

**SISTEM PEMANTAUAN INFUS MANDIRI UNTUK PASIEN
LANSIA YANG MENJALANI PERAWATAN RAWAT JALAN
BERBASIS *Internet of Things* (IoT)**



Disusun Oleh:

Nama : Faris Rahman Firdaus
NIM : 20523194

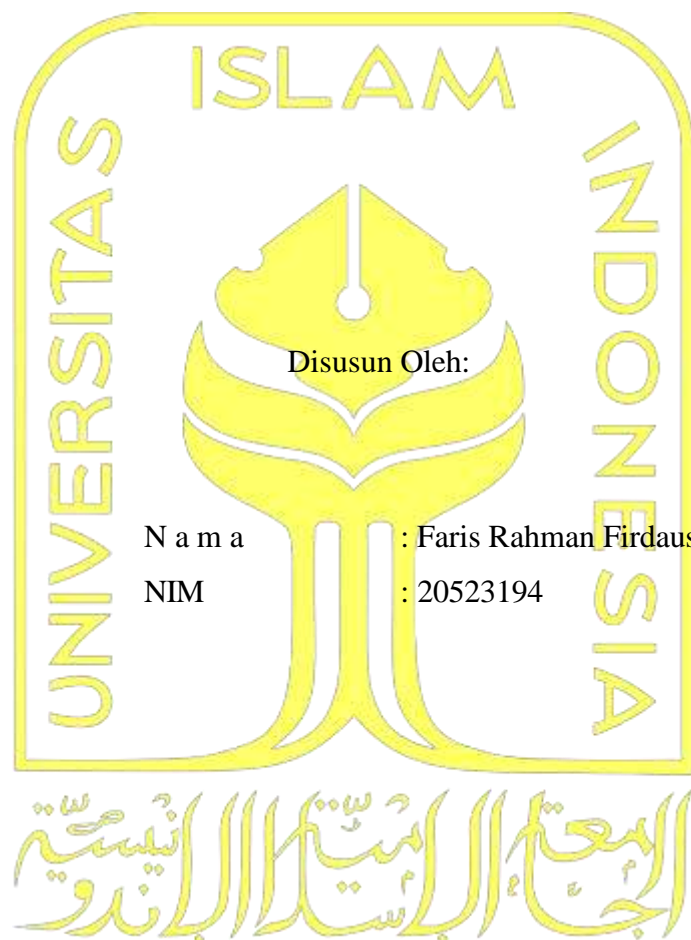
**PROGRAM STUDI INFORMATIKA – PROGRAM SARJANA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

2024

HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

**SISTEM PEMANTAUAN INFUS MANDIRI UNTUK PASIEN
LANSIA YANG MENJALANI PERAWATAN RAWAT JALAN
BERBASIS *Internet of Things* (IoT)**

TUGAS AKHIR



Yogyakarta, 27 Oktober 2024

Pembimbing I,

(Kurniawan Dwi Irianto, S.T., M.Sc.)

HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

**SISTEM PEMANTAUAN INFUS MANDIRI UNTUK PASIEN
LANSIA YANG MENJALANI PERAWATAN RAWAT JALAN
BERBASIS *Internet of Things* (IoT)**

TUGAS AKHIR

Telah dipertahankan di depan sidang pengujian sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer dari Program Studi Informatika – Program Sarjana di Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 11 November 2024

Tim Penguji

Kurniawan Dwi Irianto, S.T., M.Sc.



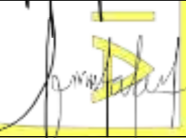
Anggota 1

Izzati Muhimmah, S.T., M.Sc., Ph.D.



Anggota 2

Sri Mulyati, S.Kom., M.Kom.



Mengetahui,

Ketua Program Studi Informatika – Program Sarjana

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



(Dhomas Hatta Fudholi, S.T., M.Eng., Ph.D.)

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Faris Rahman Firdaus

NIM : 20523194

Tugas akhir dengan judul:

**SISTEM PEMANTAUAN INFUS MANDIRI UNTUK PASIEN
LANSIA YANG MENJALANI PERAWATAN RAWAT JALAN
BERBASIS *Internet of Things* (IoT)**

Menyatakan bahwa seluruh komponen dan isi dalam tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri. Apabila di kemudian hari terbukti ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, tugas akhir yang diajukan sebagai hasil karya sendiri ini siap ditarik kembali dan siap menanggung risiko dan konsekuensi apapun.

Demikian surat pernyataan ini dibuat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 27 Oktober 2024



(Faris Rahman Firdaus)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, segala puji hanya bagi Allah yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, yang senantiasa memberikan petunjuk dan kemudahan dalam perjalanan hidup. Dengan penuh syukur dan rasa hormat yang mendalam, saya mengucapkan terima kasih kepada Allah SWT atas limpahan rahmat-Nya yang tiada henti, sehingga saya diberi kesempatan untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Ini merupakan momen yang amat berharga bagi saya, karena menandai langkah penting dalam perjalanan akademis saya menuju gelar Sarjana Komputer dari Fakultas Teknologi Industri Program Studi Informatika Universitas Islam Indonesia.

Oleh karena itu, dengan penuh kebanggaan dan rasa syukur yang mendalam, saya dengan ini menyumbangkan skripsi ini kepada:

1. Cinta pertama dan panutanku Ayahanda tercinta Fajar Shodieqie dan pintu surgaku Ibunda tercinta Eva Alfiah yang senantiasa memberikan dukungan baik secara moral maupun material, serta senantiasa menyertai dengan doa setiap hari hingga saya berhasil menyelesaikan tugas akhir skripsi ini. Setiap kali saya merasa lelah atau ragu, beliau selalu ada di samping saya dengan semangat, doa, dan cinta yang tak tergantikan. Beliau telah menjadi pilar-pilar kekuatan saya, membantu saya melewati setiap rintangan dan tantangan. Kasih sayang yang beliau berikan sungguh tidak ternilai, dan semoga Allah SWT senantiasa memberikan kesehatan dan keberkahan kepada beliau.
2. Kepada kedua adikku yang tercinta, Faishal Zaki dan Faiz Ubaedillah, saya ingin menyampaikan rasa terima kasih yang mendalam atas kehadiran dan dukungan kalian selama perjalanan pendidikan saya. Semoga kalian juga tumbuh menjadi individu yang luar biasa dan berhasil meraih impian kalian. Terima kasih atas semua dukungan dan cinta yang telah kalian berikan. Mari kita terus saling mendukung dan menginspirasi satu sama lain dalam menjelajahi dunia pendidikan dan kehidupan.
3. Terima kasih untuk keluarga besar yang selalu memberikan dukungan baik secara moral maupun materil.
4. Terimakasih untuk teman-teman Informatika angkatan 2020 yang telah berperan banyak memberikan pengalaman dan pembelajaran selama di bangku kuliah.
5. Terakhir saya ingin mengucapkan terima kasih kepada diri sendiri atas ketekunan dan kegigihan dalam berusaha mencapai tahap ini. Tanpa pernah menyerah, saya terus berjuang dengan tekad yang kuat hingga akhirnya berhasil menyelesaikan skripsi ini. Semoga pengalaman ini menjadi pembelajaran berharga dan memperkuat kepercayaan diri untuk menghadapi tantangan yang akan datang.

HALAMAN MOTO

“Dan bersabarlah kamu, sesungguhnya janji Allah itu benar.”

(Qs. Ar-Rum:60)

“Kesuksesan dan kebahagiaan terletak pada diri sendiri. Tetaplah berbahagia karena kebahagiaan dan kamu yang akan membentuk karakter kuat untuk melawan kesulitan”

(Helen Keller)

“Sembilan bulan ibuku merakit tubuhku untuk menjadi mesin penghancur badai, maka tak pantas aku tumbang hanya karena mulut seseorang”

“Orang lain tidak akan bisa paham struggle dan masa sulitnya kita, yang mereka ingin tahu hanya bagian success stories. Berjuanglah untuk diri sendiri walaupun tidak ada yang tepuk tangan. Kelak diri kita di masa depan akan sangat bangga dengan apa yang kita perjuangkan hari ini. Tetap semangat ya!”

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum. Wr. Wb

Puji dan syukur kepada Allah SWT yang senantiasa membantu penulis menyelesaikan penelitian proposal skripsi dengan judul “Sistem pemantauan infus mandiri untuk pasien lansia yang menjalani perawatan rawat jalan berbasis *Internet of Things* (IoT)”. Tepat pada waktunya. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Fathul Wahid, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku Rektor Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Dhomas Hatta Fudholi, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Informatika Program Sarjana Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Kurniawan Dwi Irianto. S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan dukungan serta masukan demi terselesaikannya skripsi ini.

Penulis menyadari kesempurnaan hanya milik Allah SWT masih banyak kekurangan dalam penyusunan skripsi. Penulis sangat senang jika ada masukan. Semoga skripsi ini dapat bagi penulis maupun pembaca. Sekian.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 27 Oktober 2024



(Faris Rahman Firdaus)

SARI

Banyaknya pasien rawat jalan menimbulkan tantangan bagi perawat dalam memantau kondisi mereka secara efisien, terutama untuk memastikan pemberian obat yang tepat waktu dan pemantauan kesehatan yang akurat guna menghindari risiko komplikasi serius. Untuk mengatasi masalah ini, telah dikembangkan alat berbasis *Internet of Things* (IoT) yang menggunakan sensor untuk mengukur berat infus, memungkinkan informasi tersebut diakses melalui aplikasi *smartphone*, sehingga memudahkan pemantauan pasien dari jarak jauh secara lebih efektif. Alat ini dapat tetap berfungsi meskipun pasien berpindah tempat, sehingga volume infus dapat diukur dengan akurat kapan saja tanpa mengganggu mobilitas pasien. Selain itu, sistem ini dilengkapi dengan fitur peringatan otomatis berupa buzzer dan notifikasi di aplikasi saat volume infus mendekati kosong, mencegah habisnya cairan infus tanpa diketahui yang dapat membahayakan pasien. Dengan adanya pemantauan real-time melalui aplikasi Blynk dan notifikasi otomatis, diharapkan alat ini dapat mengurangi beban kerja perawat, meningkatkan efisiensi kerja, dan memberikan rasa aman bagi pasien serta keluarga karena kondisi pasien dapat dipantau kapan saja dan di mana saja. Alat ini tidak hanya membantu perawat memberikan perawatan yang lebih cepat dan tepat, tetapi juga berkontribusi dalam meningkatkan kualitas perawatan serta mencegah komplikasi akibat keterlambatan penanganan.

Kata kunci: *Internet of Things* (IoT), Infus, *Load Cell*, Blynk, *Real-time Monitoring*

GLOSARIUM

IoT	Singkatan dari <i>Internet of Things</i> yang merujuk pada konsep di mana objek fisik terhubung ke internet, memungkinkan pertukaran data dan interaksi antara mereka untuk memberikan layanan yang lebih cerdas.
<i>Debug</i>	Langkah untuk menelusuri kesalahan kode program.
<i>Waterfall</i>	Metode pengembangan perangkat lunak.
Blynk	Platform IoT yang memungkinkan pengguna untuk membuat aplikasi kontrol untuk perangkat keras, seperti Arduino, melalui antarmuka pengguna di <i>smartphone</i> .
Arduino IDE	Perangkat lunak yang digunakan untuk memprogram dan mengunggah kode ke papan pengembangan Arduino.
Wokwi	Platform simulasi online untuk membuat dan menguji proyek berbasis mikrokontroler seperti Arduino, ESP32, dan lainnya tanpa memerlukan perangkat keras fisik.
GPIO	Singkatan dari <i>General Purpose Input-Output</i> atau pin yang digunakan untuk membaca input dan output
Load Cell	Sensor yang digunakan untuk mengukur berat atau gaya.
Mikrokontroler	Chip komputer kecil yang digunakan untuk mengontrol perangkat elektronik, seperti Esp32 dalam sistem ini.
WiFi	Teknologi jaringan nirkabel yang memungkinkan perangkat untuk terhubung ke internet atau jaringan lokal tanpa kabel fisik.
Lansia	Orang yang berusia lanjut yang mungkin memerlukan perhatian khusus dalam hal kenyamanan dan keamanan di rumah.
<i>Real-time Monitoring</i>	Kemampuan sistem untuk mengumpulkan, menganalisis, dan menampilkan data secara langsung pada saat kejadian berlangsung

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PENGUJI.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
HALAMAN MOTO	vi
KATA PENGANTAR	vii
SARI	viii
GLOSARIUM.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Metodologi Penelitian	4
1.7 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Penelitian Terdahulu.....	6
2.2 Internet of Things	10
2.3 Oled Arduino.....	10
2.4 Load Cell	10
2.5 Module HX711.....	11
2.6 Mikrokontroler ESP32	12
2.7 Aplikasi <i>Smartphone Blynk</i>	13
2.8 Buzzer.....	13
2.9 Alat Infus.....	14
2.10 Lansia.....	14
2.11 Kondisi Medis Yang Membutuhkan Alat Pantau Infus Secara Mandiri	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	16
3.1 Identifikasi Masalah	16
3.2 Identifikasi Kebutuhan Sistem	17
3.2.1 Kebutuhan Hardware.....	17
3.2.2 Kebutuhan Alat dan Bahan Pendukung.....	17
3.3 Gambaran Sistem	18
3.4 Pengembangan Sistem.....	19
3.5 Perancangan.....	20
3.5.1 Perancangan Perangkat Lunak	20
3.5.2 Perancangan Perangkat Keras	24
3.5.3 Perancangan Pengujian Sistem.....	24
3.6 Pengguna Sistem: Perawat dan Tenaga Medis dalam Pemantauan Infus.....	25
3.7 Komunikasi Dengan Pihak Rumah Sakit.....	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Hasil Perancangan	27

4.1.1	Hasil Perancangan Aplikasi Blynk.....	27
4.1.2	Hasil Perancangan Rangkaian Komponen Elektrik	28
4.2	Hasil Pengujian.....	28
4.2.1	Pengujian Ketepatan Kalibrasi	29
4.2.2	Pengujian Ketepatan Pengukuran Berat Infus	30
4.2.3	Pengujian Pengukuran Berdasarkan Kecepatan Tetetsan Infus	32
4.2.4	Konversi Pembacaan Gram Menjadi Mililiter	33
4.2.5	Pengujian Fitur Perhitungan Waktu Tetesan Infus dan Pengaturan Alarm 35	
4.2.6	Pengujian Sistem Dalam Kondisi Tanpa Koneksi Internet dan Listrik .	37
4.3	Pembahasan	38
4.3.1	Pembahasan Kode Program Kalibrasi Load Cell	38
4.3.2	Pembahasan Kode Program Sistem Monitoring Infus	42
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		46
5.1	Kesimpulan.....	46
5.2	Saran.....	46
DAFTAR PUSTAKA.....		47

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu	6
Tabel 4. 1 Perbandingan Pengukuran <i>Load Cell</i>	31
Tabel 4. 2 Data Pengukuran Berdasarkan Kecepatan Aliran Infus.....	33
Tabel 4. 3 Berat Kotor Infus	33

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Oled Arduino.....	10
Gambar 2. 2 <i>Load Cell</i>	11
Gambar 2. 3 Module HX711.....	12
Gambar 2. 4 Mikrokontroler ESP32	12
Gambar 2. 5 Aplikasi Smartphone <i>Blynk</i>	13
Gambar 2. 6 Buzzer.....	14
Gambar 2. 7 Alat Infus.....	14
Gambar 3. 1 Tahapan Penelitian	16
Gambar 3. 2 Gambaran Sistem	19
Gambar 3. 3 <i>Widget Box</i>	21
Gambar 3. 4 Skema Alur Kerja Program Monitoring Infus.....	23
Gambar 3. 5 Ilustrasi Rangkaian Sistem Monitoring Volume Cairan Infus	24
Gambar 4. 1 Tampilan Aplikasi Blynk	27
Gambar 4. 2 Hasil Rangkaian Komponen Elektrik.....	28
Gambar 4. 3 Batu Kalibrasi Digantungkan Pada <i>Load Cell</i>	29
Gambar 4. 4 Hasil Pengukuran Kalibrasi <i>Load Cell</i>	30
Gambar 4. 5 Hasil Pengukuran <i>Load Cell</i>	31
Gambar 4. 6 Hasil Pengukuran Timbangan	31
Gambar 4. 7 <i>Roller Clamp</i>	33
Gambar 4. 8 Tampilan OLED setelah konversi	35
Gambar 4. 9 Fitur Perhitungan Waktu dan Alarm	37
Gambar 4. 10 Pengujian Menggunakan Powerbank	38

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Semakin berkembangnya teknologi yang cukup pesat dalam era modern ini membawa dampak yang besar terhadap berbagai aspek kehidupan manusia. Saat ini kreativitas manusia semakin meningkat dan bermunculan perangkat-perangkat yang dapat menunjang kinerja manusia dalam melakukan proses kerja sehingga pekerjaan menjadi lebih praktis dan efisien (Agussalim et al., 2016). Selain itu, perkembangan teknologi juga membawa manfaat lainnya. Misalnya, dengan adanya teknologi yang semakin canggih, Berbagai alat diuji dan digunakan untuk mencapai efisiensi dan efektivitas dalam seluruh tindakan yang dilakukan. Berbagai percobaan telah dilakukan untuk mencapai efisiensi maksimum dengan usaha dan energi minimum (Muhamad, 2013).

Internet of Things (IoT) adalah salah satu kemajuan teknologi terpenting yang telah mengubah cara perangkat elektronik terhubung dan dikelola. IoT menghubungkan berbagai perangkat ke internet, memungkinkan pertukaran data yang cepat dan efisien, dan memberi kita kemampuan untuk mengontrol dan memantau perangkat elektronik dari jarak jauh yang membuatnya lebih mudah bagi kita untuk mengatur kehidupan sehari-hari (Megawati & Lawi, 2021). Selain itu, kemajuan teknologi telah menciptakan peluang baru di berbagai sektor, termasuk bidang layanan kesehatan. Adanya teknologi modern memungkinkan kita untuk memiliki sistem kesehatan yang lebih efektif dan terjangkau. Misalnya, teknologi *telemedicine* memungkinkan kita untuk melakukan konsultasi medis jarak jauh tanpa harus pergi ke rumah sakit (Effendy et al., 2024). Hal ini sangat berguna bagi masyarakat yang tinggal di lokasi terpencil atau sulit dijangkau.

Teknologi *Internet of Things* (IoT) telah memungkinkan pengembangan berbagai solusi cerdas untuk berbagai masalah kesehatan. Perangkat infus, yang digunakan untuk menyuntikkan obat atau cairan lainnya ke dalam tubuh pasien dengan dosis yang tepat, merupakan contoh yang sangat relevan (Hadhara et al., 2023). Dengan alat infus yang terhubung ke IoT, pemantauan dan pengendalian menjadi lebih mudah dan lebih canggih daripada sebelumnya. Konektivitas IoT memungkinkan fitur cerdas seperti pemantauan dosis obat secara *real-time*, pemberitahuan kesalahan atau kegagalan, dan pengaturan aliran cairan sesuai dengan kebutuhan pasien (Astuti Sri et al., 2022)

Alat infus merupakan alat kesehatan yang sangat penting terutama bagi pasien lanjut usia. Pasien lansia, yang merupakan orang-orang yang telah mencapai usia lanjut, sering mengalami berbagai masalah kesehatan yang memerlukan terapi infus (Hadhara et al., 2023). Terapi infus ini melibatkan penggunaan alat infus yang secara khusus dirancang untuk menyuntikkan cairan atau obat-obatan ke dalam tubuh pasien melalui pembuluh darah (Seleky et al., 2016). Penggunaan alat infus yang tepat dan benar sangat vital dalam menjaga kesehatan dan kenyamanan para pasien lansia ini. Meskipun alat infus sangat penting bagi para lansia, seringkali mereka menghadapi kesulitan untuk memahami dan mengoperasikannya dengan benar. Ini dapat terjadi karena berbagai alasan, seperti penurunan kemampuan kognitif, masalah dengan penglihatan, atau kurangnya pemahaman tentang cara menggunakan alat infus (Permana et al., 2019). Seiring bertambahnya usia, banyak hal yang perlu dijaga, seperti kesehatan fisik dan mental, pola makan yang sehat dan teratur, serta keamanan dan kenyamanan rumah dan lingkungan sekitar (Rihhadatulaisy & Irianto, 2024). Oleh karena itu, sangat penting untuk menemukan solusi yang dapat membantu para lansia mengelola alat infus mereka dengan lebih efektif dan aman.

Dengan perkembangan IoT, berbagai proyek penelitian telah menggabungkan teknologi IoT, mikrokontroler, dan *cloud* untuk membuat Sistem monitoring infus berbasis IoT (Irianto, 2023). Dengan hadirnya inovasi seperti ini, pasien lansia diharapkan dapat lebih mudah dan nyaman dalam mengelola alat infus mereka sendiri. Solusi ini menawarkan berbagai manfaat tambahan, seperti membantu meningkatkan kemandirian mereka dan memberi rasa percaya diri karena mereka bisa mengatur perawatan sendiri. Pasien akan merasa lebih aman dan nyaman dengan pengetahuan bahwa terapi infus yang mereka jalani berjalan lancar dan efektif, apalagi dilakukan di lingkungan rumah yang mereka kenal. Namun, meski perawatan di rumah memberikan kenyamanan, tetap dibutuhkan perhatian dan pengawasan yang baik untuk memastikan kualitas perawatan tetap terjaga. Untuk menjawab tantangan ini, sistem pemantauan infus berbasis teknologi *Internet of Things* (IoT) Ini bisa menjadi solusi yang cocok bagi para lansia yang memilih perawatan di rumah.

Dalam konteks inovasi teknologi yang terus berkembang dan tuntutan perawatan kesehatan yang semakin kompleks, tugas akhir ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pemantauan infus mandiri yang berbasis *Internet of Things* (IoT). Sistem ini khususnya dirancang untuk memenuhi kebutuhan pasien lansia yang menjalani perawatan rawat jalan di rumah mereka. Dengan adanya sistem ini, pasien lansia akan dapat memantau infus mereka sendiri dengan lebih mudah dan nyaman. Mereka tidak perlu datang ke rumah sakit secara

teratur untuk memeriksa infus mereka, karena sistem ini akan memberikan informasi yang akurat tentang tingkat infus yang mereka terima. Selain itu, sistem ini juga dapat memberikan peringatan jika ada masalah atau kegagalan dalam pemberian infus.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, maka dapat merumuskan beberapa rumusan permasalahan:

- a. Bagaimana mengembangkan sistem berbasis IoT untuk memantau infus secara otomatis pada pasien lansia di rumah?
- b. Bagaimana menciptakan alat yang memberikan peringatan kepada anggota keluarga saat infus hampir habis untuk meningkatkan kewaspadaan?

1.3 Batasan Masalah

Terdeapat beberapa hal yang dijadikan batasan masalah pada tugas akhir ini. Batasan masalah tersebut ditentukan sebagai berikut:

- a. Berfokus pada pemantauan volume infus dengan sensor load cell dan aplikasi blynk, tanpa ada fitur tambahan seperti pemantauan kesehatan lainnya.
- b. Sistem ditujukan untuk pasien lansia di rumah, tidak untuk perawatan di rumah sakit.
- c. Pengukuran terbatas pada toleransi kesalahan sensor load cell.
- d. Sistem hanya memberikan peringatan saat infus hampir habis.
- e. Pengujian sistem dilakukan secara mandiri dan tidak melibatkan pasien lansia secara langsung.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah:

- a. Membuat dan merancang sistem pemantauan cairan infus menggunakan teknologi *Internet of Things* (IoT).
- b. Meningkatkan keselamatan pasien dengan mengurangi risiko kesalahan dalam penggunaan peralatan infus.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini diantaranya:

- a. Meningkatkan perlindungan bagi pasien lansia dalam perawatan rawat jalan yang beresiko tinggi.
- b. Memudahkan perawat untuk fokus pada aspek penting dalam pengawasan pasien.
- c. Menyediakan informasi akurat tentang infus, mengurangi waktu dan biaya perawatan.
- d. Memberikan pemantauan terus-menerus dan peringatan dini, sehingga mengurangi kecemasan pasien dan keluarga.

1.6 Metodologi Penelitian

Berikut merupakan tahapan dalam penelitian ini:

- a. Identifikasi masalah
Pada tahap ini penulis melakukan riset terhadap masalah untuk mengetahui kebutuhan sistem yang akan dibuat.
- b. Gambaran Sistem
Tahap ini penulis menjelaskan gambaran umum mengenai alat dan sistem yang akan di rancang seperti apa dan bagaimana cara kerjanya.
- c. Analisis Kebutuhan Sistem
Pada tahap ini dijelaskan apa saja yang diperlukan untuk merancang sistem ini, seperti alat dan bahan, software, dan alur kerja sistem.
- d. Perancangan Alat dan Sistem
Setelah mengetahui semua kebutuhan sistem, tahap selanjutnya adalah merancang alat seperti mikrokontroler, sensor, relay lalu menyatukannya dengan program yang telah dibuat.
- e. Pengujian Sistem
Pada tahap ini akan dilakukan pengujian alat dan sistem yang telah di rancang sebelumnya.
- f. Evaluasi
Tahapan ini dilakukan agar penulis mengetahui apa saja kekurangan dan masalah pada sistem.

1.7 Sistematika Penulisan

Adapun penyusunan laporan ini menggunakan sistematika penulisan sebagai berikut:

Bab 1 Pendahuluan

Pada bab ini penulis menguraikan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan perancangan, manfaat perancangan, dan sistematika penulisan.

Bab 2 Tinjauan Pustaka

Pada bab ini membahas seputar landasan teori dan program yang akan digunakan dalam perancangan.

Bab 3 Metode Penelitian

Pada bab ini berisi tentang penjelasan alur perancangan, alat dan bahan yang akan digunakan, serta penjelasan mengenai perancangan perangkat keras dan perangkat lunak.

Bab 4 Hasil dan Pembahasan

Pada bab ini berisi tentang hasil perancangan, hasil pengujian alat, dan pembahasan.

Bab 5 Penutup

Pada bab ini akan berisikan kesimpulan dari hasil keseluruhan pelaksanaan tugas akhir serta saran untuk penelitian berikutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Pada bab ini akan dipaparkan beberapa penelitian terdahulu terkait sistem monitoring infus yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan. Selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

No	Nama/tahun	Judul	Metode	Hasil
1	(Ruslan Agussalim, Adnan, Muh. Niswar, 2016)	Monitoring Cairan Infus Berdasarkan Indikator Kondisi dan Laju Cairan Infus Menggunakan Jaringan	Metode yang digunakan oleh penulis adalah metode eksperimen, dengan melakukan uji coba pada sistem monitoring infus menggunakan komponen seperti motor servo, Arduino Uno, Ethernet shield, dan potensiometer, serta membandingkan hasil pengukuran dengan metode manual atau menggunakan timbangan digital.	Berdasarkan hasil penelitian, monitoring cairan infus dapat dilakukan dengan merekayasa beberapa komponen, seperti motor servo untuk mengatur tetesan infus, Arduino Uno sebagai media komunikasi, Ethernet shield untuk menghubungkan Arduino dengan jaringan WiFi, dan potensiometer sebagai sensor pengukur volume infus. Sistem monitoring dan kontrol ini memungkinkan pemantauan kondisi infus secara real-time melalui komputer dan smartphone. Motor servo digunakan sebagai pengganti clem infus, sehingga memudahkan petugas medis dalam mengatur tetesan serta membuka dan menutup selang infus dari halaman web. Namun, pada uji coba dengan sudut servo 49 derajat, faktor tetesan tidak stabil, cenderung menurun

				<p>dari menit pertama hingga menit keempat puluh akibat getaran yang mempengaruhi posisi ulir servo. Selain itu, pengukuran volume infus menunjukkan selisih berat sekitar 6 mL hingga 7 mL antara yang ditampilkan di monitor dengan volume real menggunakan timbangan digital. Meskipun potensiometer bekerja dengan baik sebagai sensor, pegas yang mendukungnya perlu dipantau secara berkala untuk menjaga akurasi pengukuran.</p>
2	(Fikri, Rendy, Ali, 2023)	Alat Monitoring Infus Pasien Berbasis <i>Internet of Things</i>	<p>Metode yang digunakan dalam jurnal ini adalah metode pengujian eksperimental. Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi performa sistem pemantauan infus mandiri berbasis IoT, yang mencakup pengujian sensor ultrasonik untuk mengukur volume infus, sensor infrared untuk menghitung tetesan infus per menit, serta pengujian QoS (<i>Quality of Service</i>) untuk mengukur throughput dan delay dalam sistem tersebut.</p>	<p>Hasil pengujian sistem pemantauan infus mandiri berbasis IoT menunjukkan bahwa sensor ultrasonik mampu mengukur volume infus dengan akurasi yang mendekati pengukuran manual, sementara sensor infrared menghasilkan galat rata-rata kurang dari 4 tetes per menit dibandingkan dengan penghitungan manual. Dari sisi QoS, sistem ini memiliki throughput sebesar 20,56 kbps yang termasuk kategori buruk menurut standar TIPHON, namun delay rata-rata sebesar 182,156 ms termasuk dalam kategori bagus. Secara keseluruhan, sistem ini berfungsi dengan baik,</p>

				meskipun aspek throughput perlu ditingkatkan.
3	Astuti, Septiantar, Ivan Jakeh, Nimas, 2022	Alat Kendali dan Monitoring Volume Serta Laju Tetes Infus Berbasis <i>Inernet of Thing</i>	Metode yang digunakan oleh penulis adalah metode perancangan dan eksperimen. Penulis merancang sistem kendali dan monitoring volume serta laju tetes infus berbasis <i>Internet of Things</i> (IoT), kemudian melakukan pengujian terhadap fungsionalitas alat, termasuk pemantauan dan pengontrolan infus secara <i>wireless</i> melalui aplikasi Blynk.	Berdasarkan perancangan, pembuatan, dan pengujian sistem pada alat tugas akhir Alat Kendali dan Monitoring Volume serta Laju Tetes Infus Berbasis <i>Internet of Things</i> , dapat disimpulkan bahwa sistem ini berhasil dirancang untuk memantau dan mengendalikan volume serta laju tetes infus pasien secara <i>wireless</i> menggunakan aplikasi Blynk. Alat ini tidak hanya memungkinkan pemantauan jarak jauh, tetapi juga pengontrolan laju tetes infus melalui push button di aplikasi. Pada aplikasi Blynk, ditampilkan volume infus dalam satuan mL, laju tetes per menit, serta indikator LED ketika volume infus habis atau selang infus macet, dengan tampilan tambahan di layar LCD 20x4. Sistem dibuat dalam dua bagian, yaitu alat yang diletakkan di atas infus dengan sensor loadcell untuk mendeteksi volume infus, dan bagian kedua yang berada di drip chamber dengan sensor fotodioda untuk mendeteksi laju tetes serta motor servo untuk mengatur tetesan infus.

Penelitian yang sedang dijalankan memiliki beberapa perbedaan yang signifikan dibandingkan dengan penelitian-penelitian yang tertera pada Tabel 2.1, pada penelitian pertama yang dilakukan oleh (Agussalim et al., 2016) dengan judul *Monitoring Cairan Infus Berdasarkan Indikator Kondisi Dan Laju Cairan Infus Menggunakan Jaringan Wifi menggunakan teknologi potensiometer dan motor servo untuk mengukur volume dan mengontrol tetesan infus, sementara sistem komunikasinya menggunakan Arduino Uno dan Ethernet Shield*. Kemudian penelitian kedua yang dilakukan oleh (Hadhara et al., 2023) dengan judul *Alat Monitoring Infus Pasien Berbasis Internet of Things menggunakan kombinasi sensor ultrasonik dan infrared untuk mengukur volume dan tetesan infus, dengan evaluasi kinerja dari segi Quality of Service (QoS)*. Kemudian penelitian yang ketiga yang dilakukan oleh (Astuti et al., 2022) dengan judul *Alat Kendali dan Monitoring Volume Serta Laju Tetes Infus Berbasis Internet of Things menggunakan Load Cell dan fotodiode untuk mendeteksi volume dan laju tetesan infus, serta motor servo untuk pengontrolan laju tetesan*. Sedangkan teknologi yang digunakan oleh peneliti pada penelitian kali ini yaitu menggunakan sensor Load Cell untuk mendeteksi volume cairan infus dan *Active Buzzer* untuk memberikan peringatan, fokus pada akurasi dan sistem peringatan otomatis.

Dalam hal kesalahan pengukuran, penelitian pertama menunjukkan adanya selisih sekitar 6–7 mL antara volume yang ditampilkan di monitor dengan hasil pengukuran manual. Penelitian kedua melaporkan galat rata-rata kurang dari 4 tetes per menit pada sensor infrared dibandingkan dengan penghitungan manual. Sementara itu, penelitian ketiga tidak secara spesifik menyebutkan tingkat kesalahan, namun sensor yang digunakan diindikasikan cukup akurat. Dibandingkan dengan penelitian-penelitian tersebut, penelitian yang sedang dijalankan menunjukkan akurasi yang lebih baik, dengan persentase kesalahan pengukuran yang sangat kecil, yaitu hanya 0,65%, menunjukkan hasil yang lebih akurat dalam pengukuran volume cairan infus.

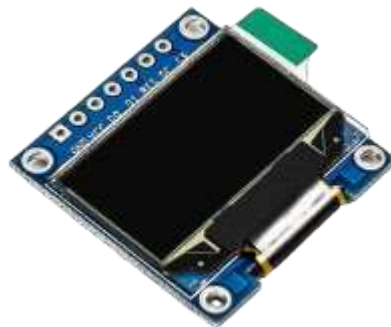
Dalam hal fitur kontrol dan peringatan, penelitian pertama memungkinkan pengontrolan tetesan infus melalui halaman web dengan menggunakan motor servo sebagai pengganti clem infus. Penelitian kedua tidak melibatkan kontrol langsung, lebih berfokus pada pemantauan volume dan tetesan infus. Pada penelitian ketiga, pengontrolan tetesan dilakukan melalui push button di aplikasi Blynk, yang juga menampilkan volume serta laju tetesan di layar LCD. Sementara itu, penelitian yang sedang dijalankan menambahkan fitur *Active Buzzer*, yang memberikan peringatan otomatis ketika volume cairan infus berada di rentang kritis 2 hingga 10 mL, memungkinkan respons cepat untuk penggantian cairan saat dibutuhkan.

2.2 Internet of Things

Internet of Things atau dikenal juga dengan singkatan IoT adalah jaringan perangkat fisik, peralatan, dan objek lain yang dilengkapi dengan sensor, perangkat lunak dan koneksi internet, sehingga memungkinkan untuk terhubung dan bertukar data melalui internet yang bertujuan untuk memperluas manfaat konektivitas internet yang berkelanjutan. Konsep ini memungkinkan mesin, perangkat, dan objek fisik lainnya dihubungkan melalui jaringan sensor dan aktuator. Dengan adanya konektivitas ini, kita dapat memperoleh data dari berbagai perangkat yang terhubung dan mengelola kinerjanya secara mandiri (Efendi, 2018).

2.3 Oled Arduino

Display elektronik adalah komponen elektronik yang berfungsi menampilkan data seperti teks, karakter maupun grafik. LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah jenis layar elektronik yang diproduksi menggunakan teknologi logika CMOS yang tidak menghasilkan cahaya melainkan memantulkan cahaya sekitar ke arah lampu depan atau mentransmisikan cahaya dari back-lit. LCD ini berfungsi untuk menampilkan data berupa karakter, huruf, angka, ataupun grafik (Mindasari et al., 2022)



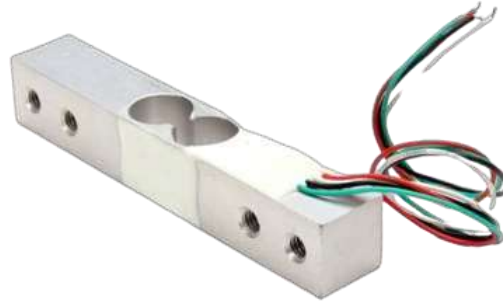
Gambar 2. 1 Oled Arduino

2.4 Load Cell

Sensor load cell adalah perangkat yang dapat mendeteksi tekanan atau berat dari suatu beban. Sensor ini sering digunakan sebagai komponen kunci dalam sistem penimbangan digital. Pengukuran yang dilakukan oleh load cell berdasarkan prinsip tekanan.

Prinsip kerja load cell melibatkan konversi gaya atau beban yang diterapkan kepadanya menjadi sinyal listrik yang dapat diukur. Secara umum, load cell digunakan dalam berbagai

konteks dimana pengukuran beban atau gaya menjadi penting, termasuk di industri manufaktur, skala industri, sistem pengukuran berat kendaraan, alat uji material, dan berbagai aplikasi lainnya.

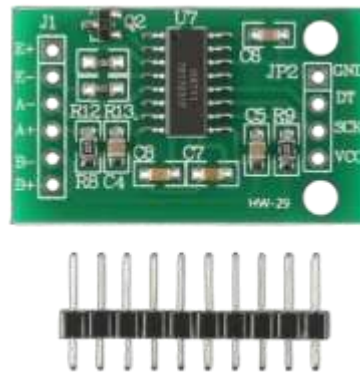


Gambar 2. 2 Load Cell

2.5 Module HX711

Module HX711 adalah perangkat elektronik yang berfungsi sebagai penerima dan penguat sinyal dari load cell. Dirancang khusus untuk mengukur beban dan gaya pada load cell. Dan mengonversi informasi tersebut menjadi sinyal yang dapat diolah oleh mikrokontroler atau perangkat lainnya.

Prinsip kerja Module HX711 melibatkan pengukuran perubahan resistansi atau tegangan pada load cell akibat beban yang diterapkan. Modul ini memberikan penguatan sinyal dan melakukan konversi analog-digital, memungkinkan data berat atau gaya dapat dibaca dan diproses dengan mudah oleh mikrokontroler. Module HX711 seringkali digunakan dalam aplikasi timbangan digital, terutama dalam proyek-proyek yang memerlukan pengukuran beban dengan akurasi tinggi. Module HX711 biasanya digunakan bersama mikrokontroler seperti Arduino atau Raspberry Pi untuk memfasilitasi pengembangan proyek-proyek yang melibatkan pengukuran berat atau gaya.



Gambar 2. 3 Module HX711

2.6 Mikrokontroler ESP32

Mikrokontroler ESP32 merupakan mikrokontroler SoC (*system on chip*) terintegrasi dengan WiFi 802.11 b/g/n, Bluetooth versi 4.2, dan berbagai periferal. ESP32 merupakan chip yang cukup lengkap, dengan prosesor, memori, dan akses pada GPIO (*General Purpose Input Output*). ESP32 dapat digunakan sebagai rangkaian pengganti Arduino. ESP32 mendukung koneksi langsung ke WiFi (Agustina et al., 2023). Adapun spesifikasi ESP32 adalah sebagai berikut.

Board ini tersedia dalam dua versi: 30 GPIO dan 36 GPIO. Keduanya memiliki fungsi yang sama, namun versi 30 GPIO dipilih karena memiliki dua pin GND. Semua pin diberi label di bagian atas papan untuk memudahkan identifikasi. Papan ini dilengkapi antarmuka USB ke UART yang dapat dengan mudah diprogram menggunakan program pengembangan aplikasi seperti Arduino IDE. Sumber daya board tersedia melalui port micro USB.



Gambar 2. 4 Mikrokontroler ESP32

2.7 Aplikasi *Smartphone Blynk*

Blynk merupakan suatu platform yang dapat digunakan pada perangkat IOS atau Android, dirancang untuk mengontrol modul Arduino, Raspberry Pi, Wemos, dan modul sejenisnya melalui koneksi internet. Aplikasi ini dirancang dengan antarmuka yang sangat ramah pengguna, cocok bagi pemula. Blynk menyediakan berbagai fitur yang mempermudah pengguna dalam penggunaannya. Proses pembuatan proyek menggunakan aplikasi ini sangat sederhana, hanya memerlukan waktu kurang dari 5 menit dengan drag and drop. Pentingnya, Blynk tidak terpacu pada modul atau papan tertentu. Melalui aplikasi ini, kita dapat mengendalikan perangkat dari jarak jauh, asalkan terhubung dengan internet. Konsep ini dikenal sebagai *Internet of Things* (IoT).



Gambar 2. 5 Aplikasi *Smartphone Blynk*

2.8 Buzzer

Buzzer merupakan perangkat elektronik yang difungsikan untuk menghasilkan suara atau bunyi tertentu. Buzzer seringkali dimanfaatkan sebagai penanda atau pemberitahuan dalam bergam sistem. Bunyi yang dihasilkan oleh buzzer dapat berupa suara berkelanjutan atau berpola tertentu, tergantung pada kebutuhan atau pengaturan yang diterapkan padanya. Perangkat ini biasanya diterapkan dalam berbagai aplikasi seperti alarm, notifikasi, atau sebagai bagian dari sistem peringatan.



Gambar 2. 6 Buzzer

2.9 Alat Infus

Alat infus adalah alat kesehatan yang digunakan untuk menyuntikkan cairan, obat-obatan, atau larutan nutrisi secara perlahan ke dalam tubuh seseorang melalui pembuluh darah. Cairan infus sering digunakan dalam situasi medis seperti rawat inap, pemulihan pasca operasi, atau untuk memberikan nutrisi kepada pasien yang tidak dapat makan dengan normal.



Gambar 2. 7 Alat Infus

2.10 Lansia

Usia lanjut, yang sering disebut sebagai lansia, merupakan tahap akhir dalam siklus kehidupan manusia, di mana pada masa tersebut kemampuan tubuh mengalami penurunan akibat perubahan atau penurunan fungsi organ-organ tubuh. Menurut *World Health Organization* (WHO), lansia dapat dibagi menjadi tiga kelompok berdasarkan rentang usia: umur lanjut (*elderly*) untuk usia 60-75 tahun, umur tua (*old*) untuk usia 76-90 tahun, dan umur sangat tua (*very old*) untuk usia di atas 90 tahun.

Kesehatan lansia dipengaruhi oleh proses penuaan, didefinisikan sebagai perubahan yang terjadi seiring waktu, bersifat umum, internal, progresif, dan merugikan. Proses ini menyebabkan penurunan kemampuan adaptasi terhadap lingkungan dan bertahan hidup. Setiap

individu dan setiap organ tubuh mengalami proses menua yang berbeda, dipengaruhi oleh gaya hidup, lingkungan, dan penyakit degeneratif.

Proses menua dan perubahan fisiologis pada lansia menyebabkan beberapa kemunduran dan kelemahan, serta berpotensi menyebabkan penyakit kronis dan infeksi yang memiliki implikasi klinis yang signifikan (Kurnianto, 2015).

2.11 Kondisi Medis Yang Membutuhkan Alat Pantau Infus Secara Mandiri

Beberapa kondisi medis membutuhkan pemantauan cairan infus secara mandiri guna memastikan pasien menerima perawatan yang optimal. Lansia yang menderita penyakit kronis seperti diabetes, hipertensi, atau gagal ginjal sering membutuhkan terapi infus untuk pengelolaan cairan dan nutrisi secara teratur. Kemampuan mereka untuk mengelola perawatan mandiri biasanya terbatas akibat penurunan kemampuan fisik dan kognitif (Hadhara et al., 2023; Rihhadatulaisy & Irianto, 2024). Selain itu, individu yang mengalami gangguan mobilitas akibat stroke, cedera tulang belakang, atau kondisi neurologis lainnya memerlukan sistem pemantauan infus otomatis untuk mengurangi ketergantungan pada tenaga perawat (Angraini et al., 2022).

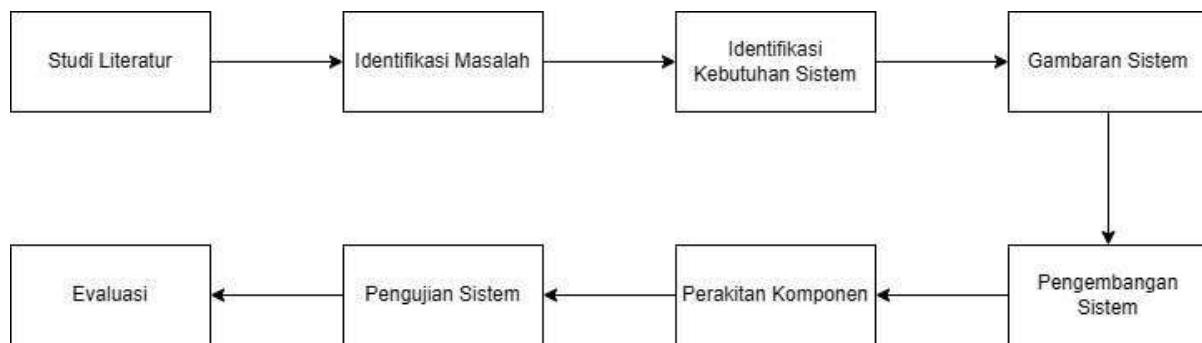
Kondisi lain seperti dehidrasi akibat diare berat atau malnutrisi membutuhkan terapi infus untuk rehidrasi dan pemulihan nutrisi. Pemantauan volume cairan infus secara akurat menjadi sangat penting untuk mencegah komplikasi lebih lanjut (Seleky et al., 2016). Demikian juga, pasien yang menjalani operasi besar, seperti bedah ortopedi atau abdominal, sering kali memerlukan terapi infus untuk mempercepat pemulihan. Sistem pemantauan mandiri memberikan fleksibilitas dan kenyamanan selama masa perawatan di rumah (Astuti et al., 2022).

Selain itu, pasien dengan ketidakseimbangan elektrolit, seperti hiponatremia atau hipokalemia, memerlukan pemantauan cairan yang ketat untuk mencegah komplikasi serius seperti aritmia atau kejang (Permana et al., 2019). Sistem pemantauan infus berbasis teknologi Internet of Things (IoT) dapat membantu pasien-pasien tersebut dalam memantau terapi infus dengan lebih aman dan efisien, mengurangi risiko komplikasi medis akibat keterlambatan pergantian cairan infus atau kesalahan pengukuran manual.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah sistem yang dapat memantau penggunaan infus secara otomatis menggunakan teknologi *Internet of Things* (IoT) bagi pasien lansia yang menjalani perawatan rawat jalan. Dalam perancangannya, berikut merupakan tahapan yang dilakukan dalam penelitian:



Gambar 3. 1 Tahapan Penelitian

3.1 Identifikasi Masalah

Seiring bertambahnya usia, banyak lansia menghadapi beragam masalah kesehatan yang membutuhkan perawatan intensif dan pemantauan ketat, termasuk pemantauan infus. Dalam situasi perawatan rawat jalan, banyak lansia mengalami kesulitan memantau infus secara mandiri akibat keterbatasan fisik, seperti penurunan mobilitas atau penglihatan yang berkurang (Rosyady et al., 2023). Hal ini tentu menyulitkan mereka dalam memastikan bahwa cairan infus tetap tersedia dan tidak habis. Jika infus dibiarkan kosong terlalu lama, dapat timbul komplikasi seperti dehidrasi yang berbahaya, gangguan elektrolit, atau bahkan masalah yang lebih serius bagi kondisi kesehatannya.

Untuk mengatasi masalah tersebut, penggunaan sistem otomatis berbasis IoT yang mampu memantau volume cairan infus secara *real-time* dapat menjadi solusi yang sangat efektif. Sistem ini memungkinkan pasien, keluarga, maupun perawat untuk memantau kondisi infus dari jarak jauh menggunakan perangkat seluler atau komputer (Angraini et al., 2022). Dengan memanfaatkan teknologi IoT, data mengenai volume infus yang tersisa dapat dikirimkan secara terus-menerus melalui platform seperti Blynk, sehingga memudahkan akses

informasi dengan cepat dan efisien tanpa perlu melakukan pengecekan manual yang memakan waktu.

Berdasarkan permasalahan tersebut, kebutuhan akan sistem monitoring infus mandiri ini menjadi sangat penting untuk dirancang dengan memperhatikan seluruh aspek yang diperlukan agar berfungsi dengan optimal sesuai kebutuhan pasien lansia.

3.2 Identifikasi Kebutuhan Sistem

Berdasarkan hasil analisis, perancangan sistem untuk sistem pemantauan infus mandiri untuk pasien lansia yang menjalani perawatan rawat jalan berbasis *Internet of Things* (IoT) memerlukan beberapa kebutuhan dalam perancangan sistem berikut.

3.2.1 Kebutuhan Hardware

Sistem pemantauan infus mandiri untuk pasien lansia yang menjalani perawatan rawat jalan berbasis *Internet of Things* (IoT) memerlukan hardware atau perangkat keras sebagai berikut :

- a. Load Cell
- b. Module HX711
- c. Oled Arduino
- d. Mikrokontroler ESP32
- e. *Active Buzzer*
- f. Kabel Jumper
- g. Kabel Micro USB
- h. PCB Board Lubang
- i. Hook Sekrup
- j. Mur dan Baut
- k. XH2.54 2.54mm 4P Connector
- l. Pin Header Female Single Row
- m. Timah Solder
- n. Timbangan

3.2.2 Kebutuhan Alat dan Bahan Pendukung

Sistem pemantauan infus mandiri untuk pasien lansia yang menjalani perawatan rawat jalan berbasis *Internet of Things* (IoT) memerlukan alat dan bahan pendukung sebagai berikut:

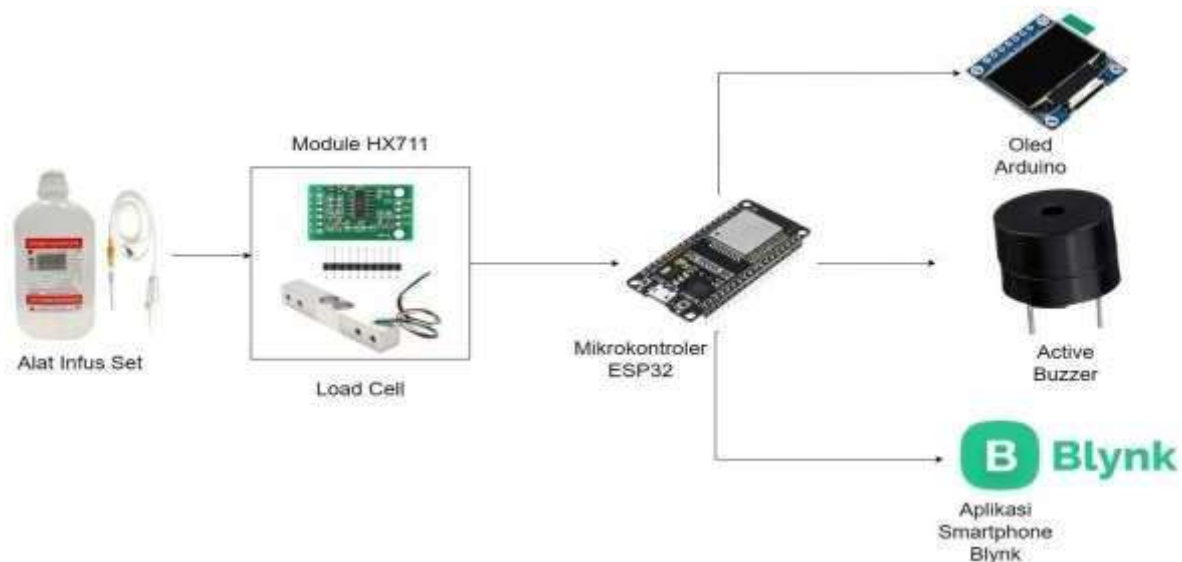
- a. Laptop
Mendesain prototipe dan membuat program.
- b. Smartphone
Perangkat penghubung IoT.
- c. *Software* Arduino IDE
Membuat program Arduino
- d. *Software* Blynk
Mengontrol module Arduino
- e. *Software* Wokwi
Membuat skema rangkaian
- f. Obeng
Untuk membuka baut pada Load Cell dan alat-alat elektrik yang digunakan.
- g. Penggaris
Untuk mengukur dimensi yang dibutuhkan.
- h. Gunting
Untuk memotong kabel.
- i. Solder
Untuk melelehkan tenol dan merangkai komponen.
- j. Atraktor
Untuk menyedot timah.

3.3 Gambaran Sistem

Setelah kebutuhan diidentifikasi, Sistem pemantauan infus berbasis ESP32 dirancang untuk memberikan kemudahan dalam memantau kondisi infus pasien secara real-time. Dengan menggunakan sensor berat HX711, sistem dapat mengukur berat infus yang terpasang pada pasien, yang kemudian dihitung menjadi volume cairan yang tersisa. Data ini ditampilkan pada layar OLED dan dapat diakses oleh perawat melalui aplikasi Blynk yang terhubung ke jaringan WiFi. Selain itu, sistem ini dilengkapi dengan buzzer yang memberikan peringatan suara ketika volume infus hampir habis, memberi sinyal kepada perawat untuk mengambil langkah-langkah yang diperlukan. Sistem secara otomatis mengirimkan notifikasi *real-time* ke aplikasi Blynk jika koneksi internet tersedia, memastikan perawat dan tenaga medis selalu mendapatkan informasi yang akurat dan dapat ditindaklanjuti dengan cepat.

Dalam kondisi darurat, seperti pemadaman listrik, sistem tetap dapat beroperasi berkat penggunaan powerbank sebagai sumber daya cadangan. Ketika pasokan listrik utama terputus, powerbank akan secara otomatis menggantikan pasokan daya untuk ESP32 dan komponen lainnya seperti sensor, layar OLED, dan buzzer. Dengan kapasitas yang sesuai, powerbank memastikan bahwa sistem tetap berjalan untuk waktu yang cukup lama tanpa gangguan. Selain itu, meskipun sistem ini bergantung pada WiFi untuk pengiriman data melalui aplikasi Blynk, sistem juga dirancang untuk dapat beroperasi dalam mode offline ketika koneksi internet terputus. Dalam mode offline, data seperti berat infus dan estimasi waktu tersisa tetap ditampilkan pada layar OLED dan peringatan melalui buzzer tetap berfungsi, memungkinkan perawat untuk terus memantau kondisi infus tanpa tergantung pada koneksi internet. Ketika koneksi kembali tersedia, data yang telah dikumpulkan dapat dikirimkan secara otomatis ke server Blynk, memastikan bahwa informasi tetap tersinkronisasi dengan aplikasi dan dapat diakses oleh tim medis secara *real-time*.

Alur kerja sistem dimulai dari sensor yang mengukur berat cairan infus, kemudian data tersebut diproses oleh mikrokontroler, dan hasilnya ditampilkan di OLED display. Apabila cairan mencapai batas yang ditentukan, buzzer akan aktif memberikan peringatan. Alur lengkap sistem ini dijelaskan lebih lanjut pada gambar 3.2.



Gambar 3. 2 Gambaran Sistem

3.4 Pengembangan Sistem

Pada tahap ini dilakukan proses pengembangan perangkat lunak dan perangkat keras yang didasarkan pada kebutuhan yang telah diidentifikasi sebelumnya. Pengembangan dimulai dengan pemrograman mikrokontroler ESP32, yang menjadi pusat kendali sistem. ESP32

diprogram untuk berinteraksi dengan sensor HX711, yang bertugas membaca data berat cairan infus. Data ini kemudian dikonversi menjadi volume cairan infus yang tersisa menggunakan algoritma perhitungan yang telah ditentukan. Hasil perhitungan volume cairan infus tersebut kemudian ditampilkan secara langsung di OLED display, memberikan informasi yang mudah dibaca bagi perawat atau keluarga pasien.

Selain menampilkan data di OLED, pengembangan sistem juga mencakup implementasi pengiriman data secara real-time ke aplikasi monitoring berbasis IoT seperti Blynk. Hal ini memungkinkan akses jarak jauh bagi keluarga atau tenaga medis untuk memantau kondisi cairan infus tanpa harus berada di dekat pasien. Data yang dikirimkan oleh ESP32 dapat dipantau melalui perangkat seluler, sehingga mempermudah pemantauan kondisi infus secara akurat dan cepat dari mana saja. Sistem juga diprogram untuk memberikan peringatan dalam bentuk suara dengan menggunakan buzzer. Logika pemrograman buzzer diatur sedemikian rupa sehingga alarm berbunyi ketika volume cairan infus mencapai batas tertentu, misalnya ketika mendekati habis. Suara buzzer ini memberikan isyarat yang jelas bahwa cairan infus perlu segera diganti, sehingga memastikan tindakan yang cepat dan tepat. Implementasi ini sangat penting untuk menghindari risiko keterlambatan dalam pergantian infus yang bisa membahayakan kesehatan pasien.

3.5 Perancangan

Pada tugas akhir ini, beberapa tahap perancangan diperlukan untuk menjalankan prototipe. Perancangan perangkat keras dimulai dengan penyusunan ilustrasi rangkaian elektronik yang mengintegrasikan komponen seperti mikrokontroler dan sensor. Untuk perangkat lunak, tahapannya meliputi pembuatan aplikasi menggunakan platform IoT seperti Blynk untuk pemantauan jarak jauh, diikuti dengan pemrograman mikrokontroler agar dapat berfungsi sesuai kebutuhan. Semua tahapan ini dirancang agar prototipe dapat beroperasi dengan optimal.

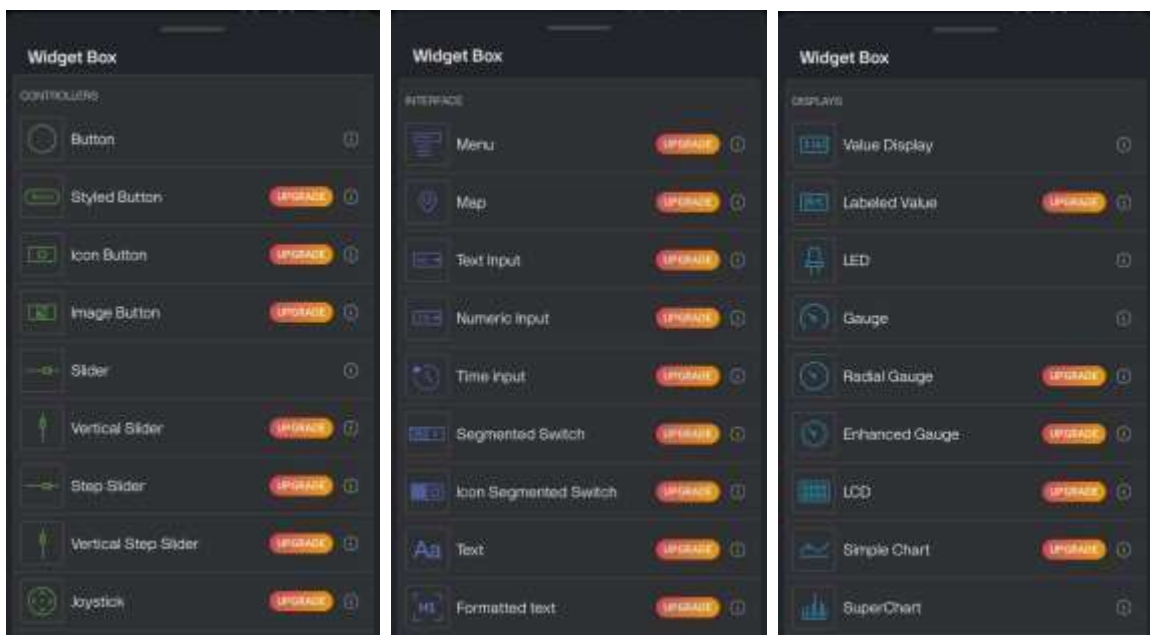
3.5.1 Perancangan Perangkat Lunak

A. Aplikasi Blynk

Untuk menghubungkan IoT pada *smartphone*, diperlukan aplikasi yang dapat menampilkan hasil monitoring infus. Aplikasi yang akan digunakan adalah Blynk, yang akan menampilkan hasil pengukuran dan menghubungkannya dengan esp32 mikrokontroler. Berikut langkah-langkah perancangan aplikasi tersebut:

1. Unduh dan pasang aplikasi Blynk di *smartphone*.

2. Buat akun baru atau masuk ke aplikasi Blynk.
3. Pilih opsi untuk membuat proyek baru dan masukkan nama proyek.
4. Pilih ESP32 sebagai jenis mikrokontroler dan WiFi sebagai jenis koneksi.
5. Setelah proyek berhasil dibuat, Blynk akan mengirimkan Auth Token ke email yang terdaftar. Auth Token ini akan dimasukkan dalam program di *software* Arduino IDE.
6. Tambahkan *widget box* seperti *Labeled Value*, *Gauge*, *Push Button*, dan *Notification*. Pemilihan *widget box* dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3. 3 *Widget Box*

7. Atur posisi setiap *widget box* sesuai dengan preferensi.
8. Pada *widget Push Button*, masukkan nama, pilih mode *push*, dan pilih digital pin yang sesuai dengan rangkaian sistem monitoring sebelumnya. Fungsi dari *Push Button* ini adalah untuk mengatur ulang hasil pengukuran sensor *Load Cell* ke nilai nol.
9. Pada *widget Labeled Value*, masukkan nama, satuan pengukuran, dan pilih virtual pin yang sesuai. Virtual pin ini akan digunakan dalam program di *software* Arduino IDE.

Fungsi dari *Labeled Value* adalah untuk menampilkan hasil pengukuran sensor *Load Cell* secara tertulis.

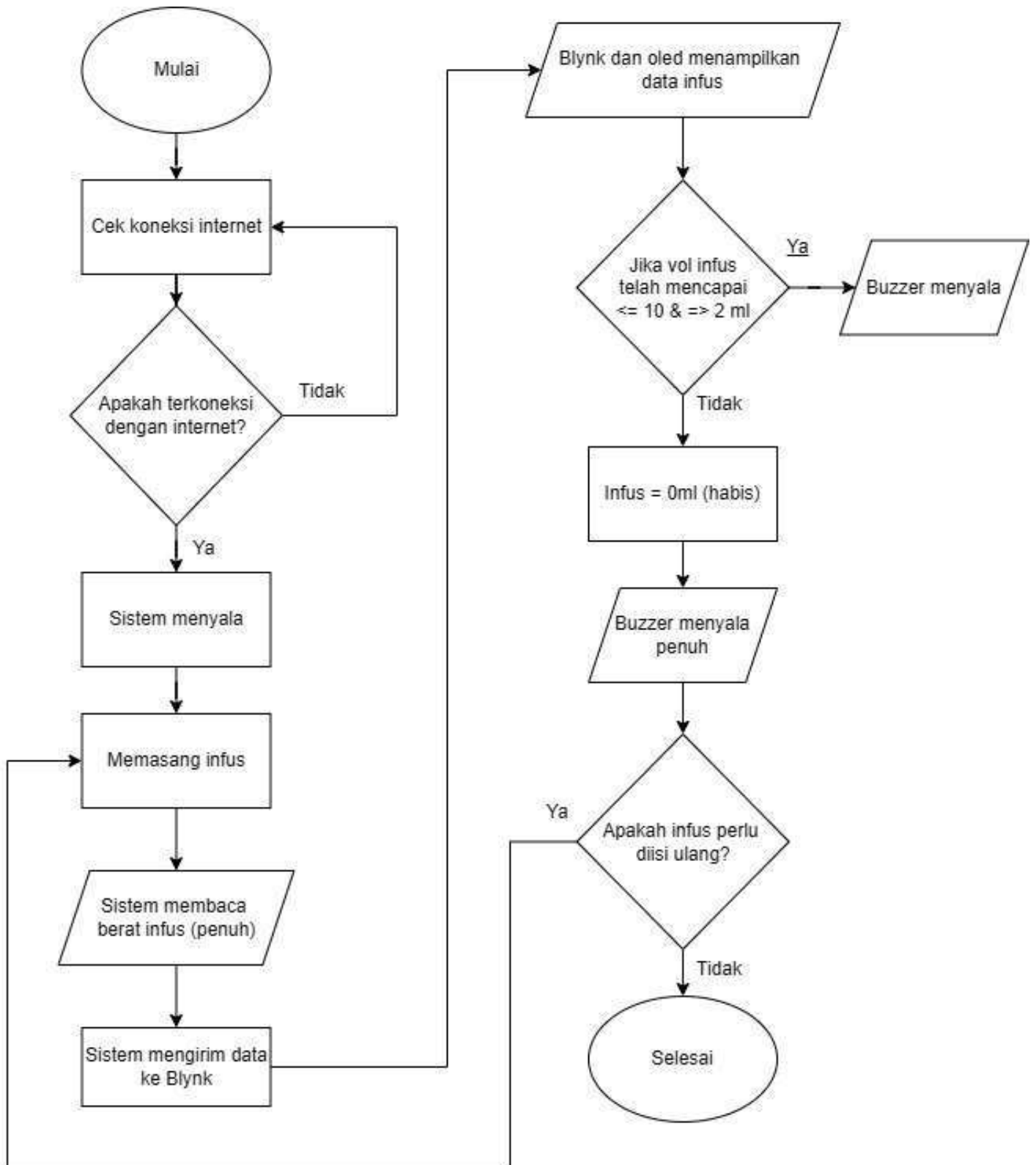
10. Pada *widget Gauge*, masukkan nama dan pilih virtual pin yang sesuai. Virtual pin ini juga akan digunakan dalam program di *software* Arduino IDE. Fungsi *Gauge* adalah untuk menampilkan hasil pengukuran dari sensor *Load Cell* dalam bentuk *Gauge Dashboard*.

11. Setelah semua langkah selesai, proses selanjutnya akan dijelaskan pada tahap perancangan program di *software* Arduino IDE.

B. Pemrograman Arduino IDE

Untuk mengoperasikan sistem monitoring infus berbasis IoT, program dibuat menggunakan *software* Arduino IDE. Tahap awal dimulai dengan mengunduh *library* yang dibutuhkan agar perangkat dapat berfungsi dengan baik. Setelah itu, program ditulis untuk mengintegrasikan sistem monitoring dengan aplikasi Blynk, yang memungkinkan pemantauan volume cairan infus secara real-time. Dalam program ini, Auth Token yang diperoleh dari Blynk, serta SSID dan *password* WiFi yang akan digunakan, dimasukkan untuk menghubungkan sistem ke jaringan internet.

Program ini memungkinkan data dari sensor *Load Cell* yang terhubung dengan ESP32 untuk dikirimkan ke aplikasi Blynk, sehingga pengguna bisa memantau volume infus dari mana saja melalui perangkat mobile. Selain itu, hasil pemantauan juga dapat ditampilkan secara langsung melalui LCD yang terpasang pada perangkat. Setelah selesai ditulis, program tersebut diunggah ke mikrokontroler ESP32 agar sistem monitoring dapat berfungsi sesuai dengan yang direncanakan. Dengan adanya program ini, sistem akan beroperasi secara otomatis, memberikan informasi secara real-time, dan memudahkan pemantauan infus pasien dari jarak jauh. Alur kerja program monitoring ini dapat dilihat lebih jelas pada gambar 3.4.

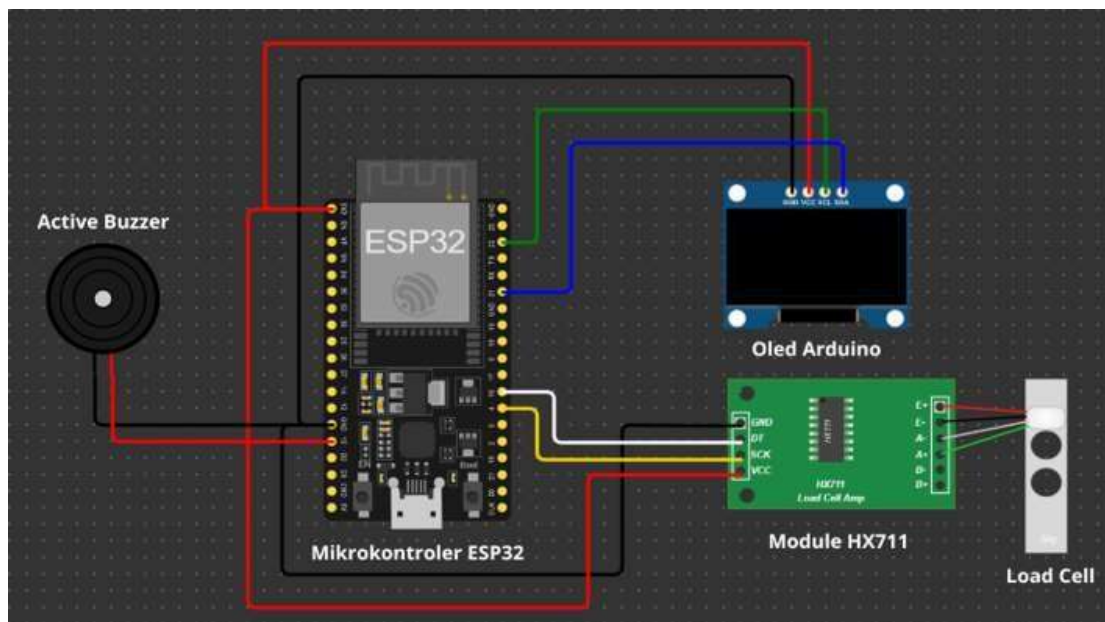


Gambar 3. 4 Skema Alur Kerja Program Monitoring Infus

3.5.2 Perancangan Perangkat Keras

A. Rangkaian Komponen Elektrik

Pada tahap ini, komponen-komponen elektrik akan dirangkai untuk membentuk pusat sistem monitoring serta menghubungkannya ke IoT pada *smartphone*. Komponen yang akan digunakan antara lain PCB Board Lubang, Mikrokontroler ESP32, Load Cell 1kg, Modul HX711, Oled Arduino, *Active Buzzer*, XH 4 Pin Connector, Kabel Pita, Kabel Jumper, Pin *Header Male*. Sebelum merangkai langsung di PCB, sangat disarankan untuk membuat ilustrasi rangkaian terlebih dahulu menggunakan *software* Wokwi. Ini akan memudahkan proses perakitan saat menggunakan PCB yang sebenarnya, memastikan setiap komponen terhubung dengan benar sesuai dengan desain yang telah dibuat. Berikut hasil dari skema rangkaian alat monitoring volume cairan infus yang dapat dilihat pada gambar 3.5.



Gambar 3. 5 Ilustrasi Rangkaian Sistem Monitoring Volume Cairan Infus

3.5.3 Perancangan Pengujian Sistem

Pengujian sistem ini bertujuan untuk memastikan bahwa sistem yang sudah dirancang bekerja dengan baik dan sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan. Selain itu, pengujian dilakukan untuk melihat seberapa efektif dan akurat sistem dalam memantau infus pasien lansia yang dirawat jalan. Metode pengujian yang digunakan adalah *blackbox*, yang fokusnya menguji fungsi sistem tanpa melihat kode program atau bagian dalamnya (Rachman et al., 2020).

Berikut beberapa poin yang diuji dalam proses ini:

- a. Sistem harus bisa terhubung dengan Blynk untuk memantau dan mengontrol infus dari jarak jauh.
- b. Sensor HX711 harus mampu mengukur berat infus secara *real-time* dan menampilkan volume cairan infus dengan akurat.
- c. Sistem otomatis harus bisa mengatur agar berat infus kosong (62 gram) ditampilkan sebagai 0 mL.
- d. Buzzer dan aplikasi Blynk harus memberikan notifikasi ketika volume cairan infus mencapai 0 mL atau berada di bawah batas kritis (antara 2-10 mL).
- e. Sistem harus bisa mengirimkan data pemantauan infus secara *real-time* ke Blynk.

Setelah pengujian, diharapkan sistem ini berfungsi sesuai dengan rencana awal. Pengujian ini sangat penting untuk menemukan masalah pada fungsi sistem yang mungkin tidak terlihat saat proses perancangan.

3.6 Pengguna Sistem: Perawat dan Tenaga Medis dalam Pemantauan Infus

Perawat sebagai pengguna utama sistem pemantauan infus memiliki peran yang sangat penting dalam memastikan pemantauan kesehatan pasien berjalan dengan baik. Sebagai tenaga medis, perawat bertanggung jawab untuk memberikan perawatan yang diperlukan, termasuk memantau kondisi infus pasien secara berkala. Dengan menggunakan sistem ini, perawat dapat dengan mudah memantau berat infus, volume cairan yang tersisa, serta estimasi waktu yang diperlukan hingga infus habis. Informasi tersebut akan ditampilkan secara *real-time* melalui layar OLED dan diingatkan melalui buzzer jika volume infus sudah mendekati batas minimum. Hal ini memudahkan perawat dalam mengambil langkah-langkah yang diperlukan untuk menjaga kelancaran proses perawatan pasien.

3.7 Komunikasi Dengan Pihak Rumah Sakit

Komunikasi antara perawat dan pihak rumah sakit lainnya juga menjadi bagian yang tak kalah penting dalam pengelolaan sistem pemantauan infus. Sistem ini memungkinkan data yang dikumpulkan, seperti berat infus, volume cairan, dan waktu tersisa, untuk diakses oleh perawat melalui aplikasi Blynk yang terhubung ke jaringan WiFi. Jika terjadi keadaan darurat

atau infus hampir habis, sistem dapat mengirimkan notifikasi *real-time* ke aplikasi Blynk, memberi tahu perawat atau tenaga medis lainnya agar dapat segera mengambil tindakan yang diperlukan. Selain itu, sistem ini juga memfasilitasi komunikasi antar tim medis di rumah sakit, dengan memberikan informasi yang dapat langsung ditindaklanjuti, seperti kebutuhan pengisian ulang infus atau perubahan dalam perawatan pasien. Dengan adanya mekanisme notifikasi yang efektif, data dapat diakses dengan cepat oleh tim medis, memastikan respon yang lebih cepat dan perawatan yang lebih baik bagi pasien.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perancangan

4.1.1 Hasil Perancangan Aplikasi Blynk

Berdasarkan petunjuk langkah-langkah pembuatan aplikasi Blynk yang telah dijelaskan sebelumnya, hasil tampilan aplikasi Blynk dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Tampilan Aplikasi Blynk

Pada bagian atas tampilan sistem, terdapat *widget Labeled Value* yang menampilkan hasil pengukuran berat infus secara digital. Di bawahnya, terdapat *widget Gauge Dashboard* yang mengonversi hasil pengukuran berat menjadi satuan volume, sehingga memudahkan perawat dan pasien untuk memantau sisa volume cairan infus. Pada bagian bawah tampilan, terdapat tombol *virtual Push Button* yang berfungsi untuk mengatur ulang hasil pengukuran sensor *Load Cell* kembali ke nol, jika terjadi kesalahan pengukuran atau ketika perawat ingin mengganti infus baru dan membutuhkan pengaturan ulang pembacaan sensor.

4.1.2 Hasil Perancangan Rangkaian Komponen Elektrik

Berdasarkan ilustrasi rangkaian komponen elektrik yang telah dilakukan sebelumnya, hasil rangkaian yang telah dibuat dapat dilihat pada gambar 4.2.



Gambar 4. 2 Hasil Rangkaian Komponen Elektrik

Pada rangkaian komponen sistem ini, digunakan PCB berlubang sebagai media untuk menempatkan dan menghubungkan komponen-komponen dengan menggunakan solder dan timah. Di atas PCB tersebut, terdapat *Pin Header Male* dan *Pin Header Female* yang digunakan untuk menempatkan mikrokontroler ESP32, modul HX711, buzzer aktif, serta sambungan pin VU dan Ground untuk tampilan OLED. Kabel jumper sepanjang 10 cm dan 20 cm digunakan untuk menghubungkan arus dari ESP32 ke komponen lainnya. Untuk menghubungkan *Load Cell*, digunakan kabel pita yang dilengkapi dengan konektor XH 4 Pin pada modul HX711. Rangkaian ini dapat ditenagai langsung dari sumber listrik atau menggunakan powerbank, yang memungkinkan sistem pemantauan infus tetap portabel tanpa bergantung pada baterai internal. Hal ini memberikan fleksibilitas penggunaan tanpa kehilangan fungsi utama sistem.

4.2 Hasil Pengujian

Setelah penggabungan komponen elektrik dan perancangan aplikasi Blynk selesai, langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian keseluruhan sistem menggunakan cairan

infus secara langsung. Pengujian ini terbagi menjadi tiga tahap: pertama, menguji ketepatan kalibrasi; kedua, menguji ketepatan pengukuran berat infus; dan ketiga, mengukur kecepatan tetesan infus pada berbagai tingkat aliran, mulai dari lambat, sedang, hingga cepat. Semua tahapan pengujian ini akan dijelaskan lebih rinci, dan evaluasi juga akan dilakukan untuk memastikan sistem berfungsi optimal di berbagai kondisi.

4.2.1 Pengujian Ketepatan Kalibrasi

Pengujian ini dilakukan berdasarkan program kalibrasi awal yang sudah dijelaskan sebelumnya. Cara pengujiannya adalah dengan menggantungkan batu kalibrasi seberat 100 gram pada Load Cell. Selanjutnya, melalui program kalibrasi, nilai faktor kalibrasi dari Load Cell disesuaikan. Faktor kalibrasi yang didapat adalah -1115.492035. Hasil dari pengujian kalibrasi untuk Load Cell bisa dilihat pada gambar 4.3, dan pada gambar 4.4 Merupakan hasil pengukuran pada Load Cell mendapatkan berat 100.1 gram.



Gambar 4. 3 Batu Kalibrasi Digantungkan Pada *Load Cell*



Gambar 4. 4 Hasil Pengukuran Kalibrasi *Load Cell*

4.2.2 Pengujian Ketepatan Pengukuran Berat Infus

Pada pengujian ini, hasil pengukuran dari sensor *Load Cell* dibandingkan dengan timbangan digital yang memiliki akurasi tinggi. Pengambilan data dilakukan setiap kali terjadi penurunan berat sebesar 50 gram pada satu infus. Data tersebut kemudian dibandingkan dengan hasil pengukuran dari timbangan digital, dan perbandingannya ditampilkan pada gambar 4.5 dan 4.6



Gambar 4. 5 Hasil Pengukuran *Load Cell*

Gambar 4. 6 Hasil Pengukuran Timbangan

Berdasarkan ilustrasi diatas kemudian diambil data yang dapat dilihat pada tabel 4.1 Berikut.

Tabel 4. 1 Perbandingan Pengukuran *Load Cell*

Skala (gram)	Timbangan Digital (gram)	<i>Load Cell</i> (gram)	Selisih (gram)	<i>Error</i>
500	500,5	496,3	3,7	0,74%
450	450	445,4	4,6	1,02%
400	400	396,1	3,9	0,97%
350	350,6	347,5	2,5	0,71%
300	300,5	298	2	0,67%
250	249,4	247,5	2,5	1,00%
200	200,5	198,5	1,5	0,75%
150	151,5	150,1	-0.1	-0,07%
100	101,2	100,9	-0.9	-0,90%
Rata-rata			2,41	0,65%

Nilai error yang telah disebutkan di atas diperoleh dengan menerapkan rumus untuk menghitung persentase error tersebut.

$$error = \frac{|Y - Z|}{Z} \times 100\% \quad (1)$$

Y = Hasil pengukuran *Load Cell*

Z = Skala pengukuran berat

Dengan demikian, berdasarkan hasil perbandingan yang tercantum dalam Tabel 4. 1 diperoleh persentase *error* untuk *Load Cell* mencapai 0,65%.

4.2.3 Pengujian Pengukuran Berdasarkan Kecepatan Tetetsan Infus

Setelah sensor *Load Cell* selesai dikalibrasi, pengujian dilakukan untuk mengukur berat berdasarkan kecepatan tetesan infus. Pengujian ini dijalankan menggunakan program yang telah dibuat sebelumnya untuk memonitor volume cairan infus secara keseluruhan. Kecepatan tetesan infus dibagi menjadi tiga kategori: lambat, sedang, dan cepat. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk melihat bagaimana performa *Load Cell* dalam mengukur berat saat infus mengalir pada berbagai kecepatan. Kecepatan tetesan diatur menggunakan *roller clamp* pada infus set, seperti yang terlihat pada gambar 4.7.



Gambar 4. 7 Roller Clamp

Hasil dari pengukuran berat berdasarkan kecepatan tetesan infus ini didapat data seperti pada tabel 4.2 berikut.

Tabel 4. 2 Data Pengukuran Berdasarkan Kecepatan Aliran Infus

Pengukuran Kecepatan Aliran		Infus (gram/menit)	Rata-rata Infus
Rendah	Percobaan 1	5.7	5.53
	Percobaan 2	5.6	
	Percobaan 3	5.3	
Sedang	Percobaan 1	24.9	25.13
	Percobaan 2	25.3	
	Percobaan 3	25.2	
Tinggi	Percobaan 1	47.8	45.17
	Percobaan 2	45	
	Percobaan 3	42.7	

4.2.4 Konversi Pembacaan Gram Menjadi Mililiter

Pengujian pengukuran berat dengan Load Cell yang dilakukan sebelumnya mencakup total berat yang terdiri dari botol infus, volume cairan infus, dan perangkat infus. Untuk mengetahui berat bersih cairan infus, perlu dilakukan perhitungan tambahan. Caranya adalah dengan menghitung selisih antara berat kotor awal infus dengan berat kotor akhir, karena pada berat akhir, cairan infus sudah sepenuhnya habis. Berat awal dan berat akhir dari infus tersebut dapat dilihat pada tabel 4.3 berikut.

Tabel 4. 3 Berat Kotor Infus

No	Berat Kotor	Infus (gram)
1	Berat Awal	562
2	Berat Akhir	62
Selisih (Berat Bersih)		500

Berdasarkan tabel 4 diatas dapat ditemukan berat bersih dari volume cairan infus. Massa jenis dari cairan infus yang digunakan yaitu 1,004 g/ml. Untuk mengonversi dari satuan gram menjadi mililiter dari volume cairan infus dapat menggunakan rumus berikut:

$$\text{volume (mililiter)} = \frac{\text{berat bersih (g)}}{\text{densitas (g/ml)}} \quad (2)$$

Sehingga pada alat infus dapat dihitung volume awal cairan infus tersebut:

$$\text{volume (mililiter)} = \frac{526 \text{ gram}}{1,004 \text{ g/ml}}$$

$$\text{volume (mililiter)} = 498,01 \text{ ml}$$

Setelah mengetahui berat kotor akhir infus yang mencakup botol infus dan infus set, langkah konversi dari satuan gram ke mililiter dapat dilakukan. Konversi ini bertujuan untuk menampilkan volume bersih cairan infus pada LCD dan aplikasi pemantauan, seperti Blynk, agar pengguna dapat memantau volume infus secara langsung. Proses ini diimplementasikan dengan fungsi `convertToVolume()`, yang menghitung volume cairan berdasarkan perbedaan berat kotor dan berat kosong infus menggunakan rumus 4.2.

Hasil konversi ini memastikan volume yang ditampilkan sesuai dengan jumlah cairan infus yang tersisa, dan batasannya dijaga dengan fungsi `Map` dan `Constrain` untuk memastikan nilai tidak berada di bawah 0 atau di atas kapasitas maksimum infus, seperti 500 mL.

Fungsi `Map` digunakan untuk mengonversi berat cairan infus dari gram ke mililiter dengan merujuk pada berat kotor infus yang terbaca, yaitu 562 gram, yang mencakup botol infus dan cairan. Berat bersih, yang tercatat sebesar 62 gram saat infus habis, menjadi dasar untuk menentukan volume akhir, yang diatur menjadi 0 ml. Dengan cara ini, fungsi `Map` memetakan nilai berat antara 562 gram dan 62 gram ke dalam volume cairan infus yang tersisa, sehingga informasi ini dapat ditampilkan secara real-time di layar LCD atau aplikasi pemantauan seperti Blynk.

Fungsi `Constrain` digunakan untuk menetapkan batasan pada nilai volume cairan infus yang telah dikonversi. Dalam konteks alat infus dengan berat kotor 562 gram dan berat bersih 62 gram, fungsi ini mengatur batas bawah volume menjadi 0 ml dan batas atas menjadi 500 ml, sesuai dengan kapasitas maksimal botol infus. Tujuan dari penggunaan fungsi `Constrain` adalah untuk mencegah hasil pengukuran menjadi negatif ketika cairan infus habis dan memastikan nilai yang ditampilkan tidak melebihi kapasitas infus. Dengan demikian, fungsi

ini memastikan keakuratan data yang ditampilkan di layar LCD atau aplikasi pemantauan, memberikan informasi yang tepat tentang sisa volume cairan infus.

Setelah proses konversi selesai, tampilan di aplikasi Blynk akan menampilkan hasil sesuai dengan desain yang telah dirancang sebelumnya, seperti yang terlihat pada gambar 4.1. Selain itu, nilai volume cairan infus dan beratnya juga akan ditampilkan di layar OLED, mirip dengan yang diperlihatkan pada gambar 4.8.



Gambar 4. 8 Tampilan OLED setelah konversi

4.2.5 Pengujian Fitur Perhitungan Waktu Tetesan Infus dan Pengaturan Alarm

Sistem pemantauan infus dilengkapi dengan fitur perhitungan waktu tetesan infus yang dapat memperkirakan waktu yang tersisa hingga infus habis. Berdasarkan laju tetesan infus sebesar 25 ml per menit dan volume infus bersih sebesar 500 ml, sistem menghitung bahwa total waktu yang dibutuhkan untuk menghabiskan infus adalah 20 menit. Untuk memastikan perawatan yang tepat waktu, sistem diatur agar alarm berbunyi 10 menit sebelum infus habis, memberikan peringatan dini kepada perawat atau tenaga medis bahwa infus sudah mendekati akhir. Alarm kemudian akan berbunyi lagi pada 5 menit terakhir untuk menandakan bahwa infus hampir habis dan segera perlu diganti atau diisi ulang. Waktu peringatan ini diambil dari pengukuran infus yang dilakukan secara sedang, dengan memperhitungkan volume cairan yang telah digunakan dan waktu yang tersisa. Dengan adanya pengaturan alarm pada dua titik waktu kritis (10 menit dan 5 menit sebelum habis), sistem membantu perawat dalam memantau

kondisi infus dan menghindari keterlambatan dalam tindakan medis yang diperlukan, menjaga keamanan dan kenyamanan pasien.

Berdasarkan laju tetesan infus sebesar 25 ml per menit dan volume infus bersih sebesar 500 ml, sistem menghitung bahwa total waktu yang dibutuhkan untuk menghabiskan infus adalah 20 menit. Perhitungan ini dapat dilakukan dengan rumus sederhana:

$$Waktu\ total = \frac{volume\ infus}{laju\ tetesan} \quad (3)$$

Di mana:

- Volume Infus = 500 ml
- Laju Tetesan = 25 ml per menit

$$Waktu\ total = \frac{500\ ml}{25\ ml/menit} = 20\ menit$$

Untuk memastikan perawatan yang tepat waktu, sistem diatur agar alarm berbunyi 10 menit sebelum infus habis, memberikan peringatan dini kepada perawat atau tenaga medis bahwa infus sudah mendekati akhir. Ini dihitung dengan cara mengurangi total waktu habis infus dengan 10 menit:

$$Waktu\ Alarm\ 10\ menit = 20\ menit - 10\ menit = 10\ menit$$

Alarm kemudian akan berbunyi lagi pada 5 menit terakhir untuk menandakan bahwa infus hampir habis dan segera perlu diganti atau diisi ulang. Perhitungan alarm untuk 5 menit sebelum habis adalah:

$$Waktu\ Alarm\ 5\ menit = 20\ menit - 5\ menit = 15\ menit$$

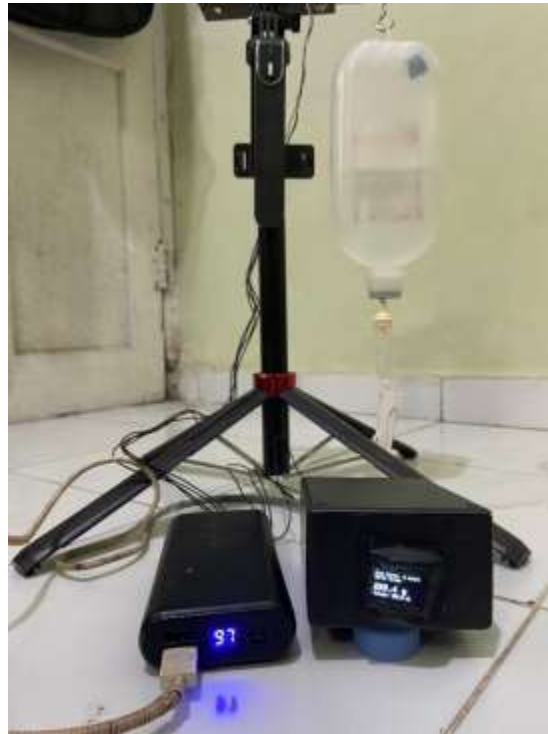
Waktu peringatan ini diambil dari pengukuran infus yang dilakukan secara sedang, dengan memperhitungkan volume cairan yang telah digunakan dan waktu yang tersisa. Dengan adanya pengaturan alarm pada dua titik waktu kritis (10 menit dan 5 menit sebelum habis), sistem membantu perawat dalam memantau kondisi infus dan menghindari keterlambatan dalam tindakan medis yang diperlukan, menjaga keamanan dan kenyamanan pasien.



Gambar 4. 9 Fitur Perhitungan Waktu dan Alarm

4.2.6 Pengujian Sistem Dalam Kondisi Tanpa Koneksi Internet dan Listrik

Pada pengujian sistem pemantauan infus berbasis ESP32 dalam kondisi tanpa koneksi internet dan listrik, sistem dirancang untuk tetap beroperasi secara mandiri menggunakan powerbank sebagai sumber daya cadangan dan mode offline untuk mengatasi kehilangan koneksi jaringan. Powerbank dipilih karena kemampuannya menyediakan daya yang stabil dan dapat digunakan untuk menjaga kelangsungan operasional ESP32 meskipun terjadi pemadaman listrik atau gangguan pada pasokan daya utama. Sistem secara otomatis beralih ke powerbank ketika terdeteksi kehilangan pasokan listrik, memastikan bahwa semua komponen termasuk sensor HX711, layar OLED, dan buzzer tetap berfungsi dengan baik. Selain itu, ketika sistem tidak terhubung ke internet atau WiFi terputus, ESP32 akan beroperasi dalam mode offline, di mana data infus tetap dapat dipantau melalui layar OLED dan buzzer tetap memberi peringatan sesuai dengan kondisi volume infus. Pengujian ini menunjukkan bahwa meskipun tidak ada akses ke server Blynk atau sumber daya utama, alat pantau infus tetap berfungsi secara lokal, memberikan informasi secara real-time kepada operator, dan memastikan kelancaran pengelolaan infus dalam situasi darurat, tanpa bergantung pada jaringan atau daya listrik eksternal. Dapat dilihat pada gambar 4.10.



Gambar 4. 10 Pengujian Menggunakan Powerbank

4.3 Pembahasan

4.3.1 Pembahasan Kode Program Kalibrasi Load Cell

a. Header dan inisialisasi

```
#include <Arduino.h>
#include "HX711.h"
#include "soc/rtc.h"
```

Program ini dimulai dengan mengimpor tiga pustaka penting. Pustaka **Arduino** digunakan untuk memberikan fungsi dasar yang dibutuhkan agar kode bisa berjalan di perangkat Arduino. Kemudian, pustaka **HX711** diperlukan karena modul ini digunakan untuk mengukur berat menggunakan sensor load cell. Terakhir, pustaka untuk **frekuensi CPU ESP32** memungkinkan kita mengatur kinerja ESP32 agar lebih stabil saat membaca data dari sensor.

b. Konfigurasi pin Load Cell

```
const int LOADCELL_DOUT_PIN = 16;    // Pin data output dari
sensor load cell
const int LOADCELL_SCK_PIN = 4;      // Pin clock untuk HX711
```

```
HX711 scale; // Inisialisasi objek untuk modul HX711
```

Pada program ini, **pin GPIO 16** pada ESP32 digunakan untuk menerima data dari sensor melalui pin DOUT di modul HX711, sementara **pin GPIO 4** digunakan sebagai pin clock (SCK) untuk modul tersebut. Objek **scale** dari kelas HX711 juga dibuat, yang memungkinkan komunikasi antara ESP32 dan sensor load cell agar pengukuran berat bisa dilakukan dengan benar.

c. Setup (Inisialisasi)

```
void setup() {
  Serial.begin(115200); // Inisialisasi komunikasi serial
  rtc_cpu_freq_config_t config;
  rtc_clk_cpu_freq_get_config(&config); // Mendapatkan
konfigurasi frekuensi CPU
  rtc_clk_cpu_freq_set_config_fast(&config); // Mengatur
frekuensi CPU
  Serial.println("HX711 Demo");

  scale.begin(LOADCELL_DOUT_PIN, LOADCELL_SCK_PIN); //
Inisialisasi modul HX711 dengan pin DOUT dan SCK
```

Di bagian ini, program memulai komunikasi serial dengan kecepatan **115200 baud**, yang memungkinkan kita untuk melihat data yang dikirim melalui port serial. Selanjutnya, frekuensi CPU ESP32 diambil dan diatur ulang agar bisa bekerja dengan stabil, yang sangat penting saat berinteraksi dengan sensor dan melakukan komunikasi. Setelah itu, modul HX711 diinisialisasi menggunakan pin DOUT dan SCK yang telah ditentukan sebelumnya, sehingga pengukuran berat dapat dilakukan dengan baik.

d. Pembacaan awal sebelum kalibrasi

```
Serial.print("read: \t\t");
Serial.println(scale.read()); // Membaca data mentah

Serial.print("read average: \t\t");
Serial.println(scale.read_average(20)); // Membaca rata-
rata data mentah
```

```

Serial.print("get value: \t\t");
Serial.println(scale.get_value(5));    // Membaca rata-rata
data mentah tanpa kalibrasi

Serial.print("get units: \t\t");
Serial.println(scale.get_units(5), 1); // Membaca data
tanpa kalibrasi

```

Pada bagian ini, beberapa fungsi dari objek **scale** digunakan untuk membaca data dari sensor. Fungsi **scale.read()** digunakan untuk mengambil data mentah dari sensor tanpa kalibrasi, sedangkan **scale.read_average(20)** membaca rata-rata dari 20 kali pembacaan untuk mendapatkan hasil yang lebih stabil. Selain itu, **scale.get_value(5)** mengembalikan rata-rata dari 5 pembacaan, tetapi nilainya belum dikonversi ke dalam satuan berat seperti gram atau kilogram. Untuk mendapatkan hasil dalam satuan berat yang sesuai, kita menggunakan fungsi **scale.get_units(5)**, yang mengonversi nilai mentah menjadi satuan yang lebih mudah dipahami setelah kalibrasi dilakukan.

e. Kalibrasi timbangan

```

scale.set_scale(-1115.492035); // Mengatur faktor kalibrasi
scale.tare(); // Mengatur berat kosong (tare)

```

Di bagian ini, faktor kalibrasi sensor diatur menggunakan fungsi **scale.set_scale(-1115.492035)**. Faktor ini ditentukan setelah melakukan kalibrasi manual untuk memastikan pengukuran berat yang akurat. Setelah itu, fungsi **scale.tare()** digunakan untuk menyetel berat kosong, sehingga berat wadah atau benda yang tidak perlu tidak ikut dihitung dalam pengukuran berat sebenarnya. Dengan cara ini, hasil yang diperoleh akan lebih tepat dan relevan.

f. Pembacaan setelah kalibrasi

```

Serial.print("read: \t\t");
Serial.println(scale.read());    // Membaca data mentah
setelah kalibrasi

Serial.print("read average: \t\t");

```

```

Serial.println(scale.read_average(20)); // Membaca rata-
rata data setelah kalibrasi

Serial.print("get value: \t\t");
Serial.println(scale.get_value(5)); // Membaca rata-rata
data setelah tare

Serial.print("get units: \t\t");
Serial.println(scale.get_units(5), 1); // Membaca data
setelah kalibrasi
}

```

Sama seperti pembacaan sebelumnya, namun kali ini data sudah dikalibrasi dan siap digunakan dalam satuan berat yang tepat (misalnya gram atau kilogram).

g. Loop (Operasi Berulang)

```

void loop() {
  // Membaca satu nilai berat dan rata-rata 10 pembacaan
  Serial.print("one reading:\t");
  Serial.print(scale.get_units(), 1); // Membaca satu nilai
berat
  Serial.print("\t| average:\t");
  Serial.println(scale.get_units(10), 5); // Membaca rata-
rata 10 nilai berat

  scale.power_down(); // Mematikan modul untuk hemat daya
  delay(5000); // Menunggu 5 detik
  scale.power_up(); // Menghidupkan modul kembali
}

```

Pada bagian ini, fungsi **scale.get_units()** digunakan untuk membaca satu pengukuran berat yang telah dikalibrasi, memberikan hasil yang siap digunakan. Untuk mendapatkan hasil yang lebih stabil, kita bisa menggunakan **scale.get_units(10)**, yang membaca rata-rata dari 10 pengukuran. Setelah itu, untuk menghemat daya, modul HX711 dimatikan dengan menggunakan **scale.power_down()** saat tidak ada pembacaan yang dilakukan. Program

kemudian memberikan jeda selama 5 detik menggunakan **delay(5000)** sebelum menghidupkan kembali modul HX711 dengan fungsi **scale.power_up()**. Ini memungkinkan modul siap digunakan lagi untuk pembacaan berikutnya.

4.3.2 Pembahasan Kode Program Sistem Monitoring Infus

a. Pengaturan Koneksi Blynk

```
#define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPL6rkI2iB0w"
#define BLYNK_TEMPLATE_NAME "Monitoring Infus"
#include <BlynkSimpleEsp32.h>
```

Pada bagian ini, kode mendefinisikan ID template dan nama template yang digunakan untuk aplikasi Blynk, yang berfungsi untuk memonitor infus. Kemudian, library **BlynkSimpleEsp32.h** diimpor untuk menghubungkan ESP32 dengan platform Blynk. Selain itu, kode juga menggunakan token autentikasi Blynk, SSID, dan password untuk terhubung ke jaringan WiFi.

b. Pengaturan HX711 dan Load Cell

```
#include "HX711.h"
const int LOADCELL_DOUT_PIN = 16;
const int LOADCELL_SCK_PIN = 4;

HX711 scale;
float reading;
float lastReading;
#define CALIBRATION_FACTOR -1115.492035
```

Bagian ini mengatur koneksi sensor load cell dengan menggunakan modul HX711. Pin DOUT dari load cell terhubung ke GPIO16, dan pin SCK terhubung ke GPIO4 pada ESP32. **HX711 scale** digunakan untuk menginisialisasi modul HX711. Variabel **reading** digunakan untuk menyimpan hasil pembacaan sensor dalam tipe **float**, dan **lastReading** menyimpan pembacaan terakhir untuk memeriksa perubahan. Faktor kalibrasi diatur ke **-1115.492035** untuk memastikan pembacaan berat yang akurat.

c. Pengaturan OLED Display

```
#define SCREEN_WIDTH 128
#define SCREEN_HEIGHT 64
```

```
Adafruit_SSD1306 display(SCREEN_WIDTH, SCREEN_HEIGHT, &Wire,
OLED_RESET);
```

Bagian ini mendeklarasikan layar OLED dengan ukuran 128x64 piksel. Library **Adafruit_SSD1306** digunakan untuk mengontrol OLED melalui I2C. **OLED_RESET** diatur ke **-1** karena tidak ada pin reset yang digunakan secara terpisah.

d. Pengaturan Buzzer dan Variabel Lain

```
#define BUZZER_PIN 13
bool notificationSent = false;
const float density = 1.004;
const int emptyInfusionWeight = 62;
```

Pada bagian ini, buzzer diatur untuk dihubungkan ke pin GPIO13. **notificationSent** digunakan sebagai flag untuk menghindari pengiriman notifikasi berulang. Nilai densitas cairan diatur ke **1.004 g/mL** (contoh untuk larutan saline), dan berat infus kosong diatur ke **62 gram**.

e. Fungsi Mengonversi Berat ke Volume

```
float convertToVolume(float weight) {
if (weight <= emptyInfusionWeight) {
return 0.0;
}
return (weight - emptyInfusionWeight) / density;
}
```

Fungsi **convertToVolume()** mengonversi hasil pembacaan berat dari load cell menjadi volume dalam mL. Jika beratnya kurang dari atau sama dengan berat infus kosong, volume dianggap **0 mL**. Volume dihitung dengan mengurangi berat infus kosong dari berat total dan membaginya dengan densitas cairan.

f. Setup dan Inisialisasi Sistem

```
void setup() {
Serial.begin(115200);
Blynk.begin(auth, ssid, pass);

if (!display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, 0x3C)) {
Serial.println(F("SSD1306 allocation failed"));
for (;;)
}
display.clearDisplay();
display.setTextColor(WHITE);
```

```

scale.begin(LOADCELL_DOUT_PIN, LOADCELL_SCK_PIN);
scale.set_scale(CALIBRATION_FACTOR);
scale.tare();

pinMode(BUZZER_PIN, OUTPUT);
digitalWrite(BUZZER_PIN, LOW);
}

```

Pada bagian **setup()**, komunikasi serial diinisialisasi dengan baud rate 115200. Blynk dihubungkan menggunakan token autentikasi, SSID, dan password. Layar OLED diinisialisasi dengan alamat I2C **0x3C**, dan layar OLED dibersihkan sebelum digunakan. Load cell dimulai dengan pin DOUT dan SCK yang terhubung, dan faktor kalibrasi diatur. Timbangan juga diatur ke **tare** (nol). Buzzer diatur sebagai output, dan buzzer akan diuji pada awal program.

g. Loop untuk Memproses Data Berat dan Volume

```

void loop() {
  Blynk.run();

  if (scale.wait_ready_timeout(200)) {
    reading = scale.get_units();
    float volume = convertToVolume(reading);

    Blynk.virtualWrite(V0, reading);
    Blynk.virtualWrite(V1, volume);

    if (reading != lastReading) {
      displayWeightAndVolume(reading, volume, dropY);
    }
    lastReading = reading;

    // Logika untuk buzzer
    if (volume == 0.0) {
      digitalWrite(BUZZER_PIN, HIGH);
    } else if (volume >= 2.0 && volume <= 10.0) {
      digitalWrite(BUZZER_PIN, HIGH);
      delay(500);
      digitalWrite(BUZZER_PIN, LOW);
      delay(500);
    } else {
      digitalWrite(BUZZER_PIN, LOW);
      notificationSent = false;
    }
  }
}

```

```
    }  
  } else {  
    Serial.println("HX711 not found.");  
  }  
}
```

Pada bagian ini, **Blynk.run()** menjaga koneksi dan pengiriman data ke aplikasi Blynk. *Load cell* membaca berat dalam gram, kemudian mengonversinya ke volume dalam mL. Hasil pembacaan berat dan volume dikirim ke aplikasi Blynk melalui **virtual pin** V0 dan V1. Jika volume cairan **0 mL**, *buzzer* akan terus berbunyi, sedangkan jika volume cairan antara **2-10 mL**, *buzzer* akan berbunyi berulang.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, beberapa kesimpulan dapat diambil sebagai berikut:

1. Sistem pemantauan volume cairan infus berhasil dirancang dan diimplementasikan, dengan fitur yang memungkinkan konektivitas ke *Internet of Things* (IoT) melalui aplikasi *smartphone*, sehingga memudahkan pemantauan secara *real-time*.
2. Dari hasil pengujian dan simulasi, sistem pemantauan volume infus ini beroperasi sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan, menunjukkan performa yang memuaskan dan dapat diandalkan dalam penggunaan praktis.
3. Persentase kesalahan pengukuran pada sensor *Load Cell* tercatat hanya sebesar 0,65%, menunjukkan tingkat akurasi yang sangat baik dalam pengukuran volume cairan infus.
4. *Active Buzzer* terbukti efektif dalam memberikan peringatan audio saat volume cairan infus berada dalam rentang 2 hingga 10 ml, memastikan pasien atau perawat segera mengetahui bahwa infus akan segera habis dan perlu diganti.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, masih terdapat beberapa kekurangan dan peluang untuk pengembangan lebih lanjut. Berikut beberapa saran untuk penelitian selanjutnya:

1. Mengembangkan aplikasi dengan fitur yang lebih lengkap, seperti monitoring untuk lebih banyak infus atau kamar rawat jalan, mendeteksi perubahan nilai pengukuran yang tidak normal, dan pencatatan data saat infus berjalan.
2. Melakukan uji coba langsung pada pasien lansia di rumah, guna mendapatkan data yang lebih akurat serta untuk mengevaluasi dan menyempurnakan prototipe yang telah dibuat.
3. Merancang sistem pengukuran *Load Cell* yang lebih stabil ketika menghadapi gangguan atau saat pasien bergerak di permukaan yang tidak rata.

DAFTAR PUSTAKA

- Agussalim Ruslan, Adnan, and Niswar Muh. 2016. 'Monitoring Cairan Infus Berdasarkan Indikator Kondisi Dan Laju Cairan Infus Menggunakan Jaringan Wifi'. *ILKOM Jurnal Ilmiah* 8(3).
- Agustina Elvinda Bendra, Rachman Dian Arif, Nofillah Recha, and Fitri Institut Lia Ikhlasia. 2023. 'RANCANG BANGUN SISTEM PEMBERI PAKAN TERNAK OTOMATIS BERBASIS ESP32'. *Prosiding Seminar Nasional Fisika* 35.
- Angraini Arindra Dwi, Damayanti Adela Dwi Rizki, Ardani Arliana, Zulkarnain Darmawan Wibisana, Izafira Dunna, Fuadah Elsi Sopiyaatul, Amalia Khalisah, and Pradana Anung Ahadi. 2022. 'PEMANFAATAN PEMANTAUAN LANSIA JARAK JAUH BERBASIS SMARTPHONE KEPADA PENYEDIA PELAYANAN KESEHATAN'. *Indonesian Journal of Nursing Sciences and Practices (IJNSP)* 3(2).
- Astuti Sri, Nursaputro Septiantar Tebe, Utomo Ivan Jakeh Dwi Utomo, and Oktaviana Nimas Ayu. 2022. 'Alat Kendali Dan Monitoring Volume Serta Laju Tetes Infus Berbasis Internet of Things'. *ORBITH Majalah Ilmiah Pengembangan Rekayasa Dan Sosial* 18(3).
- Efendi Yoyon. 2018. 'Internet of Things (IoT) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Mobile'. *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Al Asyariah Mandar* 4(2).
- Effendy Cut Azlina, Paramarta Vip, and Purwanda Eka. 2024. 'Peran Teknologi Informasi, Pengelolaan Sumber Daya Manusia, Dan Sistem Informasi Rumah Sakit Dalam Meningkatkan Kinerja Rumah Sakit (Kajian Literatur)'. *Jurnal Review Pendidikan Dan Pengajaran* 7(4).
- Hadhara Fikri, Munadi Rendy, and Muayyadi Ali. 2023. 'Alat Monitoring Infus Pasien Berbasis Internet of Things'. *E-Proceeding of Engineering* 10(5).
- Irianto Kurniawan Dwi. 2023. 'Pre-SEMMS: A Design of Prepaid Smart Energy Meter Monitoring System for Household Uses Based on Internet of Things'. *J. Electron. Electromedical. Eng. Med. Inform.*, 5(2).
- Kurnianto Duwi. 2015. 'MENJAGA KESEHATAN DI USIA LANJUT'. *Jurnal Olahraga Prestasi* 11(2).

- Megawati Seri, and Lawi Ansarullah. 2021. 'Pengembangan Sistem Teknologi Internet of Things Yang Perlu Dikembangkan Negara Indonesia'. *JIEET Journal Information Engineering and Educational Technology* 05(01).
- Mindasari Shela, As'ad Muhammad, and Meilantika Dian. 2022. 'Sistem Keamanan Kotak Amal Di Musala Sabilul Khasanah Berbasis Arduino UNO '. *Jurnal Teknik Informatika Mahakarya (JTIM)* 5(2).
- Muhamad Danuari. 2013. 'Perkembangan Dan Transformasi Teknologi Digital'. *INFOKAM* 2.
- Permana Irfan, Rohman Asri Aprilia, and Rohita Tita. 2019. 'Faktor Faktor Yang Berhubungan Dengan Penurunan Fungsi Kognitif Pada Lansia'. *Bina Generasi;Jurnal Kesehatan* 11(1).
- Rachman Abizar, Arifin Zainal, and Maharani Septya. 2020. 'Sistem Pengendali Suhu Ruang Berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan Air Conditioner (AC) Dan NodeMCU V3 ESP82'. *Prosiding Seminar Nasional Ilmu Komputer Dan Teknologi Informasi* 5(1).
- Rihhadatulaisy Zakiyatunnisrina Huwaida, and Irianto Kurniawan Dwi. 2024. 'Designing an Automatic Room Temperature Control System for Smart Homes for the Elderly Using IoT.' *International Journal Software Engineering and Computer Science (IJSECS)* 4(2).
- Rosyady Phisca Aditya, Sukarjiana Aditya Santa Sanitya, Habibah Nurina Umy, Ihsana Nuni, Baswara Ahmad Raditya Cahya, Dinata Widya Rahayu, and Sulistiawan Dedik. 2023. 'Monitoring Cairan Infus Menggunakan Load Cell Berbasis Internet of Things (IoT)'. *Techné Jurnal Ilmiah Elektroteknika* 22(1).
- Seleky Wanti, Kumaat Lucky T, and Mulyadi Ns. 2016. 'Pengaruh Teknik Penyuntikan Intravena Dengan Cara Mengalirkan Aliran Infus Terhadap Kejadia Flebitis Di Ruang Perawatan Bougenvile RSUD Tobelo'. *E-Journal Keperawatan* 4(1).