahukan kondisi sisa

infus ke perawat?

2. Bagaimana kinerja sistem yang telah dibangun dalam monitoring massa infus dengan melakukan pengujian menggunakan cairan infus?

### 1.3. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini dilakukan sebagai berikut:

1. Membangun sistem notifikasi antar dua perangkat dalam memberitahukan kondisi sisa infus ke perawat.
2. Mengetahui kinerja sistem yang telah dibangun dalam monitoring massa infus setelah dilakukan pengujian menggunakan cairan infus.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Tinjauan Pustaka

Penelitian sistem monitoring volume infus berbasis Arduino Mega 2560. Cara kerja penelitian tersebut yakni, sensor *load cell* yang terhubung dengan mikrokontroler Arduino Mega 2560 akan memperoleh data berupa berat dari infus. *Web* dan mikrokontroler terhubung dengan menggunakan bantuan Wi-Fi modul ESP8266. Sensor *load cell* berfungsi untuk mengetahui volume dari infus. Jika cairan infus berkurang, maka sensor *load cell* akan mendeteksi hal tersebut dan *website* akan menampilkan setiap perubahan berat yang terjadi sebagai bentuk pemberitahuan informasi untuk perawat sehingga pergantian infus tidak terlambat [5].

Penelitian *Short Text Message Based Infusion Fluid Level Monitoring System* memanfaatkan beberapa komponen alat seperti sensor IR, LCD, dan *buzzer*. sensor IR (*Infrared*) dan photodiode yang berfungsi untuk mendeteksi tetesan cairan infus, LCD berfungsi untuk menampilkan volume infus, ruangan, dan status baterai, dan *buzzer* berfungsi untuk alarm peringatan. Jika tetesan pada cairan infus tidak terdeteksi, maka *buzzer* akan menyala dan perawat akan menerima notifikasi bahwa cairan infus tidak menetes. Cairan infus yang tersisa tinggal 50 ml sampai 20 ml, alat akan menginformasikan kepada perawat melalui sms dan *buzzer* menyala. Apabila cairan infus belum diganti, perhitungan cairan akan dilakukan sampai cairan infus habis dan alat tersebut akan menginformasikan kepada perawat melalui sms dan *buzzer* akan terus menyala [6].

Penelitian Sistem Pemantauan Tetesan Cairan Infus berbasis *Internet of Things* membahas mengenai pembuatan alat pemantauan tetesan cairan infus pada pasien yang menggunakan sensor *infrared*. Sensor *infrared* berfungsi untuk membaca tetesan cairan infus

yang kemudian data akan ditampilkan pada halaman *web*. Halaman *web* akan menampilkan status indikator dari setiap infus untuk mengetahui terjadinya kemacetan pada tetesan cairan infus. Indikator yang ditampilkan berupa indikator ON/OFF, indikator ON menandakan tetesan cairan infus tidak ada masalah dan indikator OFF menandakan tetesan cairan infus terjadi masalah [7].

Penelitian *Prototype* Sistem Monitoring Infus berbasis IoT (*Internet of Things*). Terdapat sensor *load cell* yang terpasang pada tiang infus, maka sensor ini dapat membaca berat infus dan menampilkan data yang diperoleh ke *website*. Pada saat infus habis terdapat indikator LED dan *buzzer* yang akan berbunyi untuk memberikan informasi pada perawat atau tenaga medis bahwa infus habis [8].

Aplikasi *Load cell* untuk Sistem Monitoring Volume Cairan Infus. Pada penelitian tersebut alat yang dibuat menggunakan 2 buah infus, 2 buah sensor *load cell*, dan 2 buah modul HX711. Infus, sensor *load cell*, dan modul HX711 diletakkan dalam satu tiang infus, dimana sensor *load cell* digunakan untuk mengetahui berat tersedia pada infus pasien, lalu modul HX711 digunakan untuk mengkonversi perubahan yang terukur dalam perubahan resistansi *load cell* kemudian mengkonversinya ke dalam besaran tegangan. Penelitian ini menggunakan 2 sensor pada satu tiang bertujuan agar dapat diberikan pada 2 orang pasien di satu ruangan [9].

Penelitian Rancang Bangun Alat Bantu Mobilitas Penderita Tunanetra Berbasis Microcontroller Arduino Uno memanfaatkan *vibration motor* untuk memberikan *alert* kepada penderita tunanetra ketika terdapat objek yang dapat menghalangi mobilitas penderita. Cara kerja sistemnya yaitu sensor ultrasonic akan membaca objek yang ada didepan penderita, kemudian apabila sudah mendekati jarak tertentu antara penderita dan penghalang maka *vibration motor* akan bergetar untuk mengindikasikan bahwa terdapat objek atau halangan yang harus dihindari oleh penderita [10].

Penelitian Rancang Bangun Alat Simulasi Latihan Menembak Berbasis Arduino Uno memanfaatkan 7 *segment* sebagai display yang menampilkan skor pengguna saat menembak. Skor tersebut juga dapat dikirim ke smartphone melalui Bluetooth [11]. Pada penelitian yang dilaksanakan 7 *segment* dimanfaatkan untuk menampilkan nomor kamar serta persentase ketersediaan infus pasien, dimana 7 *segment* hanya akan menampilkan persentase tersebut jika infus akan habis.

Penelitian *IoT Based Drip Infusion Monitoring System* memanfaatkan sensor ultrasonik HC-SR04 dan LDR digunakan sebagai sensor utama pada sistem. Sensor ultrasonik berfungsi untuk mendeteksi level cairan dalam botol infus untuk mengetahui sisa cairan infus pada pasien. LDR atau sensor cahaya berfungsi untuk mendeteksi adanya gelembung pada cairan infus. Sistem tersebut berbasis android sebagai antarmuka sistem, dimana terdapat menu nama pasien, kemudian jika menekan salah satu pasien sistem menampilkan informasi *drip level* dan *bubble formed* [12].

Relevansi antara penelitian terkait dengan penelitian yang dilakukan adalah memiliki kesamaan dalam monitoring infus, namun terdapat perbedaan dari penelitian terkait yang telah dijelaskan yaitu penelitian dilaksanakan fokus dalam monitoring infus berdasarkan berat dan terdapat rangkaian notifikasi yang mampu mengirimkan notifikasi atau peringatan saat infus akan habis kepada pengguna. Dimana, penelitian menggunakan protokol MQTT sebagai sistem komunikasi datanya dan menggunakan aplikasi *website* sederhana sebagai antarmuka sistem untuk menampilkan informasi ketersediaan infus pasien dari setiap nomor kamar kepada pengguna. Saat infus akan habis pengguna akan mendapatkan notifikasi berupa getaran dari *vibration motor* dan 7 *segment* untuk menampilkan nomor kamar serta persentase kapasitas infus sehingga pengguna dapat mencegah keterlambatan pergantian infus habis. Perangkat yang dibutuhkan untuk membangun sistem dalam penelitian ini yaitu Sensor *Load cell*, Modul HX711, *Vibration motor*, 7 *Segment*, dan Nodemcu esp8266 yang mudah didapat melalui *E-Commerce*.

### 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1. Analisa Kebutuhan Alat dan Bahan

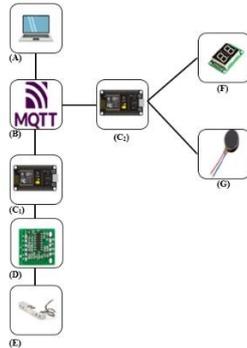
Analisis yang akan dilakukan meliputi analisis kebutuhan alat dan bahan. Adapun perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

1. Laptop digunakan sebagai media pengembangan dan alat pengujian sistem.
2. Sistem operasi yang digunakan adalah *windows 10*.
3. 2 buah Nodemcu esp8266 digunakan sebagai mikrokontroler.
4. 1 buah Sensor *Load cell* digunakan untuk mengukur massa cairan infus.
5. 1 buah 7 *Segment* digunakan untuk menampilkan nomor ruangan dan persentase kapasitas infus.
6. 1 buah *Vibration motor* digunakan untuk memberikan notifikasi berupa getaran.

- 1 buah Modul HX711 digunakan sebagai membaca massa pada sensor berat (Sensor *Load cell*) dalam pengukuran berat.
- 1 buah Baterai sebagai sumber daya.

### 3.2. Arsitektur Sistem

Percancangan arsitektur dilakukan untuk merancang arsitektur dan alur kerja dari sistem Monitoring Massa Infus Berbasis IoT Menggunakan Sensor Load Cell dan vibration motor untuk notifikasi.



Gambar 1. Rancangan Arsitektur

Penjelasan dari masing-masing proses serta hubungan antar proses yang terdapat pada Gambar 1 akan dijelaskan sebagai berikut:

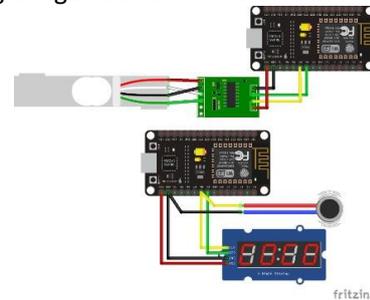
1. Laptop (A) sebagai perangkat elektronik yang digunakan untuk memperoleh informasi massa infus.
2. Server broker (B) yang akan dituju oleh client dalam penyampaian data yang pengirimannya menggunakan *protocol* komunikasi data MQTT.
3. Nodemcu esp8266 (C<sub>1</sub>) digunakan untuk mengambil data berupa pembacaan massa infus dari modul hx711 yang diperoleh melalui sensor *load cell*. Mikrokontroler ini memiliki library ESP8266Wifi untuk dapat terkoneksi ke internet sehingga tidak perlu menambahkan komponen lain yang dapat menghubungkan perangkat dengan internet.
4. Nodemcu esp8266 (C<sub>2</sub>) digunakan untuk menerima data dari MQTT dan kemudian data tersebut diteruskan menuju *vibration motor* dan *7 segment* sebagai pemberi notifikasi pada pengguna.
5. Modul HX711 (D) digunakan untuk pembaca berat pada Sensor *Load cell* dalam pengukuran berat. Modul HX711 dapat mengkondisikan sinyal analog dari Sensor *Load cell* sekaligus mengkonversikannya menjadi sinyal digital.
6. Sensor *Load cell* (E) digunakan sebagai alat ukur untuk mengidentifikasi massa infus. Apabila massa infus yang terpasang hampir habis, maka pengguna akan memperoleh notifikasi melalui *vibration*

*motor* berupa getaran dan *7 segment* untuk memberitahukan nomor kamar.

7. *7 Segment* (F) digunakan untuk menampilkan nomor ruangan pasien yang perlu dilakukan pergantian infus kepada pengguna dan persentase kapasitas infus dalam 2 digit.
8. *Vibration motor* (G) digunakan untuk memberikan notifikasi berupa getaran kepada pasien pada saat infus hampir habis.

### 3.3. Rancangan Perangkat Keras

Terdapat 2 rangkaian berbeda pada sistem yaitu rangkaian pertama mikrokontroler Nodemcu ESP8266 terhubung dengan Modul HX711, modul tersebut terhubung dengan Sensor *Load Cell* dan rangkaian kedua kedua mikrokontroler Nodemcu esp8266 terhubung dengan *vibration motor* dan *7 segments*.

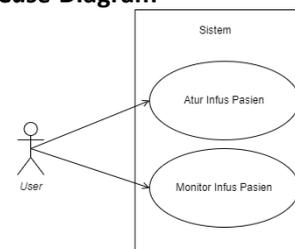


Gambar 2 . Rancangan Perangkat Keras

### 3.4. Rancangan Perangkat Lunak

Tahap rancangan perangkat lunak dan dilakukan perancangan sistem untuk merancang *website* serta perancangan komunikasi MQTT.

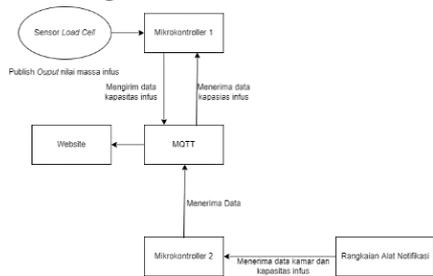
#### 3.4.1 Use Case Diagram



Gambar 3. Use Case Diagram

Gambar 3 merupakan rancangan *use case diagram* dari sistem berbasis *website* yang akan dibuat. Terdapat *user* pada gambar yang dimaksudkan adalah tenaga medis. Fitur atur infus pasien digunakan oleh *user* untuk memasukkan nomor kamar dan kapasitas infus total agar *user* dapat mengetahui nomor kamar dan kapasitas infus yang tersisa pada pasien. Fitur monitor infus pasien berfungsi untuk *user* melihat informasi mengenai kapasitas infus, nomor kamar, tanggal, serta jenis infus yang terpasang pada pasien.

### 3.4.2 Rancangan Komunikasi MQTT



Gambar 4. Rancangan Komunikasi MQTT

Gambar 4 merupakan rancangan komunikasi MQTT dari Sistem Monitoring Massa Infus yang akan dibuat. Sensor *Load cell* akan memperoleh informasi dari massa infus yang diukur. Berdasarkan informasi yang diperoleh, hasil pengukuran tersebut akan di-publish ke mikrokontroler 1, kemudian mikrokontroler 1 akan mengirim data kapasitas infus ke server (MQTT). Selanjutnya, informasi mengenai kapasitas infus akan ditampilkan melalui *website* sederhana. Jika infus akan habis, mikrokontroler 2 akan menerima data dari server (MQTT), kemudian rangkaian alat notifikasi akan menerima data berupa data kamar dan kapasitas infus.

### 3.5. Implementasi Sistem

implementasi sistem dilakukan dengan mengkonfigurasi perangkat keras (perangkat elektronika) dan pembuatan perangkat lunak kemudian menghubungkan keduanya menjadi sebuah sistem yang terhubung menggunakan *protocol* komunikasi MQTT. Tahap implementasi sistem terbagi menjadi 2 yaitu sebagai berikut :

#### 1. Penyusunan Perangkat Keras

Tahap penyusunan perangkat keras terbagi menjadi 2 rangkaian meliputi rangkaian pertama Nodemcu Esp8266, Sensor *Load cell*, dan Modul HX711 akan disusun menjadi satu rangkaian elektronika untuk mengetahui massa infus pada pasien sehingga petugas medis yang bertugas mengetahui kapasitas infus. Rangkaian kedua Nodemcu Esp8266, *Vibration motor*, dan 7 *Segment* akan disusun menjadi satu rangkaian elektronika sebagai notifikasi kepada pengguna untuk melakukan pergantian infus. Proses penyusunan perangkat disesuaikan dengan perancangan yang telah dibuat pada tahap perancangan perangkat keras sistem.

#### 2. Pembuatan Perangkat Lunak

Tahap pembuatan perangkat lunak dilakukan dengan pembuatan *website* sederhana, dimana *website* tersebut akan digunakan sebagai media

untuk memonitoring massa infus pada pasien oleh pengguna.

### 3.6. Pengujian dan Evaluasi Sistem

Tahap pengujian dan evaluasi sistem akan dilakukan pengujian terhadap sistem yang telah dibangun. Teknik pengujian yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu metode pengujian *black box* dan pengujian terhadap keseluruhan kinerja sistem. Adapun tahap pengujiannya adalah sebagai berikut :

#### 3.6.1 Pengujian Black Box

Pengujian *black box* dilakukan pada sistem monitoring massa infus bertujuan mengamati dan menganalisis fungsionalitas fitur-fitur pada sistem tersebut untuk memastikan apakah kinerja sistem telah berjalan sesuai dengan yang diinginkan atau tidak, dan sudah mampu memberikan informasi massa infus pada pengguna.

#### 3.6.2 Pengujian Kelayakan Fungsi Sistem

Menguji kelayakan fungsi sistem yang telah dibuat, dimana terdapat 2 tahap pengujian yang akan dilakukan untuk sistem secara keseluruhan, yaitu :

- Pengujian tahap kalibrasi, meliputi pengujian tahap awal untuk mengukur massa infus saat kosong dan terisi. Adapun pengujian dilakukan pada tahap kalibrasi, yaitu :
  - Mengukur massa infus kosong untuk mengetahui massa infus saat kondisi kosong.
  - Mengukur massa infus penuh untuk mengetahui massa infus saat kondisi penuh.
  - Melakukan evaluasi dari perhitungan massa infus kosong dan penuh yang telah dilakukan.
  - Evaluasi dilakukan dengan menghitung selisih antara massa infus penuh dan kosong yang digunakan sesuai dengan pembacaan dari sensor *Load Cell*.
  - Dari evaluasi tersebut maka akan didapatkan persentase kapasitas infus.
- Pengujian tahap akhir, meliputi pengujian tahap akhir untuk mensimulasikan kondisi infus saat penuh sampai habis. Adapun pengujian yang dilakukan pada tahap akhir, yaitu :
  - Mengukur massa infus dari kondisi penuh sampai habis secara sekaligus.
  - Dari pengujian tersebut akan disesuaikan perhitungan antara hasil hitung kelipatan melalui sensor *Load Cell* dengan hasil hitung sebenarnya. Hasil hitung kelipatan maksudnya adalah apabila infus berkurang sebanyak 10 ml maka massa berkurang sebesar 10 gram.
  - Pengujian notifikasi dilakukan bersamaan dengan pengujian tahap akhir.

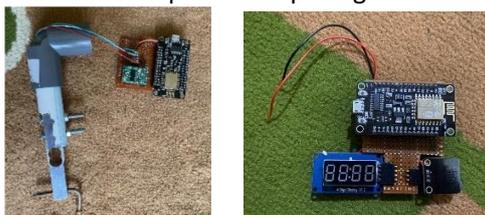
### 3.6.3 Pengujian Kelayakan Sistem Bersama User

Menguji kelayakan sistem bersama *user*, dimana pengujian ini bertujuan untuk memvalidasi kelayakan sistem yang telah dibangun. *User* yang dimaksud dalam pengujian ini yaitu tenaga medis dari Rumah Sakit di Kota Mataram dan luar Kota Mataram. Pengujian bersama *user* dilakukan dengan cara membuat video demo sistem dan ditunjukkan ke tenaga medis, lalu terdapat kuesioner yang ditunjukkan ke tenaga medis sebagai bentuk validasi. Keterlibatan pengujian bersama *user* diharapkan dapat menjadi acuan bahwa sistem dapat meringankan beban kerja dari *user* itu sendiri.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Realisasi Perangkat Keras

Realisasi penyusunan perangkat keras dari Rancang Bangun Sistem Monitoring Massa Infus Berbasis IoT Menggunakan Sensor Load Cell dan Vibration Motor Untuk Notifikasi yang terdapat pada bab sebelumnya. Adapun realisasi perangkat keras yang telah dibuat dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 5. (a) Sensor *Load Cell* (b) Rangkaian Notifikasi

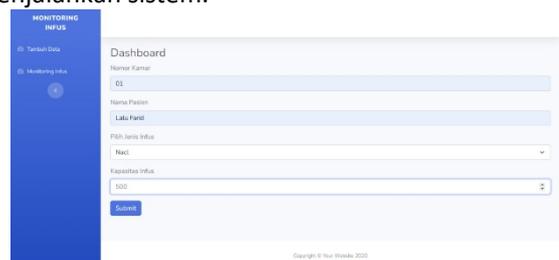
Gambar 5 terdapat 2 rangkaian berbeda dan masing-masing rangkaian terdiri dari 3 perangkat keras yang dihubungkan menjadi sebuah rangkaian untuk memonitoring massa infus. Berikut fungsi dari masing-masing alat tersebut adalah sebagai berikut:

1. Rangkaian Gambar 5 (a) merupakan rangkaian untuk mengukur massa infus yang terdiri dari :
  - a. NodeMCU ESP8266, merupakan mikrokontroler yang berfungsi untuk menangkap nilai massa yang telah di konversi oleh Modul HX711 dan digunakan sebagai pengirim data menuju broker dengan menggunakan protokol komunikasi data MQTT berdasarkan topik tertentu.
  - b. Sensor *Load Cell*, merupakan sensor yang digunakan untuk membaca nilai massa yang diukur.
  - c. Modul HX711, merupakan modul yang digunakan untuk mengkonversi nilai massa yang dibaca oleh sensor *Load Cell* ke dalam bentuk sinyal digital.

2. Rangkaian Gambar 5 (b) merupakan rangkaian notifikasi yang terdiri dari :
  - a. NodeMCU ESP8266, merupakan mikrokontroler yang berfungsi untuk menerima data dari broker dengan menggunakan protokol komunikasi data MQTT berdasarkan topik tertentu dan digunakan untuk memberikan perintah ke perangkat *7 Segment* dan *Vibration Motor*.
  - b. *7 Segment*, merupakan perangkat keras yang berfungsi untuk memberikan informasi berupa tampilan berbentuk angka (nomor kamar dan persentase sisa infus).
  - c. *Vibration Motor*, merupakan perangkat keras yang berfungsi untuk memberikan infus berupa getaran.

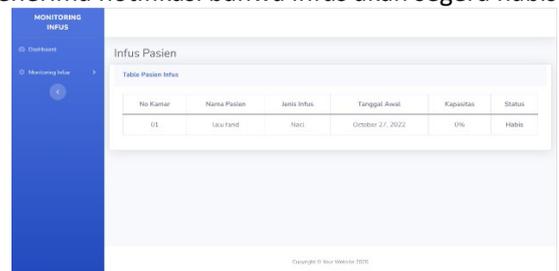
### 4.2 Realisasi Perangkat Lunak

Realisasi dari *interface* Sistem Monitoring Massa Infus Berbasis IoT Menggunakan Sensor Load Cell dan Vibration Motor Untuk Notifikasi berdasarkan pembahasan sub bab sebelumnya pada bagian *use case diagram* yang terdapat satu pengguna untuk menjalankan sistem.



Gambar 6. Halaman *Dashboard*

Gambar 6 merupakan realisasi *interface* dari halaman utama sistem. Pada halaman utama sistem terdapat kolom *input text* untuk memasukkan nomor kamar, nama pasien, dan kapasitas total infus, Setelah dimasukkan data-data tersebut akan disimpan ke *database* dan untuk data kapasitas total infus akan dikirim ke rangkaian sensor mengukur massa infus agar mengetahui persentase massa yang diukur sehingga saat mencapai persentase tertentu pengguna akan menerima notifikasi bahwa infus akan segera habis.



Gambar 7 Halaman Monitoring Infus

Gambar 7 merupakan realisasi *interface* dari halaman monitoring infus. Pada halaman ini berisi informasi berupa tabel yang berisi tanggal infus

dipasang, nama pasien, nomor kamar, dan persentase infus pasien, dimana data tersebut diperoleh dari sensor *load cell* yang terpasang pada kamar melalui *database*. Kemudian terdapat kolom untuk menampilkan status dari infus, apabila infus lebih dari 10% maka sistem menampilkan status infus penuh, apabila infus kurang dari 10% dan diatas 5% maka sistem menampilkan status infus hampir habis dan apabila tidak pada kondisi keduanya maka sistem menampilkan status infus habis.

#### 4.3 Hasil Pengujian Black Box

Pengujian *black box* yang dilakukan untuk mengamati dan menganalisa fungsionalitas dari fitur pada sistem monitoring massa infus. Hal ini dilakukan untuk memastikan apakah sistem dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan atau tidak.

Tabel 1 Pengujian Black Box

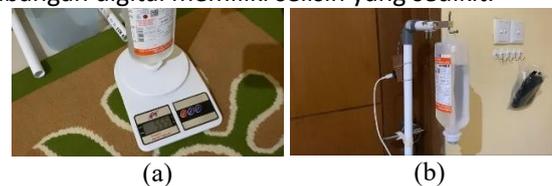
No	Skenario Pengujian	Hasil Diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1	Nodemcu esp8266 dapat membaca input sensor <i>load cell</i>	Terbaca	Terbaca	Valid
2	Nodemcu esp8266 dapat terhubung ke MQTT Broker	Terhubung	Terhubung	Valid
3	Nodemcu esp8266 dapat mengupload data ke MQTT Broker	Ter-upload	Ter-upload	Valid
4	Nodemcu esp8266 dapat mengirimkan data ke website	Terkirim	Terkirim	Valid
5	Website dapat menampilkan data yang diperoleh dari perangkat keras	Ditampilkan	Ditampilkan	Valid
6	Sensor <i>Load cell</i> dapat mengukur massa infus	Terukur	Terukur	Valid
7	Nodemcu esp8266 dapat menerima data dari MQTT Broker	Diterima	Diterima	Valid
8	<i>Vibration motor</i> dan 7 Segment dapat menerima data dari Nodemcu esp8266	Diterima	Diterima	Valid
9	<i>Vibration motor</i> dapat bekerja saat infus hampir habis	Bekerja	Bekerja	Valid
10	<i>Vibration motor</i> tidak bekerja saat infus masih tersedia	Tidak Bekerja	Tidak Bekerja	Valid
11	7 segment dapat menampilkan nomor ruangan saat infus hampir habis	Ditampilkan	Ditampilkan	Valid
12	7 segment tidak menampilkan nomor ruangan saat infus masih tersedia	Tidak Ditampilkan	Tidak Ditampilkan	Valid
13	Laptop bisa menyimpan data pada database MySQL	Tersimpan di Database	Tersimpan di Database	Valid

#### 4.4 Pengujian Fungsi Keseluruhan Sistem

Pengujian fungsi sistem secara keseluruhan meliputi pengujian tahap kalibrasi, pengujian untuk membaca kenaikan dan penurunan massa benda, pengujian notifikasi, dan pengujian tahap akhir dengan menggunakan infus sesungguhnya.

##### 4.4.1 Pengujian Tahap Kalibrasi

Pengujian tahap kalibrasi, pengujian tahap kalibrasi meliputi pengujian untuk mencari *calibration factor* pada Sensor *Load Cell* sehingga sensor dapat mengukur beban dengan tepat. Validasi pengukuran dilakukan dengan timbangan digital dan dilakukan secara berulang dengan mengganti *calibration factor Load Cell* hingga data yang diukur oleh sensor dan timbangan digital memiliki selisih yang sedikit.



Gambar 8 (a) Ukur Massa Infus Timbangan (b) Ukur Massa Infus Sensor

Gambar 8 (a) dan (b) merupakan proses mengukur massa yang diletakkan di atas timbangan digital dan sensor *load cell*. Massa yang terukur timbangan digital akan menjadi validasi atas massa yang terukur oleh Sensor *Load Cell*.

Tabel 2 Hasil Pengujian Kalibrasi

No.	Massa Pada Timbangan Digital (gr)	Massa Pada Sensor Load Cell (gr)	Selisih (gr)
1.	555	555.14	0.14
2.	555	555.20	0.20
3.	555	555.09	0.09
4.	555	555.00	0.0
5.	555	555.01	0.01
6.	555	554.97	0.3
7.	555	554.89	0.11
Rata-Rata			0.12

Tabel 2 merupakan merupakan hasil pengujian tahap kalibrasi dengan membandingkan pengukuran dari timbangan digital dan Sensor *Load Cell*. Data tersebut merupakan data sampel yang diambil selama pengujian kurang lebih 2 menit dengan *calibration factor* sebesar -1090. Hasil pengujian tahap kalibrasi menunjukkan rata-rata selisih massa yang terukur antara *Load Cell* dan timbangan sebesar 0.12 gram

sehingga dapat dikatakan *Load Cell* dengan *calibration factor* -1090 sudah sesuai dengan keadaan lapangan atau berjalan dengan baik.

#### 4.4.2 Pengujian Membaca Kenaikan Dan Penurunan Massa Benda

Pengujian ini bertujuan untuk melihat konsistensi kinerja sensor dalam membaca penurunan dan kenaikan massa benda secara berkala. Dimana pengujian dilakukan dengan menggunakan botol air mineral kosong sebagai infus dummies.

##### 1. Pengujian Kenaikan Massa Infus Dummies

Pengujian kenaikan massa infus dilakukan dengan menggunakan infus dummies, dimana infus dummies yang digunakan yaitu botol air mineral kosong yang diisi air secara berkala hingga batas yang telah ditentukan.



Gambar 9 Mengisi Infus Dummies dengan Air  
 Gambar 9 merupakan proses mengisi air pada infus dummies dengan tujuan untuk melihat apakah sensor dapat mengukur penambahan massa infus secara berkala atau tidak.

Tabel 3 Hasil Pengujian Kenaikan Massa Infus Dummies

No	Massa Pada Sensor Load Cell (gr)	Keterangan
1.	0.0	Tidak ada beban pada Sensor Load Cell
2.	36.61	Botol kosong diletakkan pada Sensor Load Cell
3.	37.0	Botol kosong diletakkan pada Sensor Load Cell
4.	51.14	Botol pada Sensor Load Cell mulai diisi air secara berkala.
5.	212.20	Beban pada Sensor Load Cell bertambah
6.	318.69	Beban pada Sensor Load Cell bertambah
7.	448.21	Beban pada Sensor Load Cell bertambah
8.	501.05	Beban pada Sensor Load Cell bertambah
9.	518.92	Beban pada Sensor Load Cell bertambah
10.	528.81	Beban pada Sensor Load Cell mencapai massa maksimal karena air berhenti ditambahkan

Tabel 3 merupakan data sampel hasil pengujian kenaikan massa infus dummies. Pengujian tersebut menunjukkan tidak ada massa yang terukur ketika tidak ada beban pada sensor, kemudian diletakkan botol kosong pada sensor sehingga massa yang terdeteksi sebesar 36.61 gram dan 37.0 gram merupakan massa botol kosong. Pengisian air

dilakukan secara perlahan ke dalam botol kosong sehingga massa mulai bertambah naik dari 51.14 gram hingga mencapai massa maksimal 528.81 gram. Dari pengujian tersebut didapati bahwa sensor mampu mengukur apabila beban ditambahkan secara perlahan.

##### 2. Pengujian Penurunan Massa Infus Dummies

Pengujian penurunan massa infus dilakukan dengan menggunakan infus dummies, dimana infus dummies yang digunakan yaitu botol air mineral yang telah terisi penuh kemudian dialirkan secara berkala menggunakan selang infus.



Gambar 10 Air Berkurang Melalui Selang Infus  
 Gambar 10 merupakan proses air berkurang melalui selang infus pada infus dummies, hal ini bertujuan untuk melihat apakah sensor dapat mengukur penurunan massa infus secara berkala atau tidak.

Tabel 4 Hasil Pengujian Penurunan Massa Infus Dummies

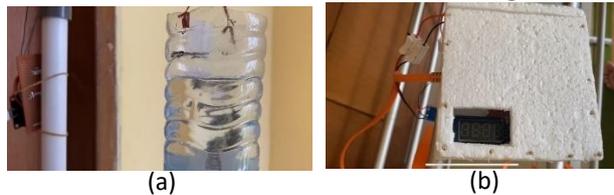
No	Massa Pada Sensor Load Cell (gr)	Keterangan
1.	528.81	Massa maksimal beban pada Sensor Load Cell
2.	492.87	Air mengalir melalui selang infus dan massa pada Sensor Load Cell berkurang
3.	478.63	Air mengalir melalui selang infus dan massa pada Sensor Load Cell berkurang
4.	398.69	Air mengalir melalui selang infus dan massa pada Sensor Load Cell berkurang
5.	358.90	Air mengalir melalui selang infus dan massa pada Sensor Load Cell berkurang
6.	301.42	Air mengalir melalui selang infus dan massa pada Sensor Load Cell berkurang
7.	275.95	Air mengalir melalui selang infus dan massa pada Sensor Load Cell berkurang
8.	250.48	Air mengalir melalui selang infus dan massa pada Sensor Load Cell berkurang
9.	200.77	Air mengalir melalui selang infus dan massa pada Sensor Load Cell berkurang
10.	171.02	Air mengalir melalui selang infus dan massa pada Sensor Load Cell berkurang
11.	150.27	Air mengalir melalui selang infus dan massa pada Sensor Load Cell berkurang
12.	101.23	Air mengalir melalui selang infus dan massa pada Sensor Load Cell berkurang

13.	75.89	Air mengalir melalui selang infus dan massa pada Sensor <i>Load Cell</i> berkurang
14.	56.70	Air mengalir melalui selang infus dan massa pada Sensor <i>Load Cell</i> berkurang
15.	44.47	Air pada botol habis, tetapi masih terdapat sisa air pada selang

Tabel 4 merupakan data sampel hasil pengujian penurunan massa infus dummies. Pengujian tersebut menunjukkan infus dummies berada pada massa maksimal 528.81 gram dan turun secara perlahan melalui selang infus hingga mencapai massa 44.47 gram. Saat infus mencapai massa 44.47 gram sudah tidak terdapat air dalam botol mineral namun masih terdapat air pada selang infus. Dari pengujian tersebut didapati bahwa sensor mampu mengukur apabila beban diberkurang secara perlahan.

#### 4.4.3 Pengujian Notifikasi

Pengujian notifikasi bertujuan untuk melihat apakah sistem notifikasi dapat memperoleh dan menampilkan informasi dari rangkaian Sensor *Load Cell* saat persentase infus mencapai 10%. Pengujian dilakukan dengan infus dummies yaitu botol air mineral berisi air dan dialirkan melalui selang infus.



Gambar 11 (a) Kondisi Infus Terisi (b) Kondisi Notifikasi

Gambar 11 (a) dan (b) merupakan pengujian notifikasi saat infus masih terisi dan gambar menunjukkan bahwa rangkaian sistem notifikasi tidak menerima data dari rangkaian Sensor *Load Cell*, hal ini dikarenakan massa yang dideteksi oleh sensor tidak pada persentase 10% sehingga infus terbilang masih terisi.



Gambar 12 (a) Kondisi Infus Hampir Habis (b) Kondisi Notifikasi

Gambar 12 (a) dan (b) merupakan pengujian notifikasi saat infus hampir habis dan gambar menunjukkan bahwa rangkaian sistem notifikasi menerima data nomor kamar dan persentase infus dari rangkaian Sensor *Load Cell*, hal ini dikarenakan massa yang dideteksi oleh sensor berada pada persentase

10% sehingga infus dapat dikatakan hampir habis. 2 digit awal menampilkan nomor ruangan yaitu 01 dan 2 digit akhir menampilkan persentase massa infus yaitu 10 dengan satuan %.

Tabel 5 Hasil Pengujian Notifikasi

No	Kapasitas (gr)	Persentase (%)	Status 7 Segments	Status Vibration Motor	Keterangan
1.	490.30	100	OFF	OFF	VALID
2.	245.97	50	OFF	OFF	VALID
3.	150.94	30	OFF	OFF	VALID
4.	50.72	10	ON	ON	VALID

Tabel 5 menunjukkan bahwa saat persentase kapasitas infus dummies 30%, 50%, dan 100% status 7 *Segments* dan *Vibration Motor* adalah *off* yang berarti bahwa rangkaian notifikasi tidak menerima data dari rangkaian Sensor *Load Cell* karena infus masih dalam kondisi terisi, sedangkan saat persentase kapasitas infus dummies 10% status 7 *Segments* dan *Vibration Motor* adalah *on* yang berarti bahwa rangkaian notifikasi menerima data dari rangkaian Sensor *Load Cell* karena infus berada pada kapasitas 10% atau infus hampir habis. Dari pengujian tersebut menunjukkan bahwa rangkaian notifikasi dapat mengeksekusi perintah berdasarkan data yang diterima dari rangkaian Sensor *Load Cell*.

#### 4.4.4 Pengujian Tahap Akhir

Pengujian tahap akhir menggunakan infus jenis NaCl 500 ml untuk melihat sistem bekerja secara keseluruhan. Pengujian dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu meng-*input* data pasien, memasang infus, melihat persentase melalui halaman *website* sederhana, dan melihat notifikasi terkirim atau tidak saat mencapai persentase 10%.

##### 1. Input Data Pasien

Tahap ini bertujuan untuk memasukkan data pasien seperti nama pasien, nomor kamar, jenis infus, dan kapasitas infus yang digunakan. Kemudian data tersebut tersimpan di *database* dan data kapasitas infus akan dikirim ke rangkaian Sensor *Load Cell* untuk menghitung persentase kapasitas infus.



Gambar 13 Input Data Pasien

##### 2. Memasang Infus

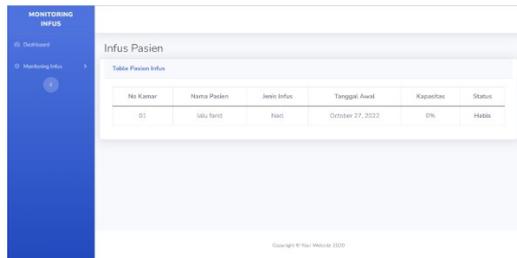
Tahap ini bertujuan memasang beban yang diukur oleh Sensor *Load Cell*, dimana beban yang diukur adalah NaCl.



Gambar 14 Tahap Pemasangan Infus

### 3. Melihat Persentase

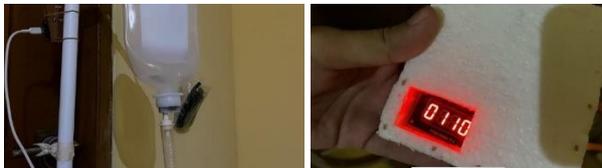
Tahap ini bertujuan untuk melihat persentase yang diperoleh dari pengukuran beban Sensor *Load Cell* dan melihat apakah *website* dapat menerima data tersebut atau tidak.



Gambar 15 Melihat Persentase Melalui *Website*

### 4. Menerima Notifikasi

Tahap ini bertujuan melihat apakah rangkaian notifikasi dapat memperoleh data nomor kamar dan persentase kapasitas infus yang ditampilkan pada 7 *Segments* dan *Vibration Motor* dapat memberikan sinyal berupa getaran saat infus mencapai persentase 10%.



Gambar 16 (a) Kondisi Infus Hampir Habis (b) Kondisi Rangkaian Notifikasi

Tabel 6 Hasil Pengujian Tahap Akhir

No	Kapasitas Total (gr)	Kapasitas (gr)	Persentase (%)	Status 7 Segments	Status Vibration Motor	Status Website
1	500	500.10	100	OFF	OFF	Tertampil persentase 100%
2	500	254.75	50	OFF	OFF	Tertampil persentase 50%
3	500	154.88	30	OFF	OFF	Tertampil persentase 30%
4	500	54.04	10	ON	ON	Tertampil persentase 10%

Tabel 6 menunjukan bahwa saat persentase kapasitas infus 30%, 50%, dan 100% status 7 *Segments* dan *Vibration Motor* adalah *off* yang menandakan bahwa rangkaian notifikasi tidak bekerja karena infus

masih terisi, sedangkan saat persentase kapasitas infus 10% status 7 *Segments* dan *Vibration Motor* adalah *on* yang menandakan bahwa notifikasi bekerja karena infus hampir habis. Dari pengujian tersebut menunjukkan bahwa dengan menggunakan infus NaCl Sensor *Load Cell* dapat mengukur massa infus dan ketika infus hampir habis rangkaian notifikasi dapat mengeksekusi perintah berdasarkan data yang diterima dari rangkaian Sensor *Load Cell*.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan pengujian yang telah dilaksanakan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- Berdasarkan hasil pengujian perangkat keras pada tahap kalibrasi, *calibration factor* -1090 pada Sensor *Load Cell* dapat mengukur massa benda yang cukup tepat dengan membandingkan hasil pengukuran tersebut pada timbangan digital seperti yang terlihat pada Tabel 2.
- Berdasarkan hasil pengujian Sensor *Load Cell* dalam membaca kenaikan dan penurunan massa benda pada infus dummies yaitu botol air mineral. Sensor dapat membaca kenaikan dan penurunan massa benda pada infus dummies seperti pada Tabel 3 sensor membaca kenaikan massa benda dari 0 gram yang berarti tidak ada beban, 36.61 gram yang berarti beban ada tapi belum terisi air, 212.20 gram yang berarti air mulai terisi secara berkala, hingga 528.81 gram massa benda pada massa maksimal dan Tabel 4 sensor dapat membaca penurunan secara berkala dari massa maksimal 528.81 gram hingga 44.47 gram, maka dengan demikian dapat dikatakan bahwa sensor bekerja dengan baik.
- Berdasarkan hasil pengujian notifikasi, sistem yang dibangun dapat mengirim notifikasi saat infus akan habis. Seperti pada tabel 5 saat persentase 30%, 50%, dan 100% rangkaian notifikasi tidak bekerja karena kapasitas infus masih dikategorikan banyak, sedangkan saat persentase 10% rangkaian notifikasi bekerja karena kapasitas infus yang diukur hampir habis.
- Berdasarkan hasil pengujian tahap akhir, sistem yang dibangun dapat mengukur massa infus NaCl 500ml dengan baik dan halaman *website* dapat menampilkan data dari kondisi terkini persentase kapasitas infus. Tabel 6 menunjukan saat persentase 30%, 50%, dan 100% rangkaian notifikasi tidak bekerja karena kapasitas infus masih dikategorikan banyak, sedangkan saat persentase 10% rangkaian notifikasi bekerja karena kapasitas

infus yang diukur hampir habis. Maka dengan keseluruhan pengujian dilakukan dapat dikatakan sistem berjalan cukup baik dalam mengukur massa infus dan memperoleh notifikasi.

## 5.2 Saran

Apabila dilakukan penelitian lebih lanjut terkait dengan penelitian ini kedepannya, berikut beberapa saran yang dapat dipertimbangkan untuk menjadi acuan pengembangan sistem berikutnya:

1. Disarankan ada kolaborasi antara mahasiswa Program Studi Teknik Informatika dengan mahasiswa Teknik Sipil untuk mengatur *design* alat yang kompatibel dan kuat menahan beban yang cukup berat.
2. Melakukan pengujian pada jenis infus lain seperti dextrose atau albumin.
3. Untuk pengemasan alat dapat dilakukan oleh pakar yang mengerti bidang industri.
4. Sistem ini diharapkan dapat dikembangkan dengan menambah fitur pencatatan data sesuai prosedur sebenarnya dan rekapitulasi data penggantian infus
5. Diharapkan sistem dapat dibuat dapat memperlihatkan data secara *realtime*.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. P. Robot, R. Sengkey, and Y. D. Y. Rindengan, "Aplikasi Manajemen Rawat Inap dan Rawat Jalan di Rumah Sakit," *J. Tek. Inform.*, vol. 13, no. 4, pp. 1–8, 2018.
- [2] P. Studi Jaringan Telekomunikasi Digital, P. Negeri Malang, C. Kusuma Wardani, F. Arinie Soelistianto, and M. Taufik, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Tetes Siklus Periodik Infus Berbasis Arduino Pada Web," *Jarter*, vol. 7, no. 2, pp. 2407–0807, 2018.
- [3] A. Amelia and K. Prawiroredjo, "Rangkaian Pengatur Aliran Cairan Infus Berbasis Atmega 8535," *Jetri J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 14, pp. 29–40, 2017, doi: 10.25105/jetri.v14i2.816.
- [4] K. N. T. Yayer, W. A. Weliamto, R. Sitepu, and H. Pranjoto, "Monitoring Dan Penghentian Cairan Infus Menggunakan Timbangan Infus Digital Dengan Memanfaatkan Web Server," *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 11, no. 1, pp. 55–64, 2020, doi: 10.24176/simet.v11i1.3601.
- [5] F. Desmitha, W. Kurniawan, U. Satya, N. Indonesia, and S. L. Cell, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Volume Infus Berbasis Arduino Mega 2560 Pada Rumah Sakit Umum," vol. 1, pp. 81–92, 2019.
- [6] M. Safitri, H. Da Fonseca, and E. Loniza, "Short text message based infusion fluid level monitoring system," *J. Robot. Control*, vol. 2, no. 2, pp. 60–64, 2021, doi: 10.18196/jrc.2253.
- [7] T. D. Hendrawati and R. A. Ruswandi, "Sistem pemantauan tetesan cairan infus berbasis Internet of Things," *JITEL (Jurnal Ilm. Telekomun. Elektron. dan List. Tenaga)*, vol. 1, no. 1, pp. 25–32, 2021, doi: 10.35313/jitel.v1.i1.2021.25-32.
- [8] 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.
- [9] M. D. Cookson and P. M. R. Stirk, "APLIKASI LOAD CELL UNTUK SISTEM MONITORING VOLUME CAIRAN INFUS," vol. 26, pp. 165–177, 2019.
- [10] R. C. G. Tangdiongan, E. K. Allo, S. R. U. A. Sompie, and J. T. Elektro-ft, "Rancang Bangun Alat Bantu Mobilitas Penderita Tunanetra Berbasis Microcontroller Arduino Uno," vol. 6, no. 2, pp. 79–86, 2017.
- [11] F. S. Saro *et al.*, "Rancang Bangun Alat Simulasi Latihan Menembak Berbasis Arduino Uno," *J. Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 7, no. 3, pp. 251–258, 2018.
- [12] R. Maniktalia, S. Tanwar, R. Billa, and K. Deepa, "IoT Based Drip Infusion Monitoring System," *2022 IEEE Delhi Sect. Conf. DELCON 2022*, vol. 10, no. 12, pp. 752–757, 2022, doi: 10.1109/DELCON54057.2022.9753052.