



TUGAS AKHIR – LI956404

**MONITORING CAIRAN INFUS
MENGUNAKAN ESP32**

Oleh:

Esti Aisyah Dinasaputri

NRP. 33112101028

Dosen Pembimbing:

Ahmad Mustofa, S.Kom., M.Kom. Pembimbing I

M. Sohibul Hajah, S.T., M.T Pembimbing II

PROGRAM STUDI DIII TEKNIK LISTRIK INDUSTRI

JURUSAN TEKNOLOGI ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI MADURA

SAMPANG

2026



TUGAS AKHIR – LI956404

**MONITORING CAIRAN INFUS
MENGUNAKAN ESP32**

Oleh:

Esti Aisyah Dinasaputri

NRP. 33112101028

Dosen Pembimbing:

Ahmad Mustofa, S.Kom., M.Kom. Pembimbing I

M. Sohibul Hajah, S.T., M.T Pembimbing II

PROGRAM STUDI DIII TEKNIK LSITRIK INDUSTRI

JURUSAN TEKNOLOGI ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI MADURA

SAMPANG

2026

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN

Saya mahasiswa Politeknik Negeri Madura, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi:

Nama : Esti Aisyah Dinasaputri
NRP : 33112101028
Program Studi : D3 Teknik Listrik Industri
Jurusan : Teknologi Elektro

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang saya buat dengan judul “Monitoring Cairan Infus Menggunakan ESP32”:

- Dibuat dan diselesaikan sendiri dengan menggunakan literatur hasil kuliah, survei lapangan, bimbingan dengan dosen pembimbing dan pembimbing penelitian, melalui tanya jawab maupun asistensi serta buku-buku jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada Tugas Akhir ini.
- Bukan merupakan duplikasi yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di Universitas/Perguruan Tinggi lain, kecuali pada bagian-bagian tertentu digunakan referensi

Tinggi lain, kecuali pada bagian-bagian tertentu digunakan referensi pendukung untuk melengkapi informasi dan sumber informasi dengan dicantumkan melalui referensi yang semestinya.

- Bukan merupakan karya tulis terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada Tugas Akhir ini.

Jika terbukti saya tidak memenuhi apa yang telah saya nyatakan seperti apa yang di atas, maka Tugas Akhir saya ini dibatalkan.

Sampang, 12 Agustus 2026



Esti Aisyah Dinasaputri
NRP. 33112101028

LEMBAR PENGESAHAN

MONITORING CAIRAN INFUS MENGGUNAKAN ESP32

Diajukan untuk memnuhi salah satu syarat memperoleh
gelar Ahli Madya Teknik (A.Md.T)

Pada,

Jurusan teknologi Elektro
Politeknik Negeri Madura

Oleh:

ESTI AISYAH DINASAPUTRI
NRP. 33112101028

Tugas Akhir ini telah disidangkan pada tanggal 5
Agustus 2026 dan telah sesuai dengan ketentuan.

Disetujui Tim Penguji Tugas Akhir:

1. Ahmad Mustofa, S.Kom., M.Kom.....(Pembimbing I)
2. M. Sohibul Hajah, S.T., M.T.(Pembimbing II)
3. Norma Mahmudah, S.T., M.T.....(Penguji I)
4. Helmy Sahirul Alim, S.S., M.Pd.....(Penguji II)
5. Moch. Nur Adiwana, M.T.....(Penguji III)

LEMBAR PERSETUJUAN SIDANG TUGAS AKHIR

Judul Tugas Akhir : Monitoring Cairan Infus Menggunakan ESP32

Penulis : Esti Aisyah Dinasaputri

NRP : 33112101028

Program Studi : DIII Teknik Listrik Industri

Jurusan : Teknologi Elektro

Tugas Akhir ini telah diperiksa dan disetujui untuk disidangkan.

Ditandatangani di Gedung A, Politeknik Negeri Madura.

Menyetujui,

Dosen Pembimbing II



M. Sohibul Hajjah, S.T., M.T.
NIP. 197505272015041001

Dosen Pembimbing I



Ahmad Mustofa, S.Kom.,
M.Kom.
NIP. 199407032019031017

Koordinator Program Studi

Teknik Listrik Industri



Bayu Praharsena, S.ST., M.T.
NIP. 199405312019031009

Ketua Jurusan

Teknologi Elektro



Mohammad Nur, S.Si., M.T.
NIP. 198605082019031007



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA

ABSTRAK



MONITORING CAIRAN INFUS MENGGUNAKAN ESP32

Nama : Esti Aisyah Dinasaputri
NRP : 33112101028
Dosen Pembimbing I : Ahmad Mustofa, S.Kom., M.Kom.
Dosen Pembimbing II : M. Sohibul Hajah, S.T., M.T.

ABSTRAK

Infus menjadi salah satu bahan yang dapat kita temui di rumah sakit. Bahkan cairan infus menjadi faktor utama dalam penyembuhan pasien di rumah sakit, karena cairan infus memberikan dampak menggantikan cairan tubuh yang hilang pada saat sakit. Cairan ini juga dapat menyeimbangkan elektrolit dan menjaga tubuh agar tetap terhidrasi dengan baik. Jika tubuh sudah mendapatkan cairan infus maka proses penyembuhan lebih mudah. Seorang perawat yang bekerja di rumah sakit memiliki tugas yang begitu penting, mereka akan senantiasa memberikan pelayanan terbaik. Namun saat ini pelayanan tersebut sering terjadi keterlambatan karena kurangnya para petugas dan semakin meningkatnya pasien yang datang untuk berobat. Terutama pelayanan pada saat pergantian cairan infus yang nyatanya memang belum

terjadwal karena waktu habis akan berbeda beda pada setiap pasien. Alat ini menjadi solusi yang baik bagi kesulitan permasalahan diatas. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat monitoring cairan infus berbasis ESP32 mampu memantau kondisi dan volume cairan infus secara real-time. Sistem dapat mendeteksi perubahan volume cairan dan memberikan informasi kepada pengguna ketika cairan infus mendekati batas minimum yang telah ditentukan. Dengan demikian, alat ini dapat membantu tenaga medis dalam memantau kondisi cairan infus secara lebih efektif dan mengurangi risiko keterlambatan dalam penggantian cairan infus. Hasil akurasi kemiripan dengan rata-rata 98% sekitar 1-2 ml dibandingkan volume sebenarnya secara real time. pada keadaan cairan dibawah 50 ml aplikasi memberikan notifikasi bahwa cairan infus akan segera habis. Tenaga kesehatan dapat melakukan pemantauan melalui aplikasi yang sudah ada. Hasil pengujiannya yang baik akan membantu tenaga kesehatan dalam melakukan pelayanan.

Kata Kunci : Cairan Infus, Pendeteksi Cairan Infus, ESP32



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA

ABSTRACT



IV FLUID MONITORING USING ESP32

Nama : Esti Aisyah Dinasaputri
NRP : 33112101028
Dosen Pembimbing I : Ahmad Mustofa, S.Kom., M.Kom.
Dosen Pembimbing II : M. Sohibul Hajah, S.T., M.T.

ABSTRACT

Intravenous (IV) fluids are a common sight in hospitals and play a crucial role in patient recovery by replenishing fluids lost during illness. These fluids help balance electrolytes and maintain proper hydration, thereby facilitating the healing process. Hospital nurses perform vital work and strive to provide the best possible care; however, delays often occur due to staffing shortages and the rising number of patients seeking treatment. Delays are particularly common during IV fluid replacements, as the time it takes for a bag to empty varies from patient to patient. This device offers an effective solution to these challenges. Testing demonstrates that the ESP32-based IV fluid monitoring device can track fluid status and volume in real-time. The system detects changes in fluid volume and alerts the user when the fluid level approaches a pre-set minimum threshold. Consequently, the device assists medical personnel in monitoring IV fluids more effectively and reduces the risk of delays in fluid replacement. Testing showed an average accuracy rate of 98% (with a deviation of approximately 1–2 ml

compared to the actual volume) in real-time monitoring; when the fluid level drops below 50 ml, the application issues a notification that the IV fluid is about to run out. Healthcare workers can monitor the status via the dedicated application, and the device's reliable performance supports them in delivering quality care.

Keywords: IV fluid, IV fluid detector, ESP32, monitoring system



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA

KATA PENGANTAR



KATA PENGANTAR

Alhamdulillah segala puji syukur kepada Allah Yang Maha Esa yang telah memberi kekuatan, kemampuan, dan kesabaran kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Tujuan penulisan tugas akhir adalah memenuhi salah satu persyaratan bagi mahasiswa untuk dapat menyelesaikan pendidikan Diploma-3 Program Studi Teknik Listrik Industri Jurusan Teknologi Elektro di Politeknik Negeri Madura.

Dalam tugas akhir ini, penulis menyusun laporan Tugas Akhir berjudul “Monitoring Cairan Infus Menggunakan ESP32”.

Laporan Tugas Akhir ini tidak akan selesai dengan baik tanpa bantuan, bimbingan, dan dorongan dari orang-orang yang berada di sekitar penulis. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih banyak kepada:

1. Ibu Laily Ulfiyah, S.T., MT., Direktur Politeknik Negeri Madura .
2. Bapak M. Musta'in, S.T., MT., Wakil Direktur Bidang Akademik.

3. Bapak Mohammad Nur, S.Si., M.T. Selaku Ketua Jurusan Teknologi Elektro
4. Bapak Ibrahim Saiful Millah, S.T., M.Sc. Selaku Sekretaris Jurusan Teknologi Elektro
5. Bapak Bayu Praharsena, S.ST., M.T. Selaku Koordinator Program Studi Teknik Listrik Industri
6. Bapak Ahmad Mustofa, S.Kom., M.Kom. Selaku Pembimbing I
7. Bapak M. Sohibul Hajjah, S.T., M.T. Selaku Pembimbing II
8. Para dosen dan tenaga kependidikan Politeknik Negeri Madura yang telah melayani mahasiswa selama penulis menempuh pendidikan di sini.
9. Terima kasih yang mendalam atas dukungan, doa, dan motivasi dari keluarga penulis. Terutama ibu, ayah dan adik penulis, karena telah berperan di banyak hal dalam mendukung penulis untuk menjalani dan menyelesaikan masa perkuliahan dengan baik dan penuh tanggung jawab.
10. Terakhir, saya ingin mengucapkan terima kasih kepada diri saya sendiri yang telah bertahan dan terus berusaha hingga karya ini dapat diselesaikan. Terima

kasih karena tidak menyerah meskipun banyak tantangan yang harus dilewati. Semoga segala proses dan perjuangan ini menjadi pengalaman berharga untuk terus melangkah dan berkembang ke depannya.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam tugas akhir ini. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun untuk tugas akhir ini.

Sampang, 10 Juli 2026

Esti Aisyah Dinasaputri
NRP. 33112101028



DAFTAR ISI



DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PERSETUJUAN SIDANG TUGAS AKHIR	Error!
Bookmark not defined.	
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG	xviii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
BAB 1	
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah.....	5
1.4 Tujuan	5
1.5 Manfaat	6
BAB II	
TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Penelitian Sebelumnya	6
2.2 Landasan Teori	8

2.2.1	Regresi Linier	8
2.2.2	K-Means Clustering.....	9
2.2.3	RMS (<i>Root Mean Square</i>)	10
2.2.4	MQTT (<i>Message Queuing Telemetry Transport</i>)	11
2.2.5	ESP32	12
2.2.6	Push Button	13
2.2.7	LED	14
2.2.8	<i>Load Cell</i>	15
2.2.9	PCB	16
2.2.10	Kabel Jumper.....	17
2.2.11	Baterai Lithium	18
2.2.12	Blok Terminal	19
2.2.13	Resistor.....	20
2.2.14	Modul Pengisi Daya.....	20
2.2.15	Cairan Infus.....	21
2.2.16	Monitoring.....	21
2.2.17	Modul HX711.....	22
2.2.18	Step Up.....	24

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN.....	25
3.1 Metodologi Eksperimen.....	25
3.2 Tahapan Penelitian	25
3.3 Diagram Alir Penelitian.....	26

3.4	Flowchart Sistem Kerja Alat	31
3.5	Design dan Perencanaan	33
BAB IV		
HASIL DAN PEMBAHASAN.....		45
4.1	Hasil Implementasi Alat.....	45
4.2	Hasil Implementasi Aplikasi.....	52
4.3	Hasil Kalibrasi Sensor <i>Load Cell</i>	59
4.4	Uji Pengiriman Data (MQTT)	64
4.5	Uji Coba Keseluruhan / Integrasi Sistem	65
BAB V		
5.1	Kesimpulan	69
5.2	Saran.....	69
DAFTAR PUSTAKA.....		72
LAMPIRAN.....		74
BIODATA PENULIS.....		75



DAFTAR TABEL



DAFTAR TABEL

Tabel 4.1.1 Tabel Before Kalibrasi.....	60
Tabel 4.1.2 Tabel After Kalibrasi.....	62



DAFTAR GAMBAR



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.2.5 ESP32	12
Gambar 2.2.6 Push Button	13
Gambar 2.2.7 LED	14
Gambar 2.2.8 Load Cell	15
Gambar 2.2.9 PCB	16
Gambar 2.2.10 Kabel Jumper.....	17
Gambar 2.2.11 Baterai Lithium.....	18
Gambar 2.2.12 Blok Terminal.....	19
Gambar 2.2.13 Resistor	20
Gambar 2.2.14 Modul Pengisi Daya	20
Gambar 2.2.15 Cairan Infus	21
Gambar 2.2.17 Modul HX711.....	22
Gambar 2.2.18 Step Up	23
Gambar 3.3 Flowchart Pengerjaan Tugas Akhir.....	21
Gambar 3.4 Flowchart Sistem.....	24
Gambar 3.5.1 Design PCB	34
Gambar 3.5.2 Design Baut	36
Gambar 3.5.3 Design Tutup Alat	37
Gambar 3.5.4 Design Rangka Load Cell.....	38
Gambar 3.5.5 Design Penahan	38
Gambar 3.5.6 Design Rangka Alat.....	39
Gambar 3.5.7 Design Keseluruhan Alat.....	40

Gambar 4.1.1 PCB dan Komponen	46
Gambar 4.1.2 Pemasangan Load Cell pada Rangka	47
Gambar 4.1.3 Pemasangan Komponen pada Alat.....	49
Gambar 4.1.4 Alat dan Infus	50
Gambar 4.1.6 Tampilan Aplikasi.....	54
Gambar 4.3 Program K-Means.....	57
Gambar 4.4 Program RMS.....	59
Gambar 4.5.1 Grafik <i>Before</i> Kalibrasi	61
Gambar 4.5.2 Grafik <i>After</i> Kalibrasi	63
Gambar 4.6.1 Pembacaan Melalui Aplikasi.....	64
Gambar 4.6.2 Pembacaan pada Serial Monitor	64
Gambar 4.7.1 Cairan Infus Terpasang	65
Gambar 4.7.2 Cairan Infus Berkurang	66
Gambar 4.7.3 Cairan Infus Hampir Habis.....	66
Gambar 4.7.4 Notifikasi Cairan Infus Hampir Habis.....	67
Gambar 4.7.5 Notifikasi Cairan Infus Habis.....	67



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTER



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTER



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTER

DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG



DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

IoT : *Internet Of Things*

RMS : *Root Mean Square*

MQTT : *Message Queuing Telemetry Transport*

PCB : *Printed Circuit Board*

LED : *Light Emitting Diode*



DAFTAR LAMPIRAN



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Design PCB.....	59
Lampiran 2	PCB dengan komponen.....	59
Lampiran 3	<i>Load Cell</i>	59
Lampiran 4	PCB dan Baterai.....	59
Lampiran 5	Percobaan dengan botol air mineral.....	59
Lampiran 6	Percobaan dengan Infus.....	59
Lampiran 7	Aplikasi berfungsi.....	59
Lampiran 8	Pengiriman data ke serial monitor.....	59
Lampiran 9	Pengiriman program.....	59
Lampiran 10	Pemasangan <i>Load Cell</i> pada alat.....	60
Lampiran 11	Percobaan baut untuk menopang alat.....	60
Lampiran 12	Pengambilan data dengan infus.....	60
Lampiran 13	Semua komponen terpasang.....	60
Lampiran 14	Tampak samping alat.....	60
Lampiran 15	Tampilan aplikasi jika diberi beban.....	60



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA

BAB 1

PENDAHULUAN



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi yang semakin canggih dan modern pada saat ini membuat perkembangan alat medis pun semakin banyak dibutuhkan. Salah satunya pada alat pemantauan dan pengatur infus melalui jarak jauh. Infus adalah suatu kebutuhan dalam kesehatan yang dalam kondisi tertentu digunakan untuk menggantikan cairan yang hilang dari dalam tubuh. Cairan ini juga digunakan untuk menyeimbangkan elektrolit dalam tubuh. Pemberian cairan infus ini dilakukan dengan cara memasukkan jarum infus ke pembuluh darah (vena). Perkembangan teknologi ini dapat diimplementasikan pada monitoring cairan infus ini untuk memudahkan dalam melakukan pelayanan sebagai tenaga kesehatan.

Permasalahan yang menjadi salah satu dasar penelitian ini berasal dari pengalaman seorang pasien, yaitu penulis, ketika menjalani perawatan di rumah sakit. Dalam pengalaman tersebut, terjadi keterlambatan dalam proses pergantian cairan infus ketika cairan telah mendekati habis. Kejadian tersebut menunjukkan bahwa pemantauan kondisi

cairan infus perlu dilakukan secara berkelanjutan agar perubahan kondisi cairan dapat diketahui dengan lebih cepat. Hal ini mendorong adanya kebutuhan akan suatu sistem yang dapat membantu tenaga medis dalam memantau kondisi cairan infus tanpa harus melakukan pemeriksaan secara terus-menerus. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk merancang dan membangun alat monitoring cairan infus menggunakan ESP32 dengan memanfaatkan load cell sebagai sensor berat serta aplikasi sebagai media pemantauan.

Cairan infus yang memiliki waktu berbeda pada setiap pasien akan menjadi hal pemula keterlambatan pelayanan karena kurang terjadwal. Keterlambatan suatu pelayanan seperti hal nya penggantian infus berdampak terhadap keberlangsungan penyembuhan pasien yang akan terhambat, karena dalam cairan infus itu sendiri memiliki beberapa obat yang digunakan pada proses penyembuhan. Rumah sakit memerlukan peralatan medis yang membutuhkan ketepatan dan kepresisian yang tinggi dikarenakan berhubungan dengan nyawa seseorang, sehingga ketika penggunaannya tidak benar atau terdapat kesalahan maka akan sangat fatal akibatnya.

Keterlambatan tenaga kesehatan dalam pergantian cairan infus dapat memberikan dampak negatif pada pasien seperti akan terjadi komplikasi yang di akibatkan oleh darah yang tersedot naik ke selang infus dan membeku pada selang infus. Ketika darah sudah naik pada selang infus maka dapat mengganggu kelancaran aliran infus yang masuk ke dalam pembuluh darah pasien. Darah yang membeku tersebut dapat beredar ke seluruh tubuh dan akan menyumbat kapiler darah di paru paru yang akan menyebabkan emboli pada paru paru.

Alat ini menjadi inovasi dan terobosan yang baik untuk menyelesaikan permasalahan di atas. Alat yang dapat mendeteksi berat cairan setiap pasien dan tenaga kesehatan dapat memantaunya melalui monitor. pada saat cairan sudah waktunya di ganti. Hal ini membantu para tenaga kesehatan dalam melayani pasien mana yang bisa didahulukan untuk di ganti cairan infusnya. Sesuai dengan perkembangan teknologi saat ini kita dapat mencari solusi terbaik bagi berbagai masalah yang ada, hal ini juga ditunjang dengan kemudahan dalam mendapatkan informasi melalui internet yang dapat di akses kapan saja.

“Sistem Monitoring Cairan Infus Berbasis ESP32” ini membantu suatu rumah sakit dalam penanganan pasiennya. Alat ini memanfaatkan system *IoT (Internet Of Things)* menggunakan ESP32 yang dapat membantu pengaturan alat dalam mendeteksi cairan infus yang ada di ruangan pasien. Karena ini para petugas atau tenaga kesehatan dapat melakukan pengecekan dalam ruang jaga tanpa harus mengunjungi kamar masing masing pasien yang pastinya kurang efisien dalam pengerjaan dan kecepatan pelayanan. Sesuai dengan namanya alat ini akan memberikan bantuan untuk memonitoring cairan infus pada pasien menggunakan ESP32.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang di atas, penulis merumuskan masalah untuk memperjelas pembahasan Tugas Akhir sebagai berikut:

1. Bagaimana tenaga kesehatan dapat mengetahui apabila cairan infus pasien sudah habis?
2. Bagaimana tenaga kesehatan menggunakan aplikasi monitoring cairan infus?
3. Bagaimana cara tenaga kesehatan melakukan pelayanan dengan cara memantau pasien melalui aplikasi?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah ditentukan agar Tugas Akhir ini dapat lebih terarah dan selaras sehingga tujuan yang diinginkan dapat tercapai. Berikut merupakan beberapa batasan masalah, diantaranya:

1. Tidak membahas tentang maintenance
2. Alat ini hanya dapat digunakan untuk satu cairan infus
3. Aplikasi ini sudah menggunakan sistem notifikasi dan peringatan yang sudah ada

1.4 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disusun, berikut tujuan yang ingin dicapai dalam Tugas Akhir ini:

1. Dapat memberikan informasi bagi para tenaga kesehatan tentang kapan cairan infus dapat diganti sesuai dengan pasien.
2. Memudahkan tenaga kesehatan rumah sakit dalam memberikan pelayanan kepada pasien.
3. Memudahkan perawat untuk menjadwalkan pasien mana yang lebih dahulu diganti cairan infusnya.

1.5 Manfaat

Adapun beberapa manfaat yang didapat dari membuat prototype Tugas Akhir ini yaitu:

1. Tenaga kesehatan dapat memonitoring pasien dari ruang jaga
2. Membantu pekerjaan tenaga kesehatan
3. Meningkatkan efisiensi tenaga kesehatan dalam memberikan



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sebelumnya

Pembuatan alat pendeteksi cairan infus dan pengendali tetes cairan infus ini mengacu pada penelitian dan pemikiran yang sudah dilakukan oleh :

Pada penelitian yang dilakukan oleh Trisiani Dewi Hendrawati dan Rafi Aditya Ruswandi dengan judul berupa “Sistem pemantauan tetesan cairan infus berbasis *Internet of Things*” . tujuan penelitiannya berupa pemantauan tetesan cairan infus secara otomatis berbasis *Internet of Things (IoT)* sehingga dapat mencegah kehabisan cairan infus atau tidak terkontrol oleh perawat. Perancangan sistem *monitoring* ini yaitu menggunakan sensor *infrared*, modul *mikrokontroler* Arduino, dan data dikirim melalui radio frekuensi dengan hasil penelitiannya berupa jarak maksimal antara base-hotspot yaitu 3,5 meter. Sistem *monitoring* ini akan menampilkan data berupa tetesan cairan dengan status ON dan OFF secara realtime dengan rata-rata delay 2 detik[1].

Penelitian yang dilakukan oleh Fikra Titan Syifa dan Prakasa dengan judul “Purwarupa Pemantauan Volume Kondisi Volume Air Galon Berbasis *Internet of Things (IoT)*”

dengan tujuan penelitian ini yaitu memantau volume air di dalam galon dengan menggunakan sensor berat *Loadcell* HX711 dan menggunakan media transmisi WiFi yang tersedia NodeMCU ESP8266. Hasil penelitiannya dan hasil eksperimen pembuatan sistem pemantau kondisi volume air galon yang mengandalkan sensor berat *Loadcell* beserta sistem pengolah datanya didapatkan kinerja sistem relatif cukup baik dengan melihat tingkat kesalahan pengukuran *loadcell* yang masih dibawah 5%. Walaupun begitu kalibrasi *loadcell* cukup memakan waktu mengingat setiap sensor *loadcell* mempunyai karakteristik yang unik sehingga mempengaruhi kinerja sistem keseluruhan[10].

Pada penelitian yang dilakukan oleh Kristina Natalia Tunga Yayer dan Widya Andyardja Weliamto dengan judulnya berupa “ *Monitoring* dan penghentian cairan infus menggunakan timbangan infus digital dengan memanfaatkan *web server*”. Dari hasil penelitian yang dilakukan dari jurnal tersebut menghasilkan pengukuran volume cairan infus dengan rata-rata error dibawah 2%. Pengiriman data berupa volume dan foto kantong infus ke *server* dilakukan tanpa kesalahan pengalamatan saat banyak alat mengirimkan data secara bersamaan. Membuat tampilan web berupa indikator

warna agar perawat dapat segera mengetahui saat cairan infus hampir habis, sehingga tidak terjadi keterlambatan dalam penggantian kantong infus[3]

2.2 Landasan Teori

Landasan teori pada bab ini membahas konsep dasar serta komponen yang digunakan dalam perancangan alat pada tugas akhir ini.

2.2.1 Regresi Linier

Metode yang digunakan adalah regresi linier yaitu metode matematis untuk memperbaiki keakuratan alat ukur atau sensor dengan membandingkan nilai pembacaannya terhadap standar yang valid. Kalibrasi sensor akan mengubah tegangan atau arus mentah dari sensor (seperti *load cell* atau sensor suhu) menjadi satu ukur yang nyata seperti gram, kg atau derajat *celcius*. Kalibrasi ini juga digunakan untuk menganalisa dimana analisa ini menentukan konsentrasi suatu zat tidak dikenal menggunakan kurva absorbansi larutan standar (spektrofotometri).

Pengumpulan data yang di catat pada beberapa titik pembacaan alat yaitu (y) sedangkan berbagai tingkat kondisi yang mewakili nilai standar (x). Titik (x) tersebut idealnya

menggunakan 5-6 titik variasi yang di kumpulkan. Hitung persamaan regresi linier menggunakan rumus:

$$y = mx + c$$

keterangan:

y = Nilai prediksi hasil kalibrasi

m = Kemiringan garis (*slope*)

x = Nilai Aktual/standar

c = Perpotongan sumbu (*intercept* atau *offset*)

Persamaan ini memiliki evaluasi error yang di hitung nilai koefisien determinasi (R^2) untuk menguji seberapa dekat garis regresi dengan data kalibrasi. Lalu dengan nilai R^2 yang mendekati 1 menunjukkan Tingkat keakuratan yang tinggi.

2.2.2 K-Means Clustering

K-Means adalah algoritma *clustering* atau pengelompokan tanpa label yang membagi data menjadi K kelompok berdasarkan kemiripan. Ide utamanya sederhana: setiap *cluster* punya pusat yang disebut centroid. Data akan ditempatkan ke centroid terdekat, lalu centroid diperbarui dari rata rata anggota *cluster*. Proses ini diulang sampai stabil.

Tujuanya untuk mengelompokan data yang lebih dekat. Perhitungan *K-means* merupakan teknik penambangan informasi untuk membedakan pengumpulan informasi.

Teknik *K-means* bertujuan untuk membedakan informasi atau menentukan kualitas informasi sehingga kelompok yang memiliki objek-objek sejenis dapat dilacak yang memiliki koneksi dengan objek lain dalam kelompok tersebut atau tidak.

Penggunaan k-means ini untuk menghasilkan data yang lebih akurat. Digunakan pada saat hasil dari 30 data yang didapatkan dikelompokkan menjadi 2 *cluster* yang nantinya *cluster* yang memiliki paling banyak data atau jumlah anggotanya maka itu yang di ambil sebagai 1 data yang sudah memiliki anggota yang sudah tersortir. Data tersebut akan melakukan proses selanjutnya yaitu pada perhitungan RMS.

2.2.3 RMS (*Root Mean Square*)

RMS (Root Mean Square) Adalah metode *statistic* untuk mencari besar rata-rata dari sekumpulan nilai. RMS ini menghitung akar kuadrat dari rata-rata nilai yang dikuadratkan, sehingga sangat berguna dalam mengukur besaran gelombang (seperti arus listrik AC atau getaran) dimana nilai positif dan negatif saling meniadakan.

Pada penelitian ini di implementasikan pada nilai yang dilakukan setelah *clustering* atau *k-means*. Nilai

tersebut akan dihitung dengan RMS. Nilai yang dihasilkan oleh RMS akan mendapatkan 1 nilai saja untuk selanjutnya akan masuk pada kalibrasi regresi linier. Perhitungan RMS ini menggunakan perhitungan pengkuadratan pada setiap nilai yang di dapatkan dari k-means.

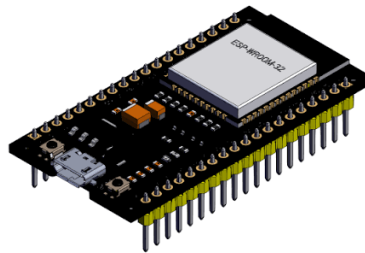
2.2.4 MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*)

MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*) merupakan protokol komunikasi standar industri untuk IoT. Seperti halnya sensor pintar pada perangkat yang dapat digunakan untuk berbagai IoT yang perlu mengirim dan menerima data melalui jaringan. Sistem IoT ini menggunakan MQTT untuk transmisi data karena mudah diterapkan dan dapat mengomunikasikan data IoT secara efisien, dan MQTT juga dapat mendukung pengiriman pesan dengan MQTT antara ke cloud dan cloud ke perangkat.

MQTT ini cukup ringan dan efisien seperti halnya perangkat IoT yang memiliki daya minimum dan *mikrokontroler* kecil juga dapat digunakan. MQTT juga dapat diskalakan dan dapat di implementasikan dengan butuh kode minimal yang mengonsumsi daya yang sangat kecil dalam pengoperasiannya. Selain itu MQTT juga aman karena memudahkan developer untuk mengenkripsikan pesan dan

mngaumentikasikan perangkat serta pengguna untuk menggunakan protokol autentikasi. Disini saya menggunakan yang sudah ada yaitu <https://mqtt.icminovasi.my.id/>. Singkatnya MQTT bekerja dengan klien yang membuat koneksi dengan broker MQTT yang setelah terhubung klien dapat mempublikasikan pesan, berlangganan pesan tertentu atau melakukan keduanya. Saat MQTT menerima pesan, broker meneruskan pesan tersebut ke pelanggan.

2.2.5 ESP32



Gambar 2.2.6 ESP32

ESP32 merupakan salah satu modul mikrokontroler yang cocok untuk digunakan dalam proyek-proyek IoT. Modul ini menyambungkan perangkat ke jaringan internet dengan mudah. Mikrokontroler ini sudah tersedia modul WiFi dalam chip sehingga sangat mendukung untuk membuat sistem aplikasi IoT.

ESP32 menjadi salah satu komponen penting pada saat pembuatan alat monitoring ini, dimana semuanya akan melewati ESP32 terlebih dahulu untuk di proses dan sampai akhirnya mendapatkan nilai atau kebutuhan yang diinginkan. Nilai atau data yang di peroleh di proses terlebih dahulu pada ESP32 seperti k-means, RMS sehingga nantinya data tersebut akan dikirim melalui MQTT untuk ditampilkan pada media berupa aplikasi khusus monitoring.

2.2.6 Push Button



Gambar 2.2.6 Push Button

Push Button merupakan sakelar mekanis yang berfungsi untuk menghubungkan atau memutuskan aliran arus listrik dengan sistem tekan dan lepas. Komponen ini memiliki kontak NC (*normally close*) dan NO (*normally open*). Prinsip kerjanya adalah apabila ditekan maka kontak NC akan berfungsi sebagai stop dan kontak No akan berfungsi sebagai start.

Push button digunakan sebagai langkah awal untuk menghidupkan alat supaya dapat digunakan. Komponen ini menjadi syarat utama dalam alat ini karena jika tanpa push button maka alat akan tidak menentu kapan akan hidup dan mati.

2.2.7 LED



Gambar 2.2.7 LED

LED (*Light Emitting Diode*) adalah komponen elektronika yang dapat memancarkan cahaya monokromatik ketika diberikan tegangan maju. LED merupakan keluarga Dioda yang terbuat dari bahan semikonduktor. LED akan memancarkan cahaya sebagai tanda seperti halnya alat sudah nyala, alat dalam kondisi apa jika warna led pada suatu alat dibuat berbeda.

2.2.8 Load Cell



Gambar 2.2.8 Load Cell

Load Cell adalah sebuah alat sensor yang dibuat untuk mengukur berat atau tekanan melalui prinsip tekanan atau gaya tertentu. *Load Cell* pada dasarnya melibatkan perubahan bentuk akibat tekanan, saat beban ditempatkan di atas timbangan maka gaya yang dihasilkan dikirimkan ke load cell yang berada pada timbangan.

Penggunaan komponen ini menjadi satu-satunya sensor yang ada pada alat monitoring ini, dimana kegunaanya sebagai media untuk mengukur atau menimbang berat suatu benda. Keberhasilan alat ini juga tergantung pada pembacaan *loadcell* yang akurat dan baik. Keadaan dan letak penempatannya juga sangat berpengaruh untuk hasil pembacaannya.

2.2.9 PCB



Gambar 2.2.9 PCB

PCB (*Printed Circuit Board*) adalah papan rangkaian yang digunakan sebagai penghubung jalur konduktor dan penyusun letak komponen-komponen elektronika. Jalur konduktor adalah sistem pengkabelan antar komponen sebagai bagian dari hubungan data dan kelistrikan pada komponen yang digunakan.

PCB ini digunakan sebagai media penyambung beberapa komponen menjadi satu tempat supaya lebih rapi. Komponen yang memiliki ukuran lebih kecil misalnya resistor dan komponen besar termasuk ESP32 juga terhubung pada PCB.

2.2.10 Kabel Jumper



Gambar 2.2.10 Kabel Jumper

Kabel jumper merupakan salah satu kabel kelistrikan yang bersifat lumayan lentur dengan konektor agak keras dan sulit dilepaskan dari ujung kabel. Sama seperti kabel lainnya kabel ini bekerja untuk menghantarkan arus listrik dari satu komponen ke komponen lainnya yang saling berhubungan. Kabel jumper memiliki pin konektor yang ada di bagian ujung sehingga memudahkan untuk memasang ataupun melepasnya, harganya yang terjangkau serta warna bervariasi untuk memudahkan dalam membuat rangkaian.

Penggunaan kabel jumper ini sebagai salah satu media penghubung bagi baterai pada beberapa komponen lainnya. Kabel ini menjadi media penyalur daya bagi alat agar alat dapat berfungsi dengan baik dan menyala karena memiliki daya yang di kirimkan oleh baterai.

2.2.11 Baterai Lithium



Gambar 2.2.11 Baterai Lithium

Baterai merupakan salah satu kebutuhan yang digunakan dalam pembuatan alat yang membutuhkan daya. Baterai lithium ini merupakan jenis teknologi baterai yang dapat diisi ulang jika habis. Prinsipnya adalah interkalasi dan deinterkalasi ion litium dari bahan elektroda positif dan bahan elektroda negatif.

Baterai digunakan sebagai satu satunya sumber kehidupan utama pada alat monitoring ini. Baterai yang dipakai juga dapat dilakukan pengisian daya secara berulang apabila daya pada baterai sudah habis.

2.2.12 Blok Terminal

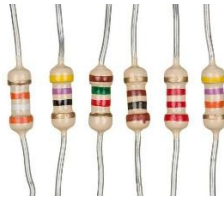


Gambar 2.2.12 Blok Terminal

Blok terminal merupakan produk aksesori yang digunakan untuk mewujudkan koneksi listrik, yang secara industri dibagi menjadi kategori konektor. Blok terminal digunakan untuk memfasilitasi koneksi kabel.

Komponen ini menjadi salah satu penghubung juga untuk beberapa komponen misalnya komponen loadcell. Komponen loadcell ini memiliki 4 kabel yang sudah terpasang dan dihubungkan ke PCB dengan bantuan terminal blok ini. Komponen lainnya juga berupa baterai ke PCB juga menggunakan blok terminal untuk tersambung.

2.2.13 Resistor



Gambar 2.2.13 Resistor

Resistor adalah komponen elektronika yang memberikan hambatan terhadap aliran arus dalam suatu rangkaian. Nilai resistansi diukur dalam satuan ohm (Ω) dalam menentukan seberapa besar hambatan yang diberikan. Resistor dibuat dari bahan seperti karbon dan keramik dengan bentuk umum seperti tabung. Pada penelitian ini menggunakan 1 resistor sebagai pembatas atau pengkondisi sinyal pada alat.

2.2.14 Modul Pengisi Daya



Gambar 2.2.14 Modul Pengisi Daya

Modul pengisi daya merupakan komponen penting apabila kita menggunakan baterai lithium. Modul ini berperan sebagai tempat utama untuk melakukan pengisian

daya ulang pada sebuah baterai. Modul pengisian daya ini digunakan sebagai sarana untuk melakukan pengisian daya pada baterai yang sudah kekurangan daya atau habis baterai .

2.2.15 Cairan Infus



Gambar 2.2.15 Cairan Infus

Air infus atau cairan intravena adalah larutan steril yang dimasukkan langsung ke dalam pembuluh darah untuk menggantikan cairan tubuh yang hilang, menyeimbangkan elektrolit, atau memberikan obat dan nutrisi. Cairan infus digunakan sebagai media percobaan dalam penelitian ini. Sebagai objek yang diteliti berupa cairannya yang dapat di monitoring melalui aplikasi sehingga tenaga kesehatan tidak perlu mengunjungi ruangan pasien untuk melihat kondisi cairan.

2.2.16 Monitoring

Monitoring adalah proses rutin mengumpulkan data, mengamati kemajuan, dan menilai pelaksanaan suatu kegiatan, program, atau proyek saat sedang berjalan.

Tujuannya adalah memastikan semua proses sesuai rencana dan menemukan masalah lebih awal agar bisa segera diperbaiki. Pada penelitian ini monitoring digunakan sebagai sarana untuk melakukan pekerjaan. Monitoring ini digunakan untuk memantau cairan infus pada pasien seperti sisa cairan dan jumlah cairan pada pasien tanpa perlu mengunjungi ruangan kamar pasien.

2.2.17 Modul HX711



Gambar 2.2.17 Modul HX711

Modul HX711 merupakan modul penguat sinyal yang digunakan sebagai penghubung antara load cell dan ESP32 dalam sistem monitoring cairan infus. Load cell menghasilkan perubahan sinyal listrik yang sangat kecil ketika menerima beban, sehingga sinyal tersebut perlu diperkuat terlebih dahulu agar dapat dibaca dan diolah oleh mikrokontroler. HX711 bertugas memperkuat sinyal tersebut sekaligus mengubahnya menjadi data digital yang dapat diterima oleh ESP32.

Pada alat monitoring cairan infus, modul HX711 bekerja dengan membaca perubahan berat yang terdeteksi oleh load cell. Ketika jumlah cairan infus berkurang, beban yang diterima load cell juga ikut berkurang. Perubahan berat tersebut kemudian diteruskan ke HX711 untuk diproses menjadi data digital. Data yang dihasilkan selanjutnya dikirimkan ke ESP32 untuk dihitung dan ditentukan kondisi cairan infus, seperti berat atau perkiraan sisa cairan.

Dengan adanya modul HX711, ESP32 dapat memperoleh pembacaan berat dari load cell dengan lebih akurat dan stabil. Modul ini sangat penting karena sinyal yang dihasilkan load cell secara langsung relatif kecil dan tidak dapat dibaca dengan baik oleh ESP32 tanpa rangkaian penguat dan konversi seperti HX711.

2.2.18 Step up



Gambar 2.2.18 Step up

Step up converter adalah rangkaian elektronika yang berfungsi menaikkan tegangan DC dari level yang lebih rendah menjadi lebih tinggi. Artinya, tegangan output selalu lebih besar daripada tegangan input. Misalnya: Input 3,7V dari baterai lithium, output dinaikkan menjadi 5V atau 12V tanpa mengubah sumber dayanya.

Modul Step-Up berfungsi untuk menaikkan tegangan dari sumber baterai ke tegangan yang sesuai dengan kebutuhan rangkaian. Pada alat monitoring cairan infus, modul ini digunakan agar tegangan dari baterai dapat mencukupi kebutuhan tegangan komponen, sehingga ESP32 dan komponen pendukung dapat bekerja dengan baik dan stabil.



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metodologi Eksperimen

Penelitian eksperimen merupakan metode yang paling kuat dalam penelitian ilmiah karena kemampuannya untuk mengidentifikasi hubungan sebab-akibat antara variabel. Dengan memanipulasi satu atau lebih variabel independen dan mengamati dampaknya terhadap variabel dependen, penelitian eksperimen memungkinkan peneliti untuk menyimpulkan apakah perubahan pada satu variabel dapat mempengaruhi variabel lainnya. Metode ini banyak digunakan di berbagai bidang, seperti psikologi, ilmu kesehatan, pendidikan, dan ilmu sosial, karena memberikan hasil yang dapat diuji dan diulang (replikasi).

Meskipun demikian, penelitian eksperimen tidak tanpa tantangan. Peneliti harus menghadapi masalah kontrol variabel yang tidak diinginkan, pengacakan sampel yang tepat, dan pertimbangan etika dalam eksperimen yang melibatkan subjek manusia. Artikel ini bertujuan untuk membahas prinsip dasar, prosedur pelaksanaan, serta aplikasi dari metode eksperimen dalam penelitian ilmiah. Selain itu, akan dibahas pula keuntungan dan tantangan yang dihadapi oleh peneliti yang menggunakan metode eksperimen.

3.2 Tahapan Penelitian

Metode penelitian yang akan digunakan pada Proposal Tugas Akhir ini adalah dengan membuat sistem

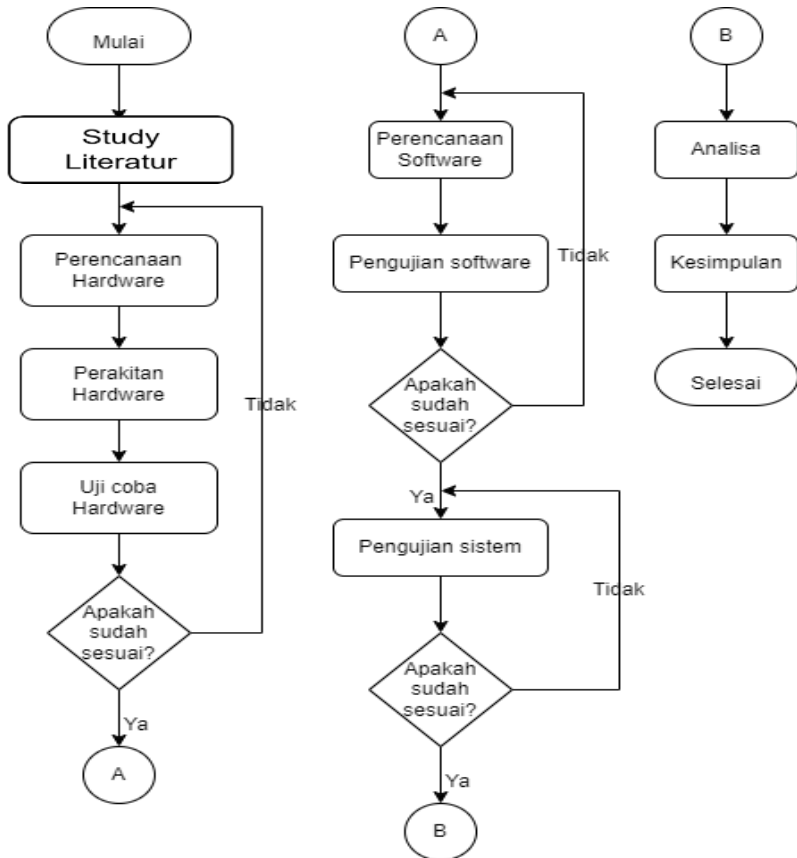
monitoring dan pengendali cairan infus berbasis arduino. Sistem ini di kontrol dengan menggunakan Internet Of Things melalui web server oleh perawat. Penelitian ini dilakukan dengan mengikuti beberapa tahapan antara lain sebagai berikut :

1. Mencari referensi dari studi literature.
2. Menentukan apa saja komponen yang akan digunakan mulai dari jenis komponen, sensor berat dan infrared, jenis mikrokontroller dan baterai yang akan digunakan.
3. Perencanaan dan perakitan alat (*hardware*).
4. Perencanaan, pembuatan dan pengujian *software*.
5. Melakukan pengujian dan pengambilan data dari keseluruhan sistem.

3.3 Diagram Alir Penelitian

Gambar 3.3 merupakan flowchart dari pengerjaan tugas akhir yang dilakukan secara berkala dan menyeluruh. Flowchart pengerjaan tugas akhir ini menjelaskan tentang tahapan tahapan yang akan dilakukan dalam menyelesaikan tugas akhir. Tahap pertama dalam flowchart tersebut adalah melakukan studi literature yaitu dengan mencari bahan baca berupa jurnal yang dapat membantu memberikan informasi dalam pembuatan tugas akhir. Tahapan kedua adalah melakukan perencanaan dengan memperhatikan bahan dan

proses apa saja yang akan dipilih untuk menyelesaikan tugas akhir. Setelah proses perencanaan telah selesai maka dapat dilanjutkan dengan melakukan perakitan alat dengan mengikuti tahapan tahapan yang sudah di siapkan pada saat menyusun perencanaan. Setelah menyelesaikan perakitan hardware selanjutnya dapat dilakukan proses uji coba pada alat yang sudah dibuat. Jika alat yang dibuat sudah sesuai dengan keinginan maka dapat dilakukan proses pembuatan *web server* atau *software*nya agar uji coba dapat dilakukan dengan baik. Masuk pada tahapan B dapat melakukan proses pengambilan data dengan meninjau kembali alat dan *software* apakah sudah sesuai dengan yang di inginkan. Lakukan pengambilan data dengan baik dan teliti agar mendapatkan hasil data yang valid dan dapat membuat kesimpulan dari tugas akhir yang sudah dibuat.



Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian

Pada tahap awal dilakukan study literatur yaitu menjadi bagian utama dan pertama yang di lakukan dalam melakukan pengerjaan tugas akhir. Pada bagian ini merupakan bagian untuk mencari berbagai informasi tentang apa yang akan di kerjakan terutama mencari tau melalui study yang sudah ada. Study tersebut dapat dijadikan referensi bagi

sebuah pengerjaan alat. Selanjutnya masuk pada tahap perencanaan *hardware*, bagian ini kita mulai melakukan perencanaan melalui apa saja komponen yang akan digunakan pada alat yang akan dibuat atau dikerjakan. Selain itu pada bagian ini juga mulai memikirkan bagaimana bentuk dan *design* alat yang akan dibuat. Merencanakan pembiayaan dan mulai melengkapi alat-alat yang dibutuhkan pada saat pengerjaan. Memastikan bahwa segala kebutuhan sudah terpenuhi dan siap untuk melakukan tahapan berikutnya.

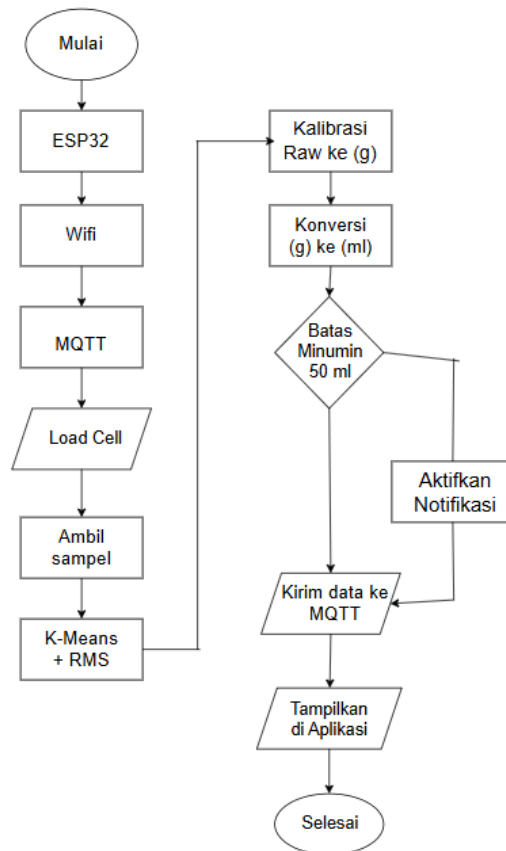
Perakitan *hardware* dilakukan setelah memastikan semua sudah siap secara alat dan bahan, setelah ini mulai dengan tahapan berikutnya yaitu dengan merakit *hardware*. Merakit ini dapat disesuaikan dengan *design* yang sudah direncanakan, setelah itu mulai merakit dengan bahan-bahan yang sudah disiapkan dan memastikan pada setiap tahapan menjadi sebuah alat yang sudah direncanakan di awal. Setelah semua terpasang dengan baik maka selanjutnya uji coba *hardware* yaitu uji coba ini dilakukan pada alat yang sudah dirakit sesuai dengan rencana, pastikan bahwa alat sudah bekerja dengan baik, jika semua tahapan di atas sudah dilakukan maka tahapan berikutnya adalah memastikan bahwa semua tahapan di atas dilakukan dan dikerjakan dengan baik. Tahapan ini sebagai jalan berikutnya untuk

dapat melakukan tahapan berikutnya. Perencanaan *software* adalah merencanakan penggunaan atau apa saja yang dapat menunjang untuk menyempurnakan alat. Setelah itu kita dapat menyelesaikan program untuk sistem sebelum uji coba berikutnya diselesaikan.

Pengujian sistem Setelah dipastikan bahwa program sudah berjalan dengan baik maka selanjutnya adalah pengujian sistem atau pengujian keseluruhan. Pengujian ini dilakukan bersamaan dengan hardware dan software yang sudah di rangkai dan dikerjakan dengan baik pada tahapan sebelumnya. Pengujian ini menjadi penentu untuk hasil akhir pada alat yang dibuat. selanjutnya perlu dilakukan sebuah analisa. Analisa ini bertujuan bahwa alat yang di buat berjalan baik atau tidak, apa yang perlu diperhatikan pada saat menggunakan, bagaimana cara bekerjanya dan bagaimana alat ini berfungsi sesuai dengan yang diinginkan. Kesimpulan Setelah melakukan analisa pada alat yang dibuat dapat ditarik kesimpulan dari proses yang sudah dilakukan. Kesimpulan ini diberikan sebagai salah satu cara untuk memberikan *feedback* untuk orang lain yang membaca, menggunakan, atau mencari tau tentang alat yang di buat.

3.4 Flowchart Sistem Kerja Alat

Untuk mempermudah dalam memahami alur kerja pada *Sistem Monitoring* ini, berikut adalah *flowchart* kerja sistem yang digunakan.



Gambar 3. 4 Flowchart Sistem Kerja Alat

Pada tahapan awal perlu dilakukan pengambilan sampel 30 data. Data ini diambil dari alat yang sudah di kerjakan, 30 sampel ini digunakan untuk membuat hasil pembacaan alat menjadi sempurna. Setelah sampel ini dikumpulkan maka akan dilakukan tahapan berikutnya yaitu noise *filltering* Setelah mendapatkan 30 sampel data yang sudah di ambil dari alat yang sudah dibuat lalu masuk ke tahap *K-Means*. *K-Means* ini berguna agar data yang di hasilkan terhindar dari jaringan-jaringan yang diluar dari keinginan atau kebutuhan alat. Hasil *filltering* ini akan masuk pada tahap berikutnya yaitu RMS. Setelah data melalui *K-Means* maka data yang dihasilkan akan lebih sedikit dari data awal. Lalu data tersebut melalui tahapan berikutnya yaitu RMS, tahapan ini merupakan tahapan dimana data akan di cari rata-ratanya namun dengan teknik atau cara yang lebih akurat sehingga nilai pembacaan yang dihasilkan lebih sempurna.

Hasil nilai yang di peroleh akan masuk pada tahapan regresi linier yang hasil datanya akan menjadi 1 data yang akurat. Maka data tersebut akan melalui tahapan berikutnya yaitu melalui regresi linier. Pada tahapan ini akan melalui perhitungan melalui regresi linier untuk menghasilkan data yang akurat dengan menggunakan excel. Dari 1 data berat

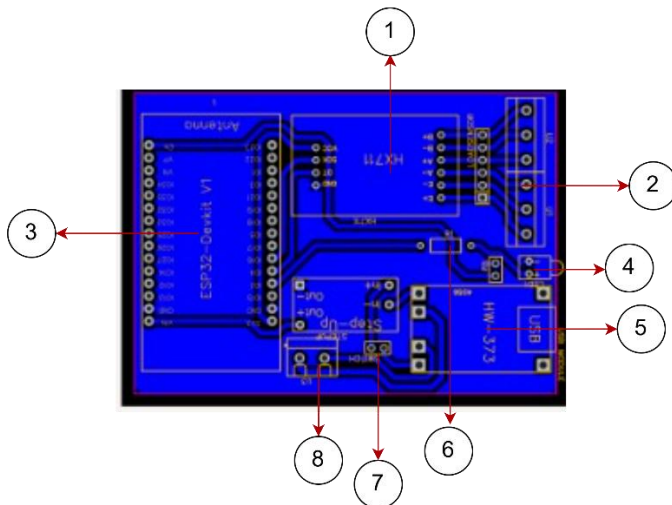
pembacaan yang dihasilkan setelah melalui berbagai tahapan dan perhitungan yang dilakukan. Hasil pembacaan tersebut merupakan pembacaan yang dibutuhkan. Di tahapan berikutnya apabila hasil pembacaan sudah sampai pada 2% berat cairan infus maka setelahnya masuk pada pembacaan yang melalui sistem atau web yang digunakan. Bisa melalui MQTT yang setelahnya akan memberikan output yang berbeda di antara keduanya. MQTT akan memberikan tampilan monitor untuk keadaan cairan infus pada pasien.

3.5 Design dan Perencanaan

Pada tahap design dan perencanaan, dilakukan proses perancangan alat *monitoring* cairan infus berbasis ESP32. Tahap ini bertujuan untuk menentukan komponen yang digunakan, hubungan antar-komponen, serta cara kerja sistem secara keseluruhan agar alat dapat berfungsi sesuai dengan tujuan yang telah ditentukan.

Sistem dirancang menggunakan *load cell* sebagai sensor untuk mendeteksi perubahan berat cairan infus. Sinyal dari *load cell* kemudian diteruskan ke modul HX711 untuk diperkuat dan dikonversi menjadi data digital. Data tersebut selanjutnya diproses oleh ESP32 sebagai *mikrokontroler* utama.

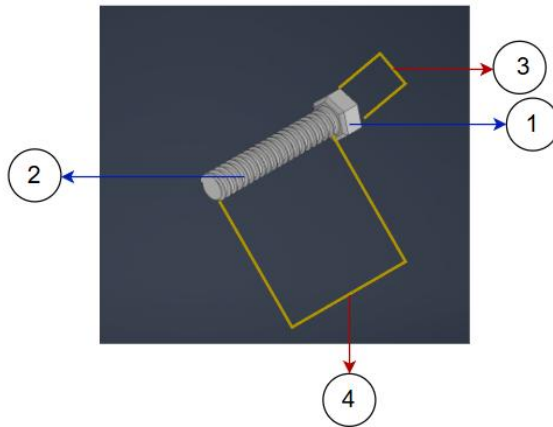
Selain itu, sistem dilengkapi dengan komponen pendukung seperti modul pengisian daya, resistor, terminal *block*, push button, dan sumber daya. Setiap komponen memiliki fungsi masing-masing dan dihubungkan sesuai dengan kebutuhan rangkaian.



Gambar 3.5.1 Design PCB

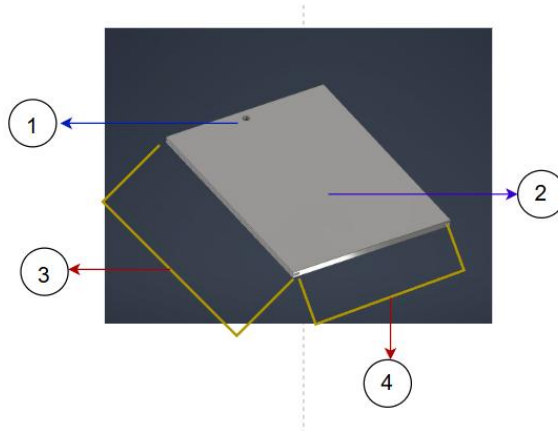
1. Modul HX711 pada alat ini digunakan sebagai komponen elektronik berupa pengubah sinyal analog ke digital (*Analog-to-Digital Converter* atau ADC) beresolusi 24-bit yang dirancang khusus untuk sensor berat atau *load cell*.

2. 4 Terminal blok pada alat ini digunakan untuk menyambung kan kabel pada *load cell* yang memiliki 4 kabel bawaan.
3. ESP32 pada perencanaan kali ini digunakan sebagai komponen penting dalam mengolah data yang terbaca oleh *load cell*.
4. Led menjadi tanda jika alat ini sudah aktif atau tidak, jika led nyala maka alat sedang aktif lalu jika led mati maka alat sedang tidak aktif.
5. Modul pengisian daya pada perencanaan ini digunakan untuk melakukan pengisian ulang daya pada baterai.
6. Resistor pada alat ini digunakan untuk menghambat atau mengatur aliran listrik yang ada pada alat *monitoring* cairan infus tersebut.
7. *Step up* digunakan untuk menaikkan atau meningkatkan tegangan listrik pada alat sehingga mencapai tegangan yang dibutuhkan alat dan komponen lainnya.
8. 2 Terminal blok digunakan untuk menyambungkan beberapa komponen yang ada pada PCB untuk di sambungkan dengann *push button*



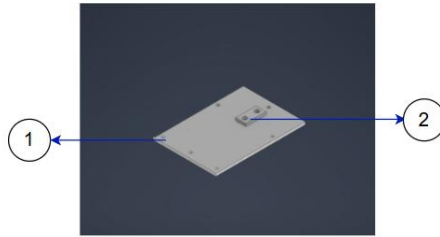
Gambar 3.5.2 Design Baut

1. Kepala baut digunakan sebagai Bagian ujung yang berfungsi sebagai tempat memutar menggunakan kunci (seperti kunci pas atau L), namun pada alat ini dapat dilakukan dengan tangan tanpa harus tambahan.
2. Batang baut (ulir) bagian badan baut yang berbentuk silinder. Dengan ulur melingkar pada batang baut yang berfungsi mencengkeram material atau mengikat mur.
3. Ukuran kepala baut yang berukuran 1,5 cm.
4. Ukuran batang baut yang berukuran 1 cm.



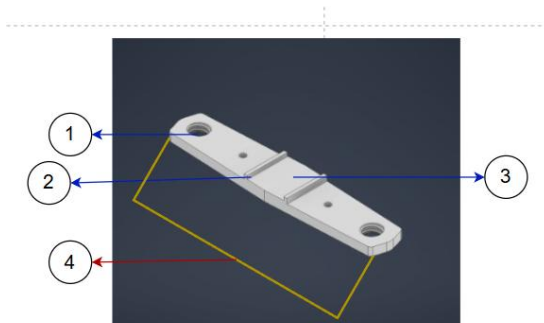
Gambar 3.5.3 Design Tutup alat

1. Lubang baut pada rangka alat digunakan untuk memasang baut kecil untuk mengunci rangka supaya tidak jatuh atau bergerak.
2. Rangka alat bagian ini dapat digunakan untuk menempelkan barcode karena posisinya berada di paling depan dan dapat di buka tutup jika perlu perbaikan atau pengecekan.
3. Panjang rangka pada rangka alat yaitu 10,7 cm
4. Lebar rangka pada rangka alat yaitu 8,5 cm



Gambar 3.5.4 Design Rangka Load Cell

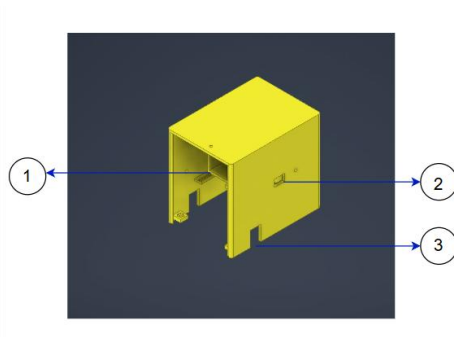
1. Lubang baut pada rangka memiliki kegunaan untuk menyambungkan rangka alat yang berisi load cell dengan kerangka alat keseluruhan.
2. Tempat tatakan load cell dengan 2 lubang baut memiliki kegunaan untuk menyambungkan load cell dengan 2 baut seukuran lubang *load cell* sesuai dengan ukuran *load cell* yang digunakan.



Gambar 3.5.5 Design Penahan

1. Lubang baut pada bagian rangka ini menggunakan 2 baut kanan dan kiri untuk menghubungkan dengan bagian alat.

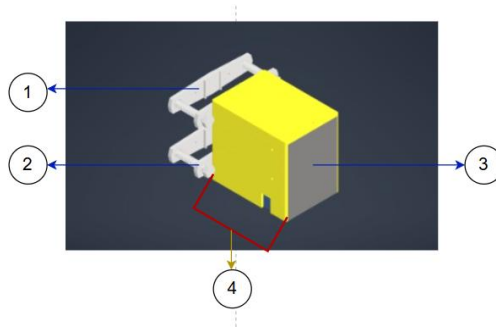
2. Pembatas tempat tiang infus pada bagian ini diberi pembatas untuk menghindari gesernya tiang infus, sehingga tiang infus tetap pada tempatnya.
3. Tempat tiang infus merupakan posisi tiang infus yang digunakan sebagai posisi tiang infus ada pada tengah rangka.
4. Ukurang panjang rangka pada bagian ini memiliki ukuran 10,5 cm lebih panjang dari keseluruhan alat.



Gambar 3.5.6 Design Rangka Alat

1. Tempat baterai pada alat ini direncanakan berada pada bagian atas dan diposisikan tidur. Namun pada bagian tempat baterai ini hanya di peruntukkan untuk baterai saja.
2. Pada bagian lubang ini merupakan bagian dari tempat tombol *push button* yang posisinya mengarah keluar agar jika semua rangka di pasang *push button* dapat di tekan dari luar alat.

3. Dan yang terdapat pada bagian ini merupakan bagian dimana rangka load cell terpasang. Rangka load cell memiliki bagian untuk yang menggantung untuk tempat load cell bergerak mengikuti beban yang diberikan atau tekanan yang di berikan dari cairan infus.



Gambar 3.5.7 Design Keseluruhan Alat

1. Bagian alat jika terpasang pada seluruh kerangka maka akan menghasilkan seperti gambar di atas.
2. Baut penghubung yang dipasang dengan kerangka penahan beban pada alat. Keseluruhan baut yang dipasang adalah 4 dengan masing-masing 2 di kanan dan kiri.
3. Ini adalah penutup kerangka alat, dimana pada bagian ini adalah tampak depan dari alat yang berisi *barcode* untuk *scanning* aplikasi
4. Lebar kerangka alat pada bagian samping ini memiliki ukuran 12 cm.



BAB IV

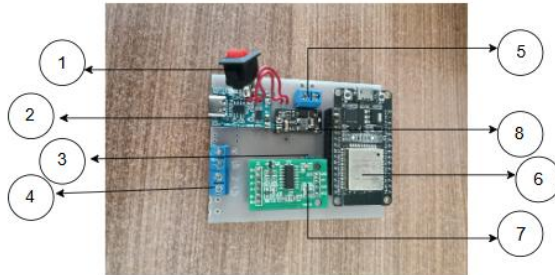
HASIL DAN PEMBAHASAN



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Implementasi Alat



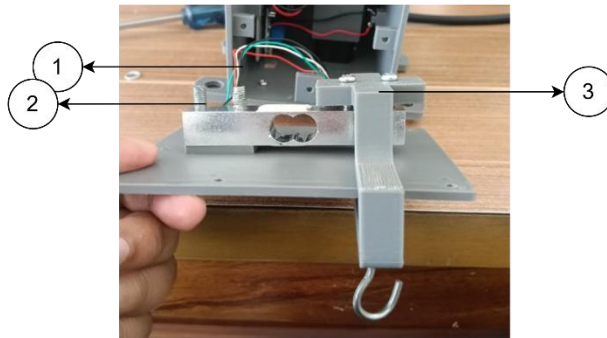
Gambar 4.1.1 PCB dan Komponen

1. *Push Button* berfungsi sebagai tombol input untuk memberikan perintah manual kepada ESP32, seperti mengaktifkan fungsi tertentu, melakukan reset, atau mengatur ulang pembacaan sensor sesuai program yang dibuat.
2. Modul pengisian daya digunakan sebagai modul pengisian daya yang berfungsi untuk mengatur dan mengalirkan daya listrik dari sumber pengisian ke baterai, sehingga baterai dapat mengisi daya dengan lebih aman dan terkontrol.
3. Resistor berfungsi untuk membatasi arus listrik dan mengatur tegangan pada rangkaian agar komponen

seperti ESP32 dan sensor dapat bekerja dengan aman. Pada alat monitoring cairan infus, resistor juga dapat digunakan sebagai bagian dari rangkaian pembacaan sensor atau pengaturan sinyal input ke ESP32.

4. 4 Terminal blok berfungsi sebagai titik sambungan kabel pada rangkaian. Komponen ini digunakan untuk menghubungkan sumber daya, sensor, atau komponen lainnya ke rangkaian utama agar pemasangan kabel lebih rapi, kuat, dan mudah dilepas saat perawatan. Untuk 4 terminal blok ini digunakan untuk menyambungkan sensor *load cell*.
5. 2 Terminal blok berfungsi sebagai titik sambungan kabel pada rangkaian. Komponen ini digunakan untuk menghubungkan sumber daya, sensor, atau komponen lainnya ke rangkaian utama agar pemasangan kabel lebih rapi, kuat, dan mudah dilepas saat perawatan. Pada bagian ini terminal blok digunakan sebagai tempat untuk menyambungkan kabel pada baterai.
6. ESP32 berfungsi sebagai mikrokontroler utama pada alat monitoring cairan infus. ESP32 menerima data dari sensor, mengolah data tersebut, kemudian mengendalikan keluaran sistem seperti tampilan, dan indikator sesuai dengan kondisi cairan infus.

7. Modul HX711 berfungsi sebagai penguat dan pengubah sinyal dari *load cell* menjadi data digital yang dapat dibaca oleh ESP32. Pada alat monitoring cairan infus, HX711 digunakan untuk membaca perubahan berat cairan infus melalui *load cell*, kemudian data tersebut diproses oleh ESP32 untuk mengetahui kondisi atau sisa cairan infus.

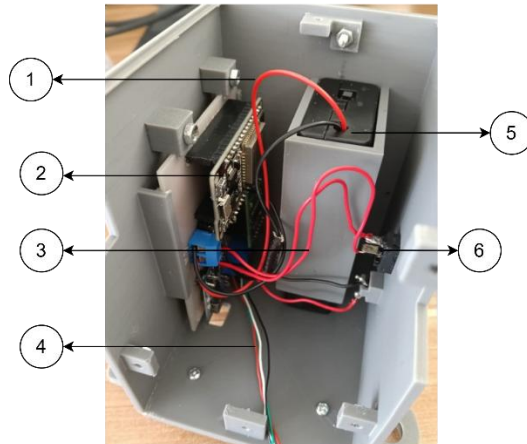


Gambar 4.1.2 Pemasangan Load Cell pada Rangka

1. Kabel bawaan dari *load cell* terdiri dari 4 kabel yaitu digunakan untuk menghubungkan sensor *load cell* dengan modul HX711. Keempat kabel tersebut merupakan bagian dari rangkaian *Wheatstone Bridge* yang terdapat di dalam load cell. Kabel tersebut kemudian dihubungkan ke terminal E+, E-, A+, dan A- pada modul HX711. Ketika beban cairan infus berubah, load cell

mengalami sedikit perubahan bentuk sehingga menghasilkan perubahan sinyal listrik. Perubahan sinyal tersebut dibaca oleh HX711 dan selanjutnya dikirim ke ESP32 untuk diproses menjadi informasi berat atau perkiraan sisa cairan infus.

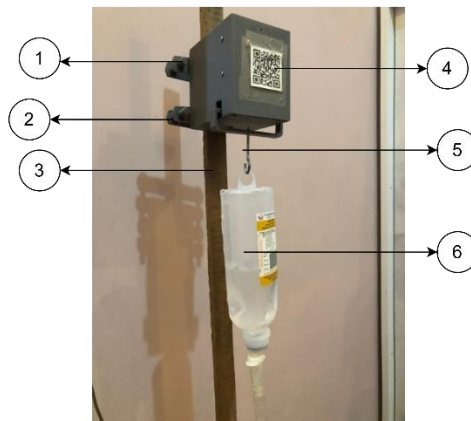
2. Pada titik 2 di gambar menunjukkan bahwa terdapat 2 baut sebagai penghubung dari *cover* alat dengan load cell. Baut ini dipasang supaya load cell tetap pada tempatnya agar pembacaannya lebih stabil.
3. Pada nomor 3 ini menunjukkan bahwa terdapat baut yang terpasang untuk menyambungkan bagian penggantung tempat cairan infus. Terdapat bagian dari rangka yang nantinya akan memberi tekanan pada *load cell* jika diberikan beban.



Gambar 4.1.3 Pemasangan Komponen pada Alat

1. Pada titik 1 menampilkan kabel yang terhubung melalui baterai menuju ke 2 terminal blok yang ada pada PCB. Kabel ini menjadi penghubung pada komponen lainnya agar dapat berfungsi.
2. Pcb yang terpasang miring pada dinding rangka setelah menghubungkan dengan semua komponen. PCB terpasang miring namun memiliki penahan yang cukup membuat tidak bergerak jika di gerakkan, menghindari juga gesekan dengan komponen lain.
3. Kabel selanjutnya menjadi penghubung antara PCB dengan push button. Posisi push button yang cenderung keluar agar dapat di tekan dari luar.

4. Selanjutnya terdapat 4 kabel dengan warna berbeda yaitu merah, putih, hitam, dan hijau yang akan tersambung dari *load cell* menuju 4 terminal yang ada pada PCB.
5. Baterai yang terpasang pada alat di pasang secara paralel dengan cover pada baterai. Cover difungsikan agar posisi baterai yang tetap sama dan menghindari kerusakan pada baterai maupun komponen lainnya.
6. Terakhir terdapat push button yang berfungsi untuk pemutus dan penghubung aliran listrik.



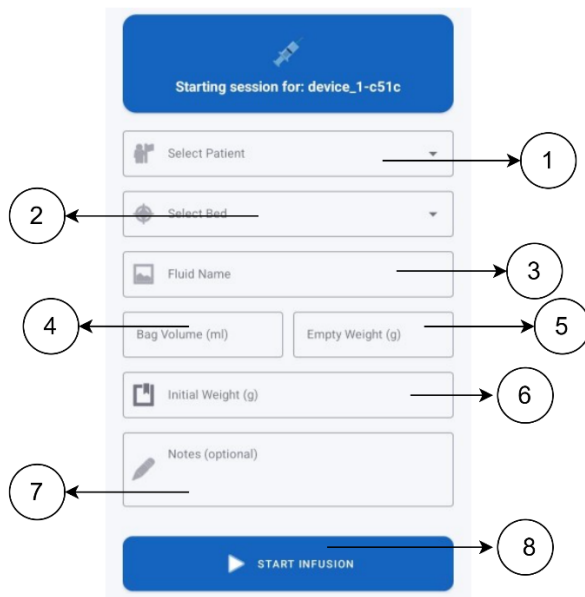
Gambar 4.1.4 Alat dan Infus

1. Pada bagian ini terdapat baut penahan alat yang terpasang pada rangka yang berada di bagian belakang. Pada alat ini terdapat 4 baut dengan masing-masing 2 baut di kanan dan kiri serta ukuran panjang setiap baut 6 cm.

2. Selanjutnya titik panah mengarah pda bagian dudukan baut yang pada alat ini memiliki 4 dudukan. Untuk 2 dudukannya terpasang pada alat sedangkan 2 nya lagi terpisah. Untuk memasangnya di perlukan 1 dudukan yang sejajar dengan 1 dudukan yang permanen pada alat dan dihubungkan dengan baut pada 2 lubang kanan dan kiri pada setiap dudukan. cukup dengan putar baut di kedua sisi sampai keduanya dapat mengunci dudukan terpisah dengan dudukan permanen pada alat.
3. Berikutnya terdapat tiang infus sebagai penyangga atau tempat pemasangan alat.
4. Pada bagian ini terdapat *barcode* untuk penggunaan pada aplikasi yang ada pada tenaga kesehatan. *Barcode* ini nantinya dapat di scan melalui aplikasi yang sudah ada.
5. Di bagian ini terdapat pengait yang terhubung dengan rangka pada *loadcell*. Pengait ini dipasang sebagai tempat digantungkannya cairan infus.
6. Yang terakhir terdapat cairan infus sebagai media utama penelitian. Peneliti menggunakan infus dengan kapasitas 500 ml.

4.2 Hasil Implementasi Aplikasi

Pada implementasi aplikasi berikut adalah tahapan pengisian data pasien cara melakukan input untuk menggunakan alat. Di perancangan ini juga menjelaskan tentang apa saja yang ada pada aplikasi.



Starting session for: device_1-c51c

Select Patient

Select Bed

Fluid Name

Bag Volume (ml)

Empty Weight (g)

Initial Weight (g)

Notes (optional)

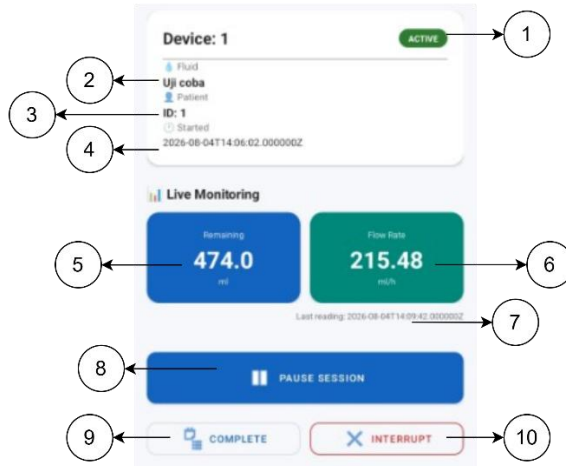
START INFUSION

Gambar 4.1.5 Pengisian Data pada Aplikasi

Tampilan ini adalah tampilan jika pengguna sudah melakukan scan pada *barcode* yang tertempel pada alat. Pastikan terlebih dahulu sebelum melakukan *scanning* nyalakan alat terlebih dahulu lalu tunggu 1 sampai 2 menit

agar alat dan sensor benar-benar siap untuk digunakan. Setelah menunggu beberapa waktu pasang cairan infus pada pengait yang ada pada alat lalu lakukan *scanning barcode*.

1. Pada arah panah pertama *select patient* yaitu pengisian informasi tentang nama pasien yang akan dilakukan pemasangan cairan infus.
2. Pada bagian *select bed* pengguna dapat mengisi informasi nomor tempat tidur atau ranjang pasien, misalnya bed 2A.
3. Selanjutnya pengisian jenis cairan infus yang akan digunakan pada pasien. Contohnya Otsuka-NaCl.
4. Pada bagian ini pengguna dapat mengisi cairan infus yang dipakai berkapasitas berapa ml, misalkan 500 ml.
5. Pada bagian ini pengguna dapat mengisinya dengan berat bungkus cairan infus jika tanpa cairan infus atau infus habis seperti 30 g.
6. Untuk selanjutnya pengguna dapat mengisinya dengan menjumlahkan berat cairan infus secara keseluruhan.
7. Pada bagian ini dapat diisi informasi tambahan yang bersifat opsional dapat diisi maupun tidak.
8. Dan yang terakhir ada pada bagian *Start Infusion* yang artinya tombol mulai untuk menyalakan alat.



Gambar 4.1.6 Tampilan Aplikasi

Berikut ini adalah tampilan yang akan muncul setelah melakukan *scanning* pada *barcode* dengan kondisi semua angka 0 sampai nantinya akan muncul angka sesuai dengan kondisi cairan infus.

1. Pada bagian ini aplikasi akan menunjukkan bahwa alat sedang aktif dan sudah mulai melakukan pembacaan dan serta pengiriman data.
2. Selanjutnya di bagian ini akan ditampilkan nama cairan infus yang di input pada bagian awal setelah melakukan *scanning*.
3. Pada bagian ini nantinya pengguna akan melihat nama

pasien sesuai dengan pengisian data di awal.

4. Di bagian ini akan di tampilkan tanggal, bulan, dan tahun pada saat aplikasi melakukan *scanning*. Pada bagian ini juga akan terlihat pada jam berapa alat mengirimka *update* informasi pengiriman data terakhir. Untuk waktu *updatenya* ada pada 1 menit setelah *update* terakhir.
5. Pada bagian berwarna biru di sisi kiri ini merupakan tampilan cairan infus. Angkanya akan berubah sesuai dengan kondisi cairan infusnya.
6. Selanjutnya terdapat bagian ini terdapat tampilan berwarna hijau dengan keterangan *flow rate*. Pada bagian ini pengguna dapat melihat laju tetesan infus per menitnya, angka juga akan berubah seiring dengan tetesan cairan infus yang semakin cepat atau lambat.
7. Pada bagian ini isinya sama persis dengan keterangan yang ada pada bagian 4 yaitu update pembacaan atau pengiriman hasil pembacaan *load cell* terakhir.
8. Pada bagian ini memiliki keterangan *pause session* yaitu pembacaan alat dapat di tahan sementara atau di *pause* dalam kondisi tertentu sesuai dengan kebutuhan.
9. Selanjutnya ada pada bagian complete yaitu berisi tentang informasi tambahan yang diisi di awal jika memang pengguna melakukan pengisian.

10. Dan yang terakhir yaitu interrupt atau perintah jika alat sudah tidak digunakan lagi dan sudah selesai melakukan pembacaan cairan infus. Halnya juga dilakukan jika pasien tidak lagi menggunakan infus.

4.3 Implementasi K-Means

Pada sistem monitoring cairan infus ini, metode *K-Means* diterapkan pada program ESP32 untuk mengelompokkan data hasil pembacaan sensor berdasarkan karakteristik nilai yang diperoleh. Proses perhitungan dan pengelompokan dilakukan secara otomatis oleh program, sehingga pada saat pengujian pengguna tidak perlu melakukan perhitungan *K-Means* secara manual.

Hasil yang ditampilkan pada sistem merupakan data yang telah melalui proses pengolahan menggunakan algoritma *K-Means*. Dengan demikian, pembahasan hasil pengujian difokuskan pada hasil pengelompokan yang ditampilkan sistem dan kesesuaiannya dengan kondisi aktual cairan infus. Pengelompokan ini terdiri dari 3 bagian kelompok atau cluster yang digunakan pada sistem monitoring cairan infus ini, yaitu terdiri dari :

1. Cairan masih banyak,
2. Cairan sedang,
3. cairan hampir habis.

Data sensor terlebih dahulu diproses oleh program menggunakan algoritma *K-Means*. Setelah proses pengelompokan selesai, sistem hanya menampilkan hasil klasifikasi/kondisi yang sudah diperoleh dari algoritma tersebut.

```
float c1 = min_val;
float c2 = max_val;
int labels[n]; // VLA - GCC supports this on ESP32

// --- Step 2: Iterate k-means (k=2) ---
for (int iter = 0; iter < 20; iter++) {
    // Assign each point to nearest centroid
    int count1 = 0, count2 = 0;
    float sum1 = 0, sum2 = 0;

    for (int i = 0; i < n; i++) {
        float d1 = fabs(data[i] - c1);
        float d2 = fabs(data[i] - c2);
        if (d1 <= d2) {
            labels[i] = 0;
            count1++;
            sum1 += data[i];
        } else {
            labels[i] = 1;
            count2++;
            sum2 += data[i];
        }
    }
}
```

Gambar 4.3 Program K-Means

Kode tersebut menunjukkan bahwa setiap data dibandingkan dengan dua centroid berdasarkan jaraknya. Data kemudian dimasukkan ke cluster dengan jarak terdekat. Proses pengelompokan dilakukan secara berulang hingga

maksimal 20 iterasi sehingga diperoleh pembagian cluster yang digunakan untuk menentukan kelompok data yang paling dominan.

4.4 Implementasi RMS

Metode *Root Mean Square* (RMS) digunakan dalam program untuk mengolah data hasil pembacaan sensor sehingga diperoleh nilai yang lebih representatif dari sejumlah data pembacaan. Perhitungan RMS dilakukan secara otomatis oleh ESP32 berdasarkan data sensor yang diterima. Oleh karena itu, nilai yang ditampilkan pada aplikasi merupakan nilai yang telah melewati proses pengolahan RMS. Pembahasan hasil pengujian dilakukan dengan membandingkan nilai keluaran sistem terhadap kondisi atau nilai aktual yang digunakan sebagai acuan.

Pada tabel 4.5.1 dapat dilihat bahwa hasil RMS berdasarkan tabel, hasil prediksi sistem secara umum mendekati nilai timbangan. Error terbesar pada data yang ditampilkan terjadi pada pembebanan 30 gram sebesar 4,15 gram, sedangkan hasil yang paling mendekati terdapat pada pembebanan 90 gram dengan error 0,01 gram. Hal ini menunjukkan bahwa pengolahan data menggunakan RMS mampu menghasilkan nilai pembacaan yang cukup dekat dengan nilai acuan.

```
// --- Step 4: Compute RMS of the winning cluster ---
float sum_sq = 0;
for (int i = 0; i < n; i++) {
    if (labels[i] == winner_idx) {
        sum_sq += data[i] * data[i];
    }
}
*output = sqrtf(sum_sq / winner_count);
}
```

Gambar 4.4 Program RMS

Berdasarkan program tersebut, nilai RMS dihitung menggunakan persamaan:

$$RMS = \sqrt{\frac{\sum x_i^2}{n}}$$

Hasil RMS kemudian dikembalikan sebagai nilai pembacaan load cell dan digunakan dalam proses kalibrasi untuk mendapatkan nilai berat dalam satuan gram.

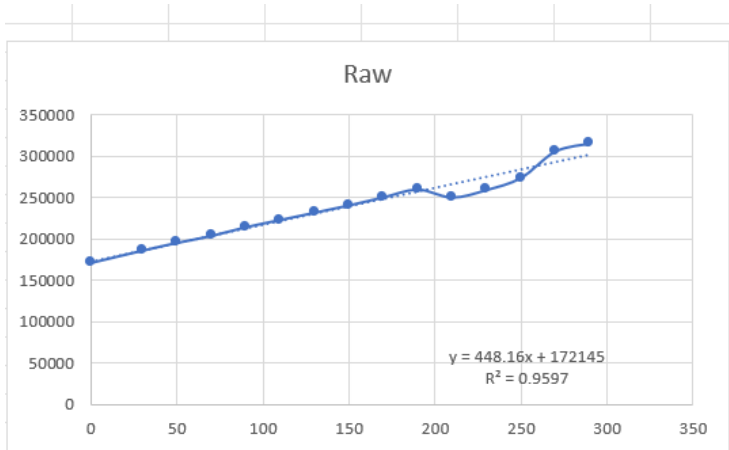
4.5 Hasil kalibrasi sensor *load cell*

Berikut merupakan tabel untuk hasil nilai yang sudah di dapatkan. Nilai ini didapatkan melalui percobaan pertama pada alat yang nilainya masih belum melakukan kalibrasi. Disini saya mengambil 30 data namun data yang saya tampilkan hanya data 5 teratas dan 5 terbawah dari 30 data yang di hasilkan. Pengambilan data ini dilakukan dengan cara penambahan beban pada loadcell secara berkala. Nilai ini belum melalui kalibrasi:

Tabel 4.5.1 Tabel Before Kalibrasi

No.	Timbangan (g)	Prediksi	Error	Raw
1.	0	-0.75	-0.75	171557.53
2.	30	34.15	4.15	184395.03
3.	50	52.66	2.66	195765.52
4.	70	71.11	1.11	204102.02
5.	90	90.01	0.01	213649.52
6- 25				
26.	510	510.25	0.25	389861.50
27.	530	529.84	-0.16	396782.50
28.	550	549.36	-0.64	411931.00
29.	570	568.55	-1.45	423800.31
30.	590	588.95	-1.05	434971.53
		Rata-rata	1.223	

Jika hasil ini dimasukkan pada excel maka akan menghasilkan grafik seperti berikut :



Gambar 4.5.1 Grafik before kalibrasi

Slope adalah koefisien kemiringan pada regresi linear yang menunjukkan perubahan nilai berat dalam gram terhadap perubahan satu-satuan nilai Raw. Intercept adalah nilai konstanta pada persamaan regresi yang menunjukkan titik potong garis regresi dengan sumbu Y ketika nilai Raw bernilai nol. R-squared menunjukkan tingkat kecocokan model regresi linear terhadap data. Nilai 0,9994 menunjukkan bahwa hubungan linear antara Raw dan berat aktual pada data tersebut sangat kuat dan garis regresi sangat sesuai dengan data. Berikut nilai akhir yang di dapatkan setelah pengambilan 30 data:

Slope : 0,001959

Intercept : -336,53417

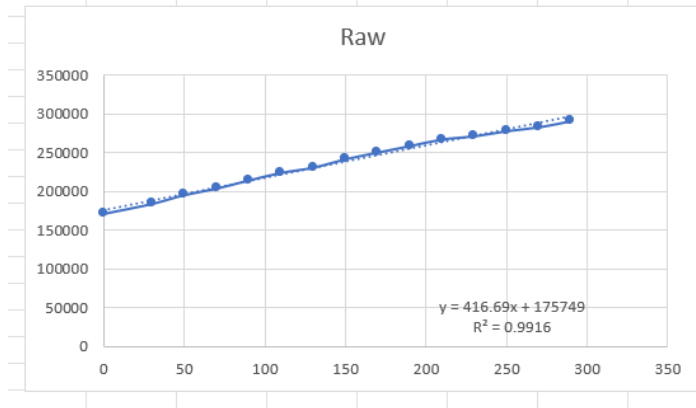
R-Squared : 0,9994

Berikut adalah tabel hasil nilai yang di ambil setelah load cell di kalibrasi dengan hasil yang di peroleh dari data sebelumnya. Nilai ini dilakukan dengan metode yang sama dengan pengambilan data sebelum kalibrasi yaitu dengan 30 data.

Tabel 4.5.2 Tabel After Kalibrasi

No.	Timbangan (g)	Prediksi	Error	Raw
1.	0	-0.39	-0.39	171557.53
2.	30	31.05	1.05	184395.03
3.	50	51.17	1.17	195765.52
4.	70	69.06	-0.94	204102.02
5.	90	90.97	0.97	213649.52
6- 25				
26.	510	510.11	0.11	389861.50
27.	530	529.34	-0.66	396782.50
28.	550	549.58	-0.42	411931.00
29.	570	569.45	-0.55	423800.31
30.	590	589.79	-0.21	434971.53
		Rata-rata	0.013	

Dari hasil data yang sudah melalui kalibrasi maka akan menunjukkan hasil grafik yang lebih lurus seperti berikut:



Gambar 4.5.2 Grafik after kalibrasi

Slope adalah koefisien kemiringan pada regresi linear yang menunjukkan perubahan nilai berat dalam gram terhadap perubahan satu-satuan nilai Raw. *Intercept* adalah nilai konstanta pada persamaan regresi yang menunjukkan titik potong garis regresi dengan sumbu Y ketika nilai Raw bernilai nol. *R-squared* menunjukkan tingkat kecocokan model regresi linear terhadap data. Nilai 0,9992 menunjukkan bahwa hubungan linear antara Raw dan berat aktual pada data tersebut sangat kuat dan garis regresi sangat sesuai dengan data. Berikut nilai akhir yang di dapatkan setelah pengambilan 30 data:

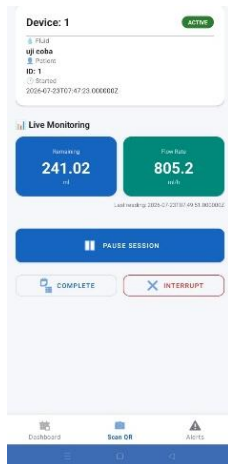
Slope : 0,002135

Intercept : -358,4708

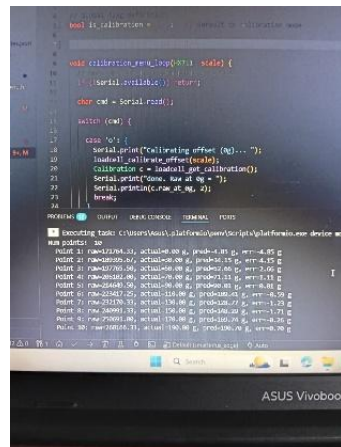
R-Squared : 0,9942

4.6 Uji pengiriman data (MQTT)

Berikut hasil uji coba pengiriman data ke MQTT dengan berbagai variasi berat cairan terlihat dari serial monitor dan pembacaan dapat terlihat melalui aplikasi:



Gambar 4.6.1 Pembacaan melalui aplikasi



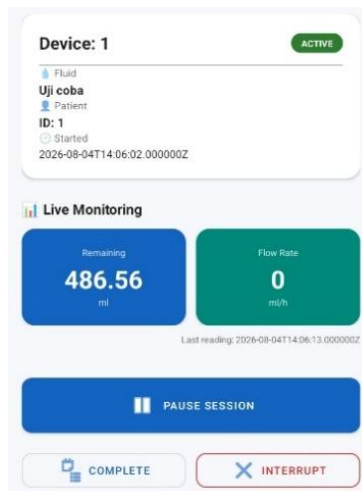
Gambar 4.6.2 Pembacaan pada serial monitor

Kesimpulan : Berikut adalah salah satu contoh bahwa pengiriman data yang dilakukan melalui alat ke sistem sudah dapat terbaca dengan baik. Terlihat dari hasil pembacaan dari serial monitor yang mendapatkan pembacaan dari loadcell dan dari aplikasi yang dapat dijalankan dengan membaca beban yang diberikan. Hal ini menunjukkan bahwa alat sudah berfungsi dengan baik.

4.7 Uji coba keseluruhan / integrasi sistem

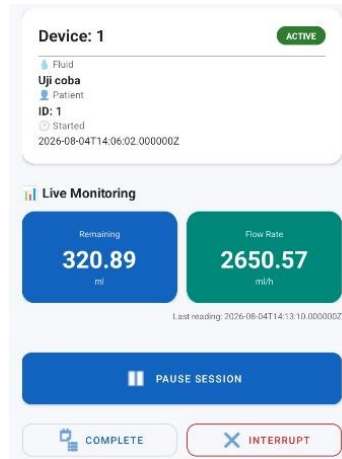
Berikut uji coba keseluruhan alat Monitoring Cairan Infus Menggunakan ESP32 yang menunjukkan hasil sebagai berikut :

1. Pada percobaan ini saya menggunakan berat infus 500 ml yang akan di pasang dan dinyalakan. Ini hasil yang di tunjukkan oleh aplikasi



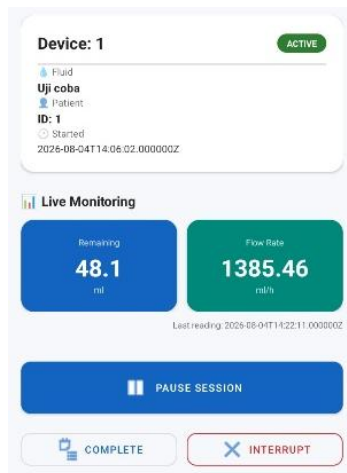
Gambar 4.7.1 Cairan infus terpasang

2. Setelah berjalan cairan infus akan berkurang sedikit demi sedikit dengan flow ratenya sekitar 2500ml/jam

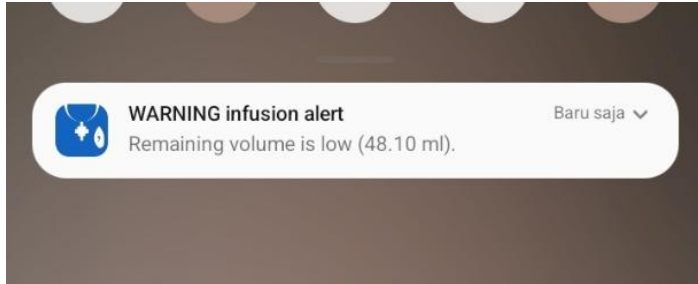


Gambar 4.7.2 Cairan infus berkurang

3. Dan ini juga setelah beberapa waktu akan berkurang sehingga akan menunjukkan angka 48 ml. Pada saat ini flow rate juga akan menurun karena cairan infus yang semakin sedikit



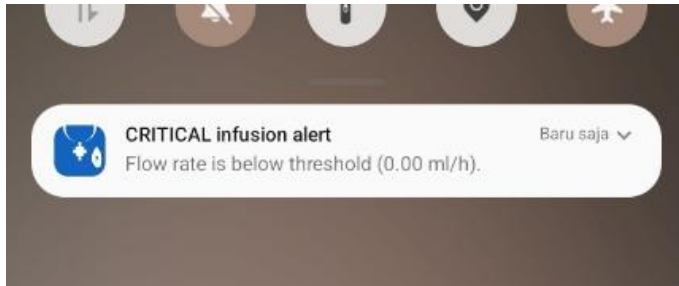
Gambar 4.7.3 Cairan infus hampir habis



Gambar 4.7.4 Notifikasi cairan infus hampir habis

Ini adalah notifikasi yang akan di dapatkan jika cairan infus akan berada pada batas cairan di bawah 50ml

4. Jika cairan infus dilepas dari alat maka alat akan menunjukkan bahwa cairan infus dalam kondisi 0 atau mendapatkan notifikasi bahwa pembacaan sensor adalah 0.



Gambar 4.7.5 Notifikasi cairan infus habis



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan penelitian dari alat monitoring cairan infus menggunakan ESP32 ini dapat di simpulkan:

1. Sistem monitoring cairan infus menggunakan ESP32 dapat membantu memberikan informasi mengenai kondisi dan sisa cairan infus secara real-time. Dengan adanya informasi tersebut, tenaga kesehatan dapat mengetahui kapan cairan infus pasien perlu diganti sehingga tindakan dapat dilakukan dengan lebih cepat dan tepat. Aplikasi akan memberikan notifikasi sebagai informasi jika cairan infus sudah berada pada ambang batas yaitu di bawah 50 ml.
2. Penggunaan sistem monitoring cairan infus berbasis ESP32 dapat memudahkan tenaga kesehatan dalam melakukan pemantauan cairan infus tanpa harus melakukan pemeriksaan secara manual secara terus-menerus. Hal ini dapat membantu meningkatkan efisiensi kerja tenaga kesehatan serta mendukung pemberian pelayanan yang lebih optimal kepada pasien.

3. Sistem monitoring cairan infus menggunakan ESP32 dapat membantu perawat mengetahui kondisi cairan infus dari beberapa pasien sehingga dapat menentukan pasien yang membutuhkan penggantian cairan terlebih dahulu. Dengan demikian, perawat dapat mengatur prioritas penggantian cairan infus dengan lebih teratur, tepat, dan efisien.

5.2 Saran

Penelitian yang sudah dilakukan perlu adanya pengembangan supaya penelitian ini tidak berhenti disini dengan penambahan inovasi yang lebih bagus dan di sempurnakan seperti berikut ini:

1. Monitoring cairan infus ini dapat dikembangkan lagi dengan penambahan pantauan denyut nadi pasien, denyut jantung atau pantauan oksigen pasien.
2. Pada penelitian berikutnya disarankan ditambahkan variabel monitoring penyumbatan cairan infus untuk menghindari adanya penyumbatan untuk mengurangi resiko darah pasien tersedot naik.
3. Disarankan pada penelitian berikutnya penambahan perkembangan dengan menghilangkan nama pasien sebelumnya dan digantikan dengan pasien baru.



DAFTAR PUSTAKA



DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. D. Hendrawati and R. A. Ruswandi, "Sistem pemantauan tetesan cairan infus berbasis Internet of Things," *JITEL (Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Elektronika, dan Listrik Tenaga)*, pp. 25-31, 2021.
- [2] K. Hidayati and R. B. Barwaqah, "Monitoring Cairan Infus Secara Realtime," *Journal of Informatics and Science*, 2018.
- [3] K. . N. T. Yayer, W. A. Welianto, Ph.D, I. R. Sipetu, M.Eng and H. Pranjoto, Ph.D, "MONITORING DAN PENGHENTIAN CAIRAN INFUS MENGGUNAKAN TIMBANGAN INFUS DIGITAL DENGAN MEMANFAATKAN WEB SERVER," *Jurnal SIMESTRIS*, pp. 55-62, 2020.
- [4] H. Mansur, "MONITORING LEVEL CAIRAN INFUS MELALUI SENSOR LOAD," pp. 1-42, 2023.
- [5] M. Adellia, "SISTEM INFORMASI MONITORING CAIRAN INFUS NIRKABEL," *Politeknik Negeri Sriwijaya*, pp. 4-20, 2023.
- [6] P. A. Rosyady, "Received: 6 November 2022 Revised: 15 Desember 2022 Accepted: 25 Januari 2023 97 Monitoring Cairan Infus Menggunakan Load Cell Berbasis Internet of Things (IoT)," *Techne Jurnal Ilmiah Elktroteknika*, pp. 98-108, 2023.
- [7] A. Meisya, "SISTEM INFORMASI MONITORING CAIRAN INFUS NIRKABEL," pp. 6-19, 2023.
- [8] N. D. P. Egistin, M. Y. Rauza and R. , "Analisis regresi linier sederhana dan penerapannya," *Jurnal Cahaya Nusantara*, pp. 69-77, 2025.
- [9] W. Pramadana, A. M. H. Pradede and M. A. Syri, "RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING VOLUME CAIRAN INFUS BERBASIS INTERNET OF THINGS," *Integrative Perspectives of Social and Science Journal (IPSSJ)*, pp. 5622-5628, 2025.

- [10] F. T. Syifa and A. Prakasa, "Purwarupa Pemantauan Volume Kondisi Volume Air Galon Berbasis Internet of Things (IoT)," *JURNAL SURYA ENERGY* | ISSN, pp. 374-380, 2020.
- [11] A. S. S. Sukarjiana, "MONITORING CAIRAN INFUS MENGGUNAKAN," *Jurnal Untuk memenuhi sebagian persyaratan*, pp. 1-13, 2023.
- [12] M. F. Hamzah, R. Suppa and Dasril, "SISTEM MONITORING CAIRAN INFUS BERBASIS INTERNET OF THINGS," *JITET (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan)*, Vols. 13No. 1, pISSN: 2303-0577 eISSN: 2830-7062, pp. 45-58, 2025.
- [13] R. Ridholis, "RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING CAIRAN INFUS MENGGUNAKAN SENSOR LOAD CELL DENGAN ESP32 BERBASIS ANDROID," pp. I-1 - V-1, 2025.
- [14] R. Agussalim, Adnan and M. Niswar, "MONITORING CAIRAN INFUS BERDASARKAN INDIKATOR KONDISI DAN LAJU CAIRAN INFUS MENGGUNAKAN JARINGAN WIFI," *ILKOM*, vol. 8 nomor 3, pp. 145-156, 2016.
- [15] H. Dermawan and A. Hasibuan, "Metode Penelitian Eksperimen: Prinsip, Prosedur, dan Aplikasi dalam Penelitian Ilmiah," *Jurnal Industri, Manajemen dan Rekayasa Sistem Industri*, pp. 47-50, 2025.

LAMPIRAN



Lampiran 1 Design
PCB



Lampiran 2 PCB
dengan komponen



Lampiran 3 Load
Cell



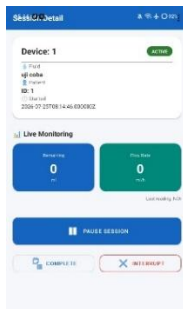
Lampiran 4 PCB
dan Baterai



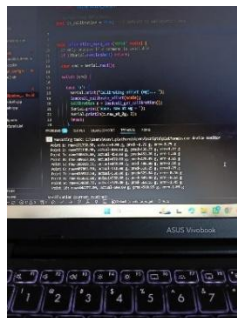
Lampiran 5
Percobaan dengan
botol air mineral



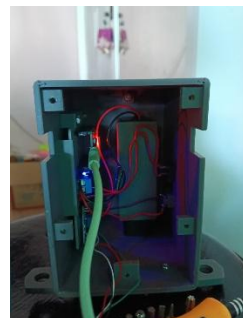
Lampiran 6
Percobaan dengan
Infus



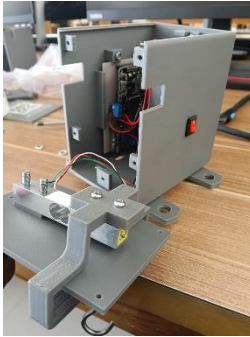
Lampiran 7
Aplikasi berfungsi



Lampiran 8
Pengiriman data ke
serial monitor



Lampiran 9
Pengiriman
program



Lampiran 10
Pemasangan Load
Cell pada alat



Lampiran 11
Percobaan baut
untuk menopang
alat



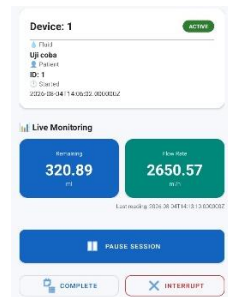
Lampiran 12
Pengambilan data
dengan infus



Lampiran 13
Semua komponen
terpasang



Lampiran 14
Tampak samping
alat



Lampiran 15
Tampilan aplikasi
jika diberi beban



ESTI AISYAH DINASAPUTRI

dilahirkan di Pamekasan, 31 Maret 2003. Penulis merupakan anak dari Ibu yang bernama Fitri Indriyawati dan Ayah yang bernama Moh. Samsoel, penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Penulis bertempat

tinggal di Dusun Timur, Desa Samatan, Kecamatan Proppo, Kabupaten Pamekasan. Riwayat pendidikan penulis adalah lulusan SDN Bugih 3 pada tahun 2015, lulusan SMPN 1 Pamekasan pada tahun 2018, dan lulusan SMAN 3 Pamekasan pada tahun 2021. Pada tahun 2021, penulis melanjutkan studi di Politeknik Negeri Madura, Jurusan Teknologi Elektro, Program Studi Teknik Listrik Industri. Selama menempuh pendidikan di Politeknik Negeri Madura, penulis pernah mengikuti kegiatan Kampus Merdeka berupa program Pertukaran Pelajar selama satu semester di Politeknik Negeri Pontianak. Dalam menempuh pendidikan ini, penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan judul **“Monitoring Cairan Infus Menggunakan ESP32”**.