

SKRIPSI

**PERANCANGAN SISTEM MONITORING DAN KENDALI INFUS
JARAK JAUH BERBASIS MIKROKONTROLER TERINTEGRASI
APLIKASI ELEKTROMEDIS**

Disusun dan diajukan oleh:

MAYANG AZKIAH

D041 19 1004



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

GOWA

2024



LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**PERANCANGAN SISTEM MONITORING DAN KENDALI INFUS
JARAK JAUH BERBASIS MIKROKONTROLER TERINTEGRASI
APLIKASI ELEKTROMEDIS**

Disusun dan diajukan oleh:

MAYANG AZKIAH

D041 19 1004

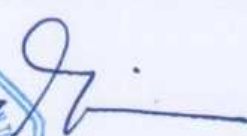

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian studi Program Sarjana Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Pada Tanggal 19 Juli 2024
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,
Pembimbing I,



Andini Dani Achmad, S.T., M.T.
NIP. 19880621 201504 2 003

Ketua Departemen Teknik Elektro,

Eng. Ir. Dewiani, M.T., IPM.
NIP. 19691026 199412 2 001



PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : Mayang Azkiah
NIM : D041191004
Program Studi : Teknik Elektro
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul:

“PERANCANGAN SISTEM MONITORING DAN KENDALI INFUS JARAK
JAUH BERBASIS MIKROKONTROLER TERINTEGRASI APLIKASI
ELEKTROMEDIS”

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambil alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitnya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklasifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 19 Juli 2024

Yang Menyatakan

May 



KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahiim

Puji syukur saya hanturkan kehadirat Allah SWT karena atas berkat, rahmat dan hidayah-Nya sehingga peneliti dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul “Perancangan Sistem Monitoring dan Kendali Infus Jarak Jauh Berbasis Mikrokontroler Terintegrasi Aplikasi Elektromedis”. Tidak lupa pula saya kirimkan shalawat serta salam kepada nabi junjungan kita yaitu Nabi Muhammad SAW yang telah membawa kita dari kegelapan menuju alam yang terang benderang seperti saat ini.

Tugas akhir ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Pada kesempatan ini, perkenankan saya mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa, yang telah senantiasa memberikan kesempatan, berkat, akal budi, pengetahuan, dan segala yang tak terhitung jumlahnya untuk dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
 2. Kedua orang tua penulis Ir. Laode Munarpha dan Akhyar AR atas segala doa, jasa, motivasi dan dukungan yang telah diberikan sehingga penulis berhasil menyelesaikan skripsi ini.
 3. Ibu Andini Dani Achmad, S.T., M.T. sebagai Dosen pembimbing yang selalu menyediakan waktu, tenaga, pikiran, dan perhatian yang luar biasa dalam mengarahkan dan membimbing penulis.
 4. Ibu Dr. Eng. Ir. Dewiani, M.T. sebagai Ketua Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah memberikan saran, motivasi, dan dukungan dalam penyelesaian skripsi ini. Dan terima kasih juga telah membantu penulis dalam menyelesaikan tantangan yang ada.
 5. Ibu Prof. Dr. Intan Sari Areni, S.T., M.T. yang selalu memberikan dorongan, nngan dan masukan berharga kepada penulis selama proses perkuliahan.
- uh Dosen dan Staf Akademik Departemen Teknik Elektro Fakultas
ik Universitas Hasanuddin yang senantiasa membagi ilmu dan wawasan



selama penulis menempuh pendidikan perkuliahan serta bantuannya dalam pengurusan administrasi.

7. Kepada adik penulis, Syakira Andriyani, Akhmad Aditya Yusuf, Siti Naadia Qonita, dan Ahmad Jati Reynaldi.
8. Teman-teman yang membantu penulis dalam penyelesaian skripsi.
9. *Tr19ger* (Teknik Elektro Unhas Angkatan 2019) yang menjadi teman seperjuangan, teman berproses dibangku perkuliahan serta penyemangat penulis dalam pengerjaan skripsi.
10. Untuk diriku sendiri yang telah berproses dengan baik dan berjuang dengan hebat selama proses perkuliahan. Terima kasih telah mengusahakan yang terbaik dalam segala hal dan selalu bersemangat dalam mengembangkan diri dalam wadah apapun. Terima kasih telah aktif berkontribusi untuk kepentingan orang banyak, meski ditengah jadwal kuliah yang padat.
11. Serta semua pihak yang tidak bisa saya tuliskan satu persatu yang telah mendukung dan membantu serta menyemangati penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Dengan segala kerendahan hati, penulis menyadari bahwa tugas akhir ini jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan masukan yang membangun dari pembaca demi kesempurnaan tugas akhir ini. Akhir kata, semoga penelitian ini dapat bermanfaat untuk seluruh pembaca dalam menambah wawasan dan dapat dijadikan referensi pembaca dalam kegiatan penelitian selanjutnya.

Makassar, 19 Juli 2024

Penulis



ABSTRAK

MAYANG AZKIAH. *Perancangan Sistem Monitoring dan Kendali Infus Jarak Jauh Berbasis Mikrokontroler Terintegrasi Aplikasi Elektromedis* (dibimbing oleh Andini Dani Achmad)

Pertumbuhan penduduk yang semakin pesat menuntut dunia medis untuk menyelaraskan pelayanan yang efisien dan optimal. Dalam praktik medis, penggunaan infus dilakukan untuk memberikan obat, cairan, atau nutrisi secara intravena kepada pasien. Cairan infus harus diganti segera secara berkala ketika cairan akan habis. Apabila terjadi keterlambatan dalam penggantian botol cairan, maka darah pasien akan naik ke selang dan dapat membeku didalam selang infus. Hal ini tentunya akan mengganggu kelancaran aliran infus. Salah satu resikonya bisa menyebabkan phlebitis. Selain itu, masalah ini sangat rentan terhadap kelalaian oleh tenaga medis maupun pendamping pasien terutama pada malam hari ketika pasien dan penjaganya tertidur. Dalam situasi tertentu, seperti ketika jumlah pasien terlalu banyak, ketika pasien berada di luar ruangan perawatan intensif ataupun mengalami mobilitas terbatas, pemantauan infus secara langsung oleh tenaga medis sulit dilakukan. Oleh karena itu, pemantauan infus secara manual kurang efektif. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem monitoring dan kendali infus jarak jauh berbasis mikrokontroler yang terintegrasi dengan aplikasi elektromedis sehingga memungkinkan untuk dilakukan monitoring melalui aplikasi yang *user friendly* serta kendali infus jarak jauh. Aplikasi yang dirancang menggunakan pendekatan RAD (*Rapid Application Development*) dengan kodular. Alat yang digunakan untuk memonitoring laju infus yaitu photodiode dan alat yang digunakan untuk memonitoring berat infus yaitu loadcell kemudian hasil monitoringnya akan ditampilkan di aplikasi, website dan LCD secara *realtime*. Laju infus dapat dikontrol melalui website. Jika berat infus <100 gr, maka akan muncul notifikasi di aplikasi dan website, serta alarm akan berbunyi dan LED akan menyala pada alat tersebut. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, secara umum, seluruh sistem yang terdapat pada *prototype* alat telah memenuhi standar dan seluruh fitur telah berfungsi dengan baik. Sensor photodiode yang berhasil mendeteksi tetesan dengan akurasi 100%, sensor loadcell yang telah mampu mengukur berat infus penuh, setengah, dan hampir habis dengan baik (tidak melebihi toleransi yang ditetapkan), sistem pengaturan infus telah berfungsi bekerja dengan baik dengan hasil yang tidak melebihi nilai toleransi, alarm telah berfungsi dengan baik dimana *buzzer* berbunyi dan LED menyala jika berat infus <100 gr, sementara *buzzer* tidak berbunyi dan LED tidak menyala pada saat berat infus >100 gr. Website berhasil menampilkan data sesuai dengan perangkat dan dapat menampilkan notifikasi peringatan apabila berat infus <100 gr atau yang ditetapkan. Pengujian keseluruhan sistem memperoleh hasil yaitu sistem secara keseluruhan telah dapat mengatur tetesan infus melalui website ataupun aplikasi sesuai dengan target tpm yang diberikan dan tidak melebihi nilai toleransi yang diberikan, serta berdasarkan hasil uji terhadap us didapatkan hasil akumulasi cairan yang diperoleh selama masa infus bil meskipun kecepatan berubah-ubah pada rentang waktu tertentu



ici: sistem monitoring infus, kendali infus, photodiode, loadcell, Rapid on Development, aplikasi, website.

ABSTRACT

MAYANG AZKIAH. *Design of a Remote Infusion Monitoring and Control System Based on Microcontroller Integrated with an Electromedical Application* (supervised by Andini Dani Achmad)

The rapid population growth demands the medical world to align with efficient and optimal services. In medical practice, the use of intravenous infusions is employed to administer medication, fluids, or nutrients to patients. Infusion fluids need to be replaced immediately on a regular basis when they are about to run out. If there is a *delay* in replacing the infusion bottle, the patient's blood can back up into the tubing and may clot within the infusion line. This can disrupt the smooth flow of the infusion. One of the risks includes causing phlebitis. Additionally, this issue is highly susceptible to negligence by medical personnel or patient attendants, especially at night when the patient and their caretaker are asleep. In certain situations, such as when the number of patients is too high, when patients are outside of intensive care, or when they have limited mobility, direct monitoring of the infusion by medical staff becomes difficult. Therefore, manual infusion monitoring is less effective. This research aims to design a remote infusion monitoring and control system based on a microcontroller integrated with an electromedical application, allowing for monitoring through a user-friendly application and remote infusion control. The application is designed using the RAD (Rapid Application Development) approach with Kodular. The device used to monitor the infusion rate is a photodiode, and the device used to monitor the infusion weight is a load cell. The monitoring results are displayed in real-time on the application, website, and LCD. The infusion rate can be controlled via the website. If the infusion weight is less than 100 grams, a notification will appear on the application and website, an alarm will sound, and an LED will light up on the device. Based on the tests conducted, in general, all systems on the *prototype* device have met standards and all features have functioned well. The photodiode sensor successfully detected drops with 100% accuracy, and the load cell sensor effectively measured the weight of the infusion when full, half-full, and nearly empty (within the established tolerance). The infusion control system worked well, producing results within acceptable tolerance levels. The alarm functioned properly, with the *buzzer* sounding and the LED lighting up when the infusion weight was less than 100 grams, while the *buzzer* did not sound and the LED did not light up when the infusion weight was more than 100 grams. The website successfully displayed data corresponding to the device and was able to show warning notifications if the infusion weight was less than 100 grams or the set threshold. Overall system testing yielded results indicating that the entire system could regulate the infusion drops via the website or application according to the specified drops per minute (dpm) target, without exceeding the given tolerance values. Furthermore, based on the case study tests, the accumulated fluid obtained during the infusion period remained stable even though the speed varied over some intervals.



Keywords: infusion monitoring system, infusion control, photodiode, loadcell, Rapid Application Development, application, website.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1. Latar Belakang.....	1
I.2. Rumusan Masalah	5
I.3. Tujuan Penelitian.....	5
I.4. Manfaat Penelitian.....	5
I.5. Batasan Masalah.....	6
I.6. Sistematika Penulisan.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Infus.....	8
2.2 NodeMCU ESP8266	10
2.3 Sensor Photodiode.....	12
Load Cell +.....	13
Motor Servo.....	16
. Prinsip Kerja Motor Servo	17



2.5.2.	Karakteristik Motor Servo.....	20
2.6	<i>Buzzer</i>	Error! Bookmark not defined.
2.7	Arduino Uno	22
2.8	Baterai Li-Ion	23
2.9	Modul LCD (Liquid Crystal Display) 16x2	24
2.10	Aplikasi Elektromedis	25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		27
3.1	Jenis Penelitian	27
3.2	Waktu Penelitian	27
3.3	Lokasi Penelitian	27
3.4	Instrumen Penelitian.....	27
3.5	Tahapan Penelitian	29
3.6	Skema Sistem Monitoring dan Kendali Infus Jarak Jauh Berbasis Mikrokontroler Terintegrasi Aplikasi Elektromedis	31
3.6.1.	Bagian Monitoring dan Pengaturan Tetesan Infus.....	33
3.6.2.	Bagian Rangkaian Kontroling.....	34
3.6.3.	Perakitan Rangkaian Elektronika.....	34
3.6.4.	Pembuatan Aplikasi	35
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....		37
4.1	Hasil Rancangan Alat.....	37
4.1.1	Hasil Rancangan Bagian Monitoring.....	38
4.1.2	Hasil Rancangan Bagian Pengatur Tetesan.....	39
4.1.3	Hasil Rancangan Bagian Kontroling.....	39
4.1.4	Hasil Rancangan Website dan Aplikasi	41
	Pengujian Kinerja Sensor Photodiode.....	44
	Tujuan Uji Kinerja Sensor Photodiode	44



4.2.2	Alat Pengujian Sensor Photodiode.....	44
4.2.3	Prosedur Pengujian Sensor Photodiode	45
4.2.4	Hasil Pengujian Sensor Photodiode	46
4.3	Pengujian Kinerja Sensor Load Cell	48
4.3.1	Tujuan Uji Kinerja Sensor Load Cell.....	48
4.3.2	Alat Pengujian Sensor Load Cell	48
4.3.3	Prosedur Pengujian Sensor Load Cell.....	48
4.3.4	Hasil Pengujian Sensor Load Cell.....	50
4.4	Pengujian Sistem Pengatur Infus.....	51
4.4.1	Tujuan Uji Sistem Pengatur Infus	51
4.4.2	Alat Pengujian Sistem Pengatur Infus.....	51
4.4.3	Prosedur Pengujian Sistem Pengatur Infus.....	51
4.4.4	Hasil Pengujian Sistem Pengatur Infus	53
4.5	Pengujian <i>Delay</i> Komunikasi	54
4.5.1	Tujuan Uji <i>Delay</i> Komunikasi	54
4.5.2	Alat Pengujian <i>Delay</i> Komunikasi.....	54
4.5.3	Prosedur Pengujian <i>Delay</i> Komunikasi	54
4.5.4	Hasil Pengujian <i>Delay</i> Komunikasi	57
4.6	Pengujian Karakteristik Pengiriman Data	58
4.6.1	Tujuan Uji Karakteristik Pengiriman Data	58
4.6.2	Alat Pengujian Karakteristik Pengirim Data.....	58
4.6.3	Prosedur Pengujian Karakteristik Pengiriman Data.....	58
4.6.4	Hasil Pengujian Karakteristik Pengiriman Data	59
4.7	Pengujian Website dan Aplikasi.....	59
	Tujuan Uji Website dan Aplikasi.....	59
	Alat Pengujian Website dan Aplikasi	60



4.7.3	Prosedur Pengujian Website dan Aplikasi	60
4.7.4	Hasil Pengujian Website dan Aplikasi	62
4.8	Pengujian Alarm.....	65
4.8.1	Tujuan Pengujian Alarm	65
4.8.2	Alat Pengujian Alarm.....	65
4.8.3	Prosedur Pengujian Alarm	66
4.8.4	Hasil Pengujian Alarm	67
4.9	Pengujian Keseluruhan Sistem	68
4.9.1	Tujuan Uji Keseluruhan Sistem	68
4.9.2	Alat Pengujian Keseluruhan Sistem.....	69
4.9.3	Prosedur Pengujian Keseluruhan Sistem	69
4.9.4	Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem	70
4.10	Cara Penggunaan Alat	72
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		76
5.1	Kesimpulan.....	76
5.2	Saran	77
DAFTAR PUSTAKA		78
LAMPIRAN.....		80



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Selang infus	8
Gambar 2 Sistem kerja infus	10
Gambar 3 GPIO NodeMCU esp 8266	11
Gambar 4 Photodiode.....	13
Gambar 5 HX711 + loadcell	15
Gambar 6 Konstruksi sensor loadcell	15
Gambar 7 Mekanisme pengontrolan motor servo	16
Gambar 8 Bagian-bagian motor servo	17
Gambar 9 Motor servo SG90	17
Gambar 10 Pulse wide modulation servo.....	18
Gambar 11 <i>Buzzer</i>	22
Gambar 12 Arduino uno.....	22
Gambar 13 Modul LCD 16 x 2	25
Gambar 14 Tahapan penelitian	30
Gambar 15 Diagram alur kerja sistem kontrol infus jarak jauh.....	31
Gambar 16 Rangkaian elektrikal alat	32
Gambar 17 Diagram alur sistem monitoring infus.....	35
Gambar 18 Hasil rancangan alat	37
Gambar 19 Hasil rancangan bagian monitoring infus.....	38
Gambar 20 Monitoring baterai.....	38
Gambar 21 Hasil rancangan bagian pengatur tetesan	39
Gambar 22 Hasil rancangan bagian kontroling.....	40
Gambar 23 Website kontroling laju infus	41
Gambar 24 Aplikasi kontroling laju infus.....	41
Gambar 25 Beranda website	42
Gambar 26 Tampilan detail pasien	42
Gambar 27 Data pasien	43
Gambar 28 Data modul infus yang telah registrasi	43
29 Tampilan aplikasi smart infus	44
30 Rangkaian pengujian sensor photodiode.....	45
31 Pemasangan sensor photodiode.....	45



Gambar 32 Tampilan perhitungan tetesan pada LCD.....	46
Gambar 33 Rangkaian pengujian sensor loadcell	48
Gambar 34 Pengukuran massa infus menggunakan timbangan.....	49
Gambar 35 Pengukuran massa infus menggunakan loadcell.....	49
Gambar 36 Tampilan nilai berat pada LCD.....	49
Gambar 37 Rangkaian pengujian sistem pengatur infus.....	51
Gambar 38 Pemasangan sensor photodiode.....	52
Gambar 39 Pemasangan roller pada sistem pengatur infus	52
Gambar 40 Tampilan nilai kecepatan TPM pada LCD.....	53
Gambar 41 Rangkaian pengujian delay komunikasi.....	55
Gambar 42 Pengujian delay komunikasi.....	55
Gambar 43 Tampilan serial monitor arduino IDE	56
Gambar 44 Tampilan serial monitor ESP dan arduino	56
Gambar 45 Pengiriman data dari arduino – ESP – database.....	57
Gambar 46 Pengiriman data dari database – ESP – arduino.....	57
Gambar 47 Website postman	58
Gambar 48 Hasil pengujian karakteristik pengiriman data.....	59
Gambar 49 Tampilan daftar pasien website dan android.....	60
Gambar 50 Tampilan menu tambah pasien di website ataupun android	60
Gambar 51 Tampilan LCD alat.....	61
Gambar 52 Tampilan website smart infus	61
Gambar 53 Tampilan aplikasi smart infus	62
Gambar 54 Pengatur tetesan infus.....	63
Gambar 55 Hasil pengaturan laju infus di LCD, website & aplikasi.....	63
Gambar 56 Notifikasi peringatan ketika infus hampir habis	64
Gambar 57 Notifikasi peringatan ketika laju tidak berada pada rentang target....	64
Gambar 58 Tampilan website ketika menambahkan MAC yang sama	65
Gambar 59 Rangkaian pengujian alarm.....	66
Gambar 60 Peringatan alarm.....	66



51 Tampilan LCD alat.....	69
52 Tampilan website dan aplikasi monitoring infus	70
53 Hasil pengujian pada kecepatan 83 tpm.....	71

Gambar 64 Hasil pengujian pada kecepatan 150 tpm.....	71
Gambar 65 Hasil pengujian pada kecepatan 70 tpm.....	72
Gambar 66 Tampilan tambah pasien di website & aplikasi.....	73
Gambar 67 Tampilan menu registrasi pasien dan alat	73
Gambar 68 Pemasangan sensor photodiode.....	73
Gambar 69 Pemasangan pengatur tetesan.....	74
Gambar 70 Pemasangan cairan infus	74
Gambar 71 Tampilan LCD, website dan aplikasi	74
Gambar 72 Alarm notifikasi peringatan.....	75



DAFTAR TABEL

Tabel 1 Karakteristik sensor loadcell.....	14
Tabel 2 Karakteristik motor servo tipe <i>tower pro micro servo</i> MG996R.....	21
Tabel 3 Spesifikasi arduino uno.....	23
Tabel 4 Spesifikasi baterai <i>lithium-ion</i> yang digunakan.....	23
Tabel 5 Alat perancangan kontroling infus dan monitoring infus	28
Tabel 6 Bahan perancangan alat kontroling infus dan monitoring infus	28
Tabel 7 Software perancangan alat	29
Tabel 8 Hasil pengujian sensor photodioda	46
Tabel 9 Hasil pengujian sensor loadcell.....	50
Tabel 10 Hasil pengujian sistem pengatur infus	53
Tabel 11 Hasil pengujian alarm	67
Tabel 12 Pengujian <i>buzzer</i> dan LED ketika laju TPM tidak sesuai target.....	67



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	80
Lampiran 2	81
Lampiran 3	84



DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL

Lambang/Singkatan	Arti dan Keterangan
IV	Intravena
NPT	Nutrisi Parenteral Total
RSUD	Rumah Sakit Umum Daerah
RS	Rumah Sakit
LCD	Liquid Crystal Display
LED	Light Emitting Diode
TPM	Tetes Per Menit
V	Volume
FT	Faktor Tetes
T	Waktu
SoC	Single On Chip
N	Jumlah Cairan Per Tetes
IoT	Internet of Things
TTL	Transistor to Transistor logic
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
UART	Universal Asynchronous Receiver/Transmitter
GPIO	General Purpose Input/Output
PWM	Pulse Width Modulation
ADC	Analog to Digital Converter
	Receiver
	Transmitter



MOSI	Master Output Slave Input
MISO	Master Input Slave Output
ASK	Amplitude Shift Keying
SCLK	Serial Clock
DC	Direct Current
Hz	Hertz
μ s	Microdetik
ICSP	In-Circuit Serial Programming
FTDI	Future Technology Devices International
HWB	Hardware Bootloader
DFU	Device Firmware Upgrade
SDA	Serial Data Line
SCL	Serial Clock Line
IOREF	Input/Output Reference Voltage
RAD	Rapid Application Development
R&D	Research and Development
PCB	Printed Circuit Board
MAC	Media Access Control
ID	Identity



BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Dominasi pelayanan medis dirumah sakit saat ini masih terbilang manual, hal tersebut tidak selaras dengan pertumbuhan penduduk yang semakin banyak. Akibatnya, banyak pelayanan dirumah sakit yang tidak optimal. Pertumbuhan penduduk yang semakin pesat, sudah seharusnya menuntut dunia medis untuk menelaraskan pelayanan yang efisien dan optimal.

Perkembangan teknologi dibidang kesehatan yang cukup pesat memungkinkan sejumlah sistem dijalankan secara otomatis dengan sistem kendali jarak jauh. Seiring dengan kemajuan teknologi dan ilmu pengetahuan, pengembangan alat-alat elektromedis pun juga semakin berkembang.

Dalam praktik medis, penggunaan infus merupakan prosedur yang umum dilakukan untuk memberikan obat, cairan, atau nutrisi secara intravena kepada pasien. Proses pengawasan dan pengendalian infus sangat penting untuk memastikan pasien menerima perawatan yang tepat dan aman. Namun, dalam situasi tertentu, seperti ketika jumlah pasien terlalu banyak, ketika pasien berada di luar ruangan perawatan intensif ataupun mengalami mobilitas terbatas, pemantauan infus secara langsung oleh tenaga medis bisa menjadi sulit dilakukan. Infus cairan intravena (intravenous fluids infusion) adalah pemberian sejumlah cairan kedalam tubuh melalui sebuah jarum kedalam sebuah pembuluh vena (pembuluh balik) untuk menggantikan kehilangan cairan atau zat-zat makanan dari tubuh (Nuryanto et al, 2015). Terapi intravena (IV) dilakukan dengan memberikan terapi melalui cairan infus yang diberikan secara langsung ke dalam darah bukan merupakan asupan dari saluran cerna. Meliputi pemberian nutrisi parenteral total (NPT), terapi cairan, elektrolit intravena serta pergantian darah. Nutrisi parenteral

T) dalah nutrisi dalam bentuk cairan hipertonik yang adekuat, terdiri dari dan nutrien lain serta elektrolit yang diberikan melalui infus (Perry & 05).



Dalam proses perawatan, cairan infus harus diganti segera secara berkala ketika cairan akan habis. Apabila dalam penggunaan infus set konvensional terjadi keterlambatan dalam penggantian botol cairannya, maka darah pasien akan langsung naik ke selang dan dapat membeku didalam selang infus. Hal ini tentunya akan mengganggu kelancaran aliran infus. Sementara tenaga medis tidak setiap saat berada didalam kamar pasien. Selain itu, masalah ini sangat rentan terhadap kelalaian oleh tenaga medis maupun pendamping pasien terutama pada malam hari ketika pasien dan penjaganya tertidur. Oleh karena itu, pemantauan infus secara manual kurang efektif.

Phlebitis adalah daerah bengkak, kemerahan, panas, dan nyeri pada kulit sekitar tempat kateter intravaskular dipasang (kulit bagian luar). Phlebitis disebabkan karena adanya kerusakan pada dinding vena atau adanya gumpalan darah dalam vena. Adapun menurut salah satu jurnal medis, *phlebitis* ini juga jika diikuti dengan tanda tanda demam, maka sudah termasuk infeksi bagian luar. Hasil penelitian yang dilakukan didapatkan presentase kejadian phlebitis di bangsal bedah RSUD Prof Dr. Margono Soekardjo Purwokerto adalah 31,7% (Handoyo, Triyanto dan Latifah, 2006). Hasil penelitian di RSUD Sunan Kali Jaga Demak Jawa Tengah memperoleh hasil bahwa kejadian phlebitis akibat pemasangan infus sebesar 12,1% (Darmanto pada tahun 2008 dalam Purnamasari, 2013). Hasil diatas juga didukung oleh penelitian yang dilakukan di RSUD Tugurejo Jawa Tengah dengan sampel 70 responden memperoleh hasil bahwa 38 responden dengan presentase 54,3% mengalami phlebitis (Nurjanah, pada tahun 2011 dalam Purnamasari, 2013). Berdasarkan hasil pra penelitian di Rumah Sakit Baptis Kediri tanggal 4 -11 Desember 2013 didapatkan hasil kejadian phlebitis di Instalasi Rawat Inap RS. Baptis Kediri pada bulan Januari s.d Oktober 2013 terdapat 600 kejadian (1,92%) dari 31.229 pemasangan infus (Komite Keperawatan Rumah Sakit Baptis Kediri, 2013).

Berdasarkan hasil penelitian yang dilaksanakan di RS Bhayangkara ; dari 40 responden terdapat 20 orang (50%) yang mengalami phlebitis ; dari 40 responden terdapat 20 orang (50%) yang tidak mengalami phlebitis. Berdasarkan hasil observasi di RSUD Labuang Baji Makassar setiap disetiap ruangan terdapat 4-5 orang dan 2-3 diantaranya mengalami phlebitis. Hasil wawancara peneliti dengan



beberapa pasien di rumah sakit mengatakan bahwa pasien yang dirawat lebih dari seminggu mengalami phlebitis dua kali dan bahkan lebih. Menurut para perawat di RSUD Labuang Baji Makassar, phlebitis masih sering terjadi di ruang rawat inap (Arnida, 2015). Mengganti infus tepat waktu dapat meminimalisir terjadinya phlebitis.

Penggantian cairan infus adalah suatu tindakan keperawatan yang dilakukan dengan teknik aseptik untuk mengganti cairan infus yang telah habis dengan botol cairan infus yang baru sesuai dengan jumlah tetesan yang dibutuhkan sesuai instruksi dokter. Di rumah sakit, cairan infus sudah biasa digunakan untuk pengobatan dan perawatan pasien. Penggunaan cairan infus perlu penanganan yang khusus karena harus diketahui jumlah tetesan cairan infus dalam satu menit yang diberikan kepada pasien, dicegah adanya gelembung udara pada selang infus dan pergantian tabung infus tidak boleh terlambat. Waktu yang dibutuhkan untuk menghabiskan satu botol cairan infus berbeda-beda pada tiap pasien, karena tergantung dari penyakit yang diderita. Ditinjau dari kondisinya bahwa pengawasan (monitoring) dan peresapan yang ketat terhadap pemberian cairan infus kepada pasien merupakan hal yang sangat penting diperhatikan.

Dalam konteks ini, pengembangan sistem monitoring dan kendali infus jarak jauh menjadi semakin relevan. Dengan menggunakan teknologi terkini, seperti mikrokontroler dan aplikasi elektromedis, kita dapat merancang sistem yang memungkinkan pengawasan dan pengendalian infus dari jarak jauh, sehingga memungkinkan tenaga medis untuk memantau dan mengatur infus dengan lebih efisien, bahkan ketika pasien tidak berada di dekat mereka.

Penggunaan mikrokontroler dalam perancangan sistem ini memungkinkan integrasi sensor-sensor yang dapat mendeteksi tingkat cairan infus, suhu, dan parameter lainnya yang relevan untuk pemantauan keadaan pasien. Selain itu, aplikasi elektromedis yang terintegrasi dapat memberikan antarmuka pengguna yang intuitif dan mudah digunakan bagi tenaga medis untuk mengakses dan a informasi infus dengan lebih efektif.

uryanto dalam penelitiannya membuat rancang bangun otomatis system ien menggunakan mikrokonteoller ATMega 16. Namun, pada penelitian



ini hanya menggunakan LCD sebagai media monitoring dari alat dan masih serta belum memiliki sensor yang bisa memonitoring volume dari cairan. System yang digunakan hanya berfokus pada pengaturan cairan dan menghitung jumlah cairan yang diberikan (Nuryanto, 2015).

Rini Maharani membuat sistem monitoring dan peringatan pada volume cairan intravena (infus) pasien menggunakan arduino berbasis website. Pada penelitian ini telah menggunakan sensor timbangan untuk mengetahui volume serta menggunakan website untuk media monitoring, tetapi penelitian ini hanya berfokus pada monitoring infus sehingga tidak menggunakan system yang mengatur laju cairan infus (Maharani, 2019).

Nur Rifqah Muchlis dalam penelitiannya membuat sistem monitoring dan kontroling laju infus. Penelitian ini dapat mengontrol laju infus, serta memonitoring volume infus yang tersisa menggunakan website. Namun dalam pengembangannya sistem ini belum bisa mengatur laju infus jarak jauh. Infus hanya bisa diatur ketika berada didekat pasien meskipun sudah tidak manual lagi dalam pengaturannya. Fitur yang terdapat diwebsite belum optimal seperti notifikasi sehingga pengguna masih harus mencari secara manual infus pasien yang mengirimkan warning (Muchlis, 2024).

Dengan mempertimbangkan tantangan dan kebutuhan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem monitoring dan kendali infus jarak jauh berbasis mikrokontroler yang terintegrasi dengan aplikasi elektromedis sehingga memungkinkan untuk dilakukan monitoring melalui aplikasi yang *user friendly* serta kendali infus jarak jauh. Melalui pendekatan ini, diharapkan dapat dibuat alat yang tidak hanya dapat meningkatkan efisiensi perawatan medis yaitu dengan kendali infus jarak jauh, tetapi juga meningkatkan keamanan dalam penggunaan infus yaitu pada kontrol laju serta kenyamanan bagi pasien yaitu peringatan dan alarm sebelum infus habis.



I.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana merancang dan membuat *prototype* sistem monitoring dan kendali infus jarak jauh berbasis mikrokontroler terintegrasi aplikasi elektromedis ?
2. Bagaimana kinerja dari sistem monitoring dan kendali infus jarak jauh berbasis mikrokontroler terintegrasi aplikasi elektromedis ?

I.3. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah :

1. Untuk merancang dan membuat alat *prototype* sistem monitoring dan kendali infus jarak jauh berbasis mikrokontroler terintegrasi aplikasi elektromedis.
2. Untuk mengetahui hasil kinerja dari *prototype* sistem monitoring dan kendali infus jarak jauh berbasis mikrokontroler terintegrasi aplikasi elektromedis.

I.4. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dalam penelitian ini adalah :

1. Manfaat bagi penulis

Dengan adanya penelitian ini, penulis mampu mengimplementasikan hasil belajar yang diperoleh selama kuliah, juga mengembangkan keterampilan dan *problem solving* penulis.

2. Manfaat bagi pengguna

Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat membantu perawat untuk monitoring infus dari pasien sehingga dalam meminimalisir terjadinya lebitis dan komplikasi lainnya akibat dari resiko kelalaian dalam pengawasan pasien.



3. Manfaat bagi dunia akademik

Dengan adanya penelitian ini, dapat dijadikan bahan acuan dan referensi untuk mahasiswa yang akan meneliti menggunakan kajian yang sama serta dapat menambah literatur terkait pengembangan *prototype* tersebut.

I.5. Batasan Masalah

Penelitian ini memiliki tujuan utama untuk membuat *prototype* sistem monitoring dan kendala infus jarak jauh berbasis mikrokontroler terintegrasi aplikasi elektromedis. Spesifikasi teknis dan mekanis piranti yang dikonstruksi dan dievaluasi dibatasi pada beberapa hal berikut ini, diantaranya:

1. *Monitoring dan controlling* pada sistem ini menggunakan servo dengan sensor gerak *photodiode* dan timbangan *digital load cell* yang menggunakan mikrokontroler berbasis *website*.
2. Penggunaan servo berfungsi sebagai pengatur katup laju aliran cairan infus dan Arduino Uno sebagai pusat kontrol keseluruhan system dan ESP 8266 untuk komunikasi *website*.
3. Membuat *prototype* teknologi yang menggambarkan penerapan teknologi pengaturan dan monitoring infus yang dibuat dalam skala 1:1.

I.6. Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

➤ BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi uraian tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, metode penelitian, dan sistematika penulisan.



II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan teori-teori penunjang materi penelitian yang diambil berbagai sumber ilmiah dari berbagai sumber ilmiah yang digunakan dalam penulisan laporan tugas akhir ini.

➤ BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini membahas tentang rancangan penelitian, waktu, dan lokasi penelitian, alat dan bahan, Teknik pengumpulan data, serta Langkah-langkah penelitian yang digunakan dalam tugas akhir ini.

➤ BAB IV

Pada bab ini dibahas terkait pembuatan *prototype*, dan hasil uji fitur-fitur yang dimiliki oleh *prototype*. Selanjutnya disajikan data-data hasil penelitian dan hasil analisa terhadap data yang diperoleh.

➤ BAB V

Pada bab ini membahas terkait kesimpulan yang dapat ditarik berdasarkan hasil pengujian dan hasil pengambilan data. Serta diberikan saran-saran untuk memaksimalkan penelitian lanjutan.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Infus

Infus cairan intravena (*intravenous fluids infusion*) adalah pemberian sejumlah cairan kedalam tubuh, melalui sebuah jarum kedalam sebuah pembuluh vena (pembuluh balik) untuk menggantikan kehilangan cairan atau zat-zat makanan dari tubuh. Terapi intravena (*intravenous therapy*) pada pasien adalah salah satu perawatan yang banyak digunakan di rumah sakit untuk proses penyembuhan seorang pasien. Ada dua buah metode terapi intravena, yaitu dengan menggunakan pompa infus (*infussion pump*) dan dengan menggunakan gravity drip IV (intravenous) delivery yang sudah digunakan sejak tahun 1944. Gravity drip IV delivery menggunakan sebuah set infus seperti pada Gambar 1, yang terdiri dari empat komponen utama yaitu vented spike untuk menghubungkan ketabung infus, IV drip chamber untuk melihat adanya tetesan cairan infus dari tabung ke selang, selang infus untuk mengalirkan cairan dengan panjang rata-rata 1 –1,5 meter, sebuah roller clamp untuk mengatur laju cairan infus, dan diakhiri dengan IV catheter yang dihubungkan dengan catheter di pasien (Pranjoto H dkk, 2019).



Gambar 1 Selang infus

Sumber: Herlan & Brilliant, 2009 (3)



ak medis atau seorang perawat harus mengetahui cara menghitung tetes infus dengan tepat dan cepat disamping harus mengetahui kebutuhan dan kebutuhan cairan tubuh. Tidak boleh ditentukan secara sembarang

saat menghitung tetes cairan infus, agar dapat mengetahui jumlah tetesan per menit (TPM) cairan infus yang akan diberikan pada pasien, terlebih dahulu kita mengetahui banyaknya cairan infus yang akan diberikan, lama penggunaan, dan faktor tetes atau drop factor tiap infus (sucipta dkk., 2021).

Untuk mengetahui jumlah tetesan per menit (TPM) dapat dilihat pada persamaan (1):

$$\text{Jumlah TPM} = \frac{(V \times FT)}{(T \times 60 \text{ menit})} \quad (1)$$

Keterangan:

V = Kebutuhan Cairan (ml)

FT = Faktor Tetes

T = Lama Pemberian (jam)

Kebutuhan cairan (V) dilihat dari seberapa parah pasien tersebut kekurangan cairan pada tubuh hal tersebut dokter yang dapat menentukan dengan jelas karena melihat dari kondisi kesehatan pasien. Lama pemberian atau waktu pemberian (T) cairan infus tersebut dipertimbangkan dari parah atau tidaknya pasien mengalami kekurangan cairan, jika pasien mengalami dehidrasi berat tentunya waktu yang diberikan akan cepat karena untuk mengganti cairan yang hilang pada pasien. Faktor Tetes (FT) ditentukan dari jenis set infus yang digunakan, terdapat dua jenis infus set yang biasa digunakan yaitu infus set mikro dan infus set makro. Infus set mikro digunakan untuk pasien anak – anak dan bayi, namun ada juga pasien dewasa yang menggunakan infus set mikro seperti pada pasien gagal ginjal kronis. Lalu infus set makro digunakan untuk pasien dewasa, namun ada juga pasien anak – anak yang menggunakan infus set makro untuk terapi hidrasi (sucipta dkk., 2021).

Dari 2 macam infus set tersebut memberikan perbedaan pada faktor tetes yang dihasilkan, faktor tetes untuk infus set makro adalah 20 tetes untuk 1 ml, bisa diartikan bahwa satu tetes adalah 0,05 ml, sedangkan faktor tetes untuk infus set mikro adalah 60 tetes untuk 1ml sehingga satu tetes adalah 0,01665 ml. Dari



keterangan tersebut dapat dihitung mengenai banyaknya cairan infus dalam waktu tertentu (sucipta dkk., 2021).

Untuk mengetahui banyak cairan infus dalam waktu tertentu dapat dilihat pada persamaan (2) di bawah ini:

$$\text{Banyak cairan infus} = (N \times TPM) \times t \quad (2)$$

Jika terdapat jumlah TPM yang berbeda setiap menitnya maka dilakukan perhitungan sebagai berikut (persamaan (3)):

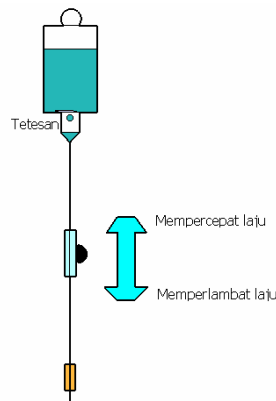
$$\text{Cairan Infus (ml)} = (N \times TPM1) + (N \times TPM2) + (N \times TPMn) \quad (3)$$

Keterangan :

N = Cairan per tetes (ml)

TPM = Tetes Per Menit

t = waktu (menit)



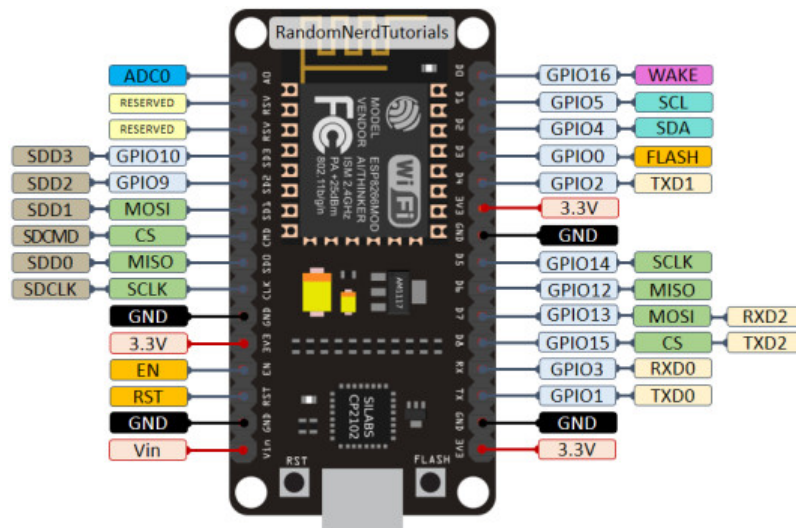
Gambar 2 Sistem kerja infus
Sumber: Tria Amanah, 2019 (2)

2.2 NodeMCU ESP8266



NodeMCU merupakan sebuah platform IoT yang bersifat open source dan dengan kit yang menggunakan bahasa pemrograman Lua untuk membantu membuat *prototype* produk IoT atau bisa dengan memakai sketch dengan

arduino IDE, yang sudah dilengkapi dengan module WIFI ESP8266 didalamnya, jadi NodeMCU sama seperti Arduino, tapi kelebihanannya sudah memiliki WIFI, sehingga sangat cocok buat project IoT. NodeMCU juga bisa di Program menggunakan Arduino IDE, software yang digunakan untuk memprogram board Arduino (Iqbal,2021).



Gambar 3 GPIO NodeMCU esp 8266

Sumber : www.randomnerdtutorials.com

NodeMCU berukuran panjang 4.83cm, lebar 2.54cm, dan berat 7 gram. Board ini sudah dilengkapi dengan fitur WiFi dan Firmwarena yang bersifat *open source* (Iqbal,2021). Spesifikasi yang dimiliki oleh NodeMCU sebagai berikut:

1. Board ini berbasis ESP8266 serial WiFi SoC (Single on Chip) dengan onboard USB to TTL. Wireless yang digunakan adalah IEEE 802.11b/g/n.
 2. Microcontroller : Tensilica 32 bit
 3. Flash Memory : 4 KB
 4. Tegangan Operasi : 3.3 V
 5. Tegangan Input : 7 – 12 V
 6. Digital I/O : 16
- Analog Input : 1 (10 Bit)
 Interface UART : 1
 Interface SPI : 1



10. Interface I2C : 1
11. 2 tantalum capacitor 100 micro farad dan 10 micro farad.
12. Blue led sebagai indikator.
13. Cp2102 usb to UART bridge.
14. Tombol reset, port usb, dan tombol flash.
15. Terdapat 9 GPIO yang di dalamnya ada 3 pin PWM, 1 x ADC Channel, dan pin RX TX
16. 3 pin ground.
17. S3 dan S2 sebagai pin GPIO
18. S1 MOSI (Master Output Slave Input) yaitu jalur data dari master dan masuk ke dalam slave, sc cmd/sc.
19. S0 MISO (Master Input Slave Input) yaitu jalur data keluar dari slave dan masuk ke dalam master.
20. SK yang merupakan SCLK dari master ke slave yang berfungsi sebagai clock.

2.3 Sensor Photodioda

Photodioda adalah komponen elektronika yang biasanya berfungsi mendeteksi cahaya. Meskipun termasuk jenis dioda, akan tetapi mempunyai prinsip kerja yang berbeda dengan dioda biasa. Photodioda dapat mengubah energi cahaya menjadi energi listrik. Photodioda dapat mendeteksi bermacam-macam jenis cahaya seperti infra merah, ultra violet, sampai dengan Sinar-X (Rosyidi Sa'ad, 2019).

Photodioda dirangkai dari dua lapisan semikonduktor dengan bahan utamanya, yakni tipe-N (sebagai katoda) dan tipe-P (sebagai anoda). Perlu diperhatikan pula beberapa spesifikasi yang membuat komponen photodiode terbentuk sempurna.

1. Terdapat dua kaki terminal fotodioda, yaitu terminal anoda dan katoda.
2. Komponen hanya dapat bekerja ketika reverse bias.
3. Tinggi reverse voltage terjadi pada angka maksimal 32 volt.





Gambar 4 Photodioda

Sumber : <https://rezekibarokah.com/pengertian-photodioda-dan-cara-kerja/>

Prinsip Kerja Photodioda adalah ketika sebuah photon (satu satuan energi dalam cahaya) dari sumber cahaya (LED) diserap oleh Photodioda, hal tersebut membangkitkan suatu elektron dan menghasilkan sepasang pembawa muatan tunggal, sebuah elektron dan sebuah hole, di mana suatu hole adalah bagian dari kisi-kisi semikonduktor yang kehilangan elektron. Arah Arus yang melalui sebuah semikonduktor adalah kebalikan dengan gerak muatan pembawa. cara tersebut didalam sebuah photodioda digunakan untuk mengumpulkan photon – menyebabkan pembawa muatan (seperti arus atau tegangan) mengalir/terbentuk di bagian- bagian elektroda (Ferdiansyah M.A dkk, 2018).

Prinsip kerja photodiode pada sistem monitoring infus adalah saat keadaan awal, LED menyinari sensor photodioda secara langsung, pada kondisi ini output photodioda dilogikakan 0 atau LOW. Ketika terdapat tetesan cairan infus yang melewati celah antara LED dan photodioda, cahaya LED yang dipancarkan terhalangi oleh tetesan infus sehingga photodioda tidak menerima sinyal, pada kondisi ini output photodioda dilogikakan 1 atau HIGH, sehingga setiap terjadi tetesan maka sensor photodioda akan mendeteksi dan menghitung jumlah tetesan yang terjadi.

2.4 Load Cell +

Load Cell merupakan modul timbangan yang ada pada timbangan digital, digunakan sebagai sensor yang dapat mendeteksi adanya perubahan massa. n yang ditimbulkan ini nantinya akan dijadikan sebuah sinyal analog dan ruskan ke modul HX711.

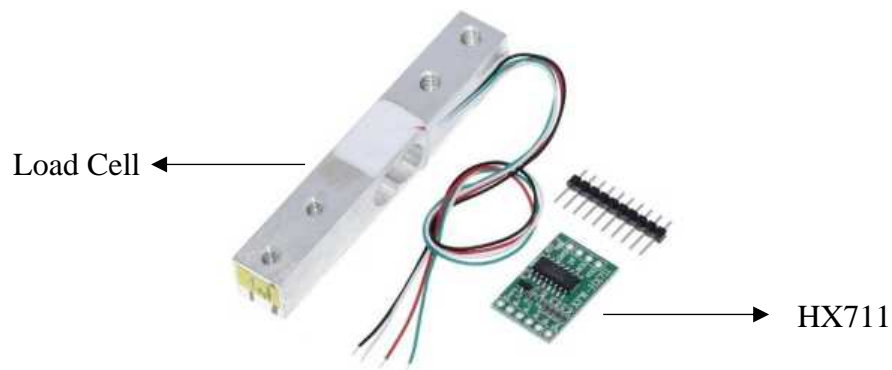


Tabel 1 Karakteristik sensor loadcell

YZC-131A Series Product Specifications	
Mekanik	
Bahan Dasar	Aluminum Alloy
Load Cell Type	Strain Gauge
Kapasitas	5 kg
Dimensi	55.25x12.7x12.7 mm
Lubang Pemasangan	M5 (Ukuran Baut)
Panjang Kabel	210 mm
Ukuran Kabel	30 AWG (0.2mm)
No. Urutan Kabel	4
Elektrik	
Rata – Rata Output	1.0±0.15 mV/V
Non-Linearitas	0.05% FS
Hysteresis	0.03% FS
Non-Pengulangan	0.03% FS
Creep (per 5 menit)	0.1% FS
Efek Temperatur Pada Nol (per 10°C)	0.02% FS
Efek Temperatur pada span(per 10°C)	0.05% FS Zero
Keseimbangan Nol	±1.5% FS
Input Impedansi	1000±50 Ohm
Output Impedansi	1000±50 Ohm
Hambatan Isolasi (dibawah 50VDC)	≥2000 MOhm
Kebutuhan Voltage	5 VDC
Tolarensi Jarak Temperatur	-10 to ~+40°C
Pengoperasian Jarak Temperatur	-21 to ~+40°C
Safe Overload	120% Kapasitas
Excess Overload	150% Kapasitas

<https://www.electronicoscaldas.com/datasheet/YZC-131A.pdf>

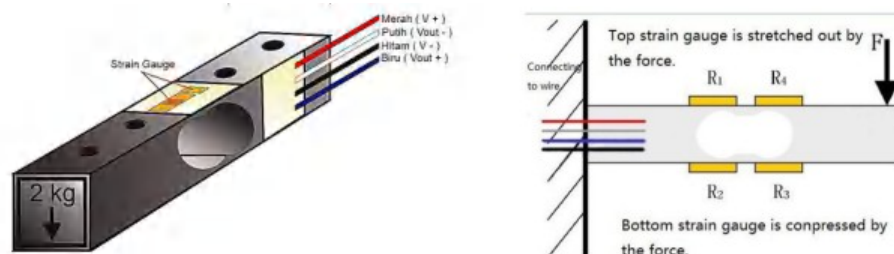




Gambar 5 HX711 + loadcell
 Sumber: <https://ae01.alicdn.com/>

Pada *strain guage (load cell)* atau biasa disebut dengan deformasi strain gauge. The strain gauge mengukur perubahan yang berpengaruh pada strain sebagai sinyal listrik, karena perubahan efektif terjadi pada beban hambatan kawat listrik. Alasan penggunaan komponen ini dikarenakan oleh beban yang akan digunakan tidak lebih dari 5 Kg dan juga dengan dimensi yang tidak terlalu besar, sangat mendukung untuk menempatkan sensor pada posisi yang strategis untuk mendukung mekanik dalam bergerak. Adapun pembagian port pada sensor loadcell pada alat ini adalah sebagai berikut :

1. Kabel Merah dihubungkan dengan port E+ modul HX711.
2. Kabel Hitam dihubungkan dengan port E- modul HX711.
3. Kabel Hijau dihubungkan dengan port A- modul HX711.
4. Kabel Putih dihubungkan dengan port A+ modul HX711



Gambar 6 Konstruksi sensor loadcell
 Sumber: <https://www.samrasyid.com/2020/12/pengertian-sensor-beban-load-cell.html>



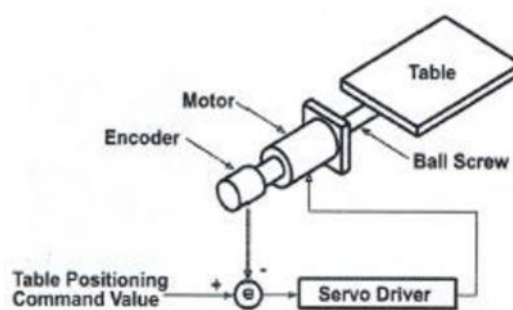
Prinsip kerja sensor regangan ketika mendapat tekanan beban. Ketika strain yang lebih elastic mendapat tekanan, maka pada sisi lain akan terjadi perubahan regangan yang sesuai dengan yang dihasilkan oleh

strain gauge, hal ini terjadi karena ada gaya yang seakan melawan pada sisi lainnya. Perubahan nilai resistansi yang diakibatkan oleh perubahan gaya diubah menjadi nilai tegangan oleh rangkaian pengukuran yang ada. Dan berat dari objek yang diukur dapat diketahui dengan mengukur besarnya nilai tegangan yang timbul (Indoware, 2014).

Berdasarkan penelitian oleh Achlison untuk menganalisis hasil ukur sensor loadcell, hasil pengujian menunjukkan tingkat keberhasilan pengukuran pada sensor Load Cell untuk mengukur berat buah sebesar $\pm 4\%$, atau akurasi loadcell yaitu $\pm 96\%$ (Achlison, 2020).

2.5 Motor Servo

Motor servo adalah sebuah motor dengan sistem closed feedback di mana posisi dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo. Motor ini terdiri dari sebuah motor, serangkaian gear, potensiometer dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas sudut dari putaran servo. Sedangkan sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor. Tampak pada gambar dengan pulsa 1.5 mS pada periode selebar 2 mS maka sudut dari sumbu motor akan berada pada posisi tengah. Semakin lebar pulsa OFF maka akan semakin besar gerakan sumbu ke arah jarum jam dan semakin kecil pulsa OFF maka akan semakin besar gerakan sumbu ke arah yang berlawanan dengan jarum jam.



Gambar 7 Mekanisme pengontrolan motor servo

Sumber: Nur Rifqah Muchlis, 2023 (2)



Motor Servo merupakan sebuah motor DC yang memiliki rangkaian kontrol internal dan internal gear untuk mengendalikan pergerakan dan sudutnya.



Gambar 8 Bagian-bagian motor servo
Sumber: Nur Rifqah Muchlis, 2023 (2)

Motor servo adalah motor yang berputar lambat, dimana biasanya ditunjukkan oleh rate putarannya yang lambat, namun demikian memiliki torsi yang kuat karena internal gearnya. Lebih dalam dapat digambarkan bahwa sebuah motor servo memiliki:

- 3 jalur kabel: power, ground, dan control
- Sinyal control mengendalikan posisi
- Operasional dari servo motor dikendalikan oleh sebuah pulsa selebar ± 20 ms, dimana lebar pulsa antara 0.5 ms dan 2 ms menyatakan akhir dari range sudut maksimum.
- Konstruksi didalamnya meliputi internal gear, potensiometer, dan feedback control.



Gambar 9 Motor servo SG90

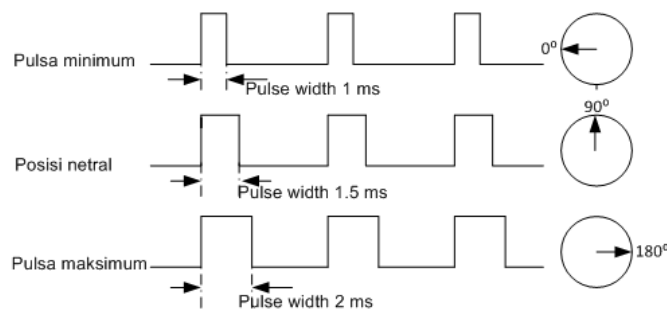
Sumber: <https://www.andalanelektro.id/2021/01/mengenal-motor-servo.html>

2.5.1. Prinsip Kerja Motor Servo



Motor servo bekerja dengan mengandalkan sinyal modulasi yang dikontrol oleh sistem kontrol. Sistem kontrol adalah bagian yang memberikan perintah posisi yang diinginkan kepada motor servo. Sistem ini terdiri dari kontroler, seperti

mikrokontroler atau komputer, yang menerima sinyal dari sensor posisi dan mengirimkan sinyal ke motor servo untuk mencapai posisi yang diinginkan. Lebar sinyal yang diterima oleh motor servo akan menentukan posisi sudut putaran pada poros motor. Motor servo dikendalikan dengan memberikan sinyal modulasi lebar pulsa (Pulse Wide Modulation / PWM) melalui kabel arah. Lebar pulsa sinyal arah yang diberikan akan menentukan posisi sudut putaran dari poros motor servo. Sebagai contoh, lebar pulsa dengan waktu 1,5 ms (mili detik) akan memutar poros motor servo ke posisi sudut 90°. Bila pulsa lebih pendek dari 1,5 ms maka akan berputar ke arah posisi 0° atau ke kiri (berlawanan dengan arah jarum jam), sedangkan bila pulsa yang diberikan lebih lama dari 1,5 ms maka poros motor servo akan berputar ke arah posisi 180° atau ke kanan (searah jarum jam). Pulse Wide Modulation servo ditunjukkan dalam Gambar 2.10 (Adiprasetyo N, 2017).



Gambar 10 *Pulse wide modulation servo*

Sumber: <https://www.servocity.com/servo-faqs/>

Ketika lebar pulsa kendali telah diberikan, maka poros motor servo akan bergerak atau berputar ke posisi yang telah diperintahkan, dan berhenti pada posisi tersebut dan akan tetap bertahan pada posisi tersebut. Jika ada kekuatan eksternal yang mencoba memutar atau mengubah posisi tersebut, maka motor servo akan mencoba menahan atau melawan dengan besarnya kekuatan torsi yang dimilikinya (rating torsi servo). Namun motor servo tidak akan mempertahankan posisinya untuk selamanya, sinyal lebar pulsa kendali harus diulang setiap 20 ms (mili detik) untuk menginstruksikan agar posisi poros motor servo tetap bertahan sisinya (Adiprasetyo, 2017).



insip utama dari pengendalian motor servo adalah pemberian nilai PWM kontrolnya. Frekuensi PWM yang digunakan pada pengontrol motor servo

selalu 50 Hz sehingga pulsa dihasilkan setiap 20 ms. Pemberian lebar pulsa 1,5 ms akan membuat motor servo berputar ke posisi netral (90 derajat), lebar pulsa 1,75 ms akan membuat motor servo berputar mendekati posisi 135 derajat, dan dengan lebar pulsa 1,25 ms motor servo akan bergerak ke posisi 45 derajat dimana lebar pulsa akan menentukan posisi servo yang dikehendaki (Ragil, 2015). Setiap derajat perubahan posisi servo kira-kira membutuhkan perubahan durasi pulsa sebesar :

$$\text{Lebar pulsa perderajat} = \frac{2 \text{ ms} - 1 \text{ ms}}{180} = \frac{1 \text{ ms}}{180} \approx 0.00556 \text{ ms}$$

Dengan demikian, untuk posisi 1°, durasi pulsa PWM kira-kira sebesar :

$$1 \text{ ms} + 1 \times 0.00556 \text{ ms} \approx 1.00556 \text{ ms}$$

Sementara, untuk menghitung lebar pulsa untuk posisi tertentu, dapat digunakan rumus :

$$\text{Lebar Pulsa (ms)} = 1 \text{ ms} + \left(\frac{\text{posisi}}{180} \right) \times 1 \text{ ms}$$

Untuk menentukan berapa bit yang diperlukan untuk mengendalikan motor servo dengan presisi 1 derajat, kita perlu menghitung jumlah nilai pulsa yang berbeda (level) yang diperlukan untuk mencakup seluruh rentang sudut.

1. Rentang sudut motor servo : 0 derajat hingga 180 derajat
2. Rentang Pulsa : 1 ms hingga 2 ms
3. Jumlah Level Pulsa : Dengan perubahan durasi pulsa sebesar 0,00556 ms per derajat, jumlah total level pulsa yang diperlukan untuk mencakup seluruh rentang sudut (0 hingga 180 derajat) dapat dihitung sebagai berikut :

$$\text{Jumlah Level} = \left(\frac{1 \text{ ms}}{0,00556 \text{ ms/derajat}} \right)$$

$$\text{Jumlah Level} \approx 180 \text{ level}$$



Untuk menentukan jumlah bit yang diperlukan, kita dapat menggunakan logaritma basis 2 dari jumlah level. Jumlah bit n dapat dihitung sebagai:

$$n = \lceil \log_2 (\text{Jumlah level}) \rceil$$

$$n = \lceil \log_2 (180) \rceil$$

$$n \approx \lceil 7,49 \rceil$$

$$n \approx 8 \text{ bit}$$

Untuk mengendalikan motor servo dengan presisi 1 derajat kira-kira diperlukan 8 bit, karena 8 bit dapat mencakup 256 level pulsa untuk mengatur perubahan posisi dengan presisi 1 derajat dalam rentang 0 hingga 180 derajat.

2.5.2. Karakteristik Motor Servo

Motor Servo pada alat ini adalah motor servo jenis MG996R (*high torque metal gear dual ball bearing servo*). Motor servo MG996 ini adalah versi lebih baru dari servo motor seri MG946 dan MG995, servo motor berkinerja tinggi dengan gear logam (*metal gear*), *ball bearing* ganda, 180° rotasi, kabel koneksi sepanjang 30 cm, dan dilengkapi dengan aksesoris untuk digunakan sesuai kebutuhan. (Muhamad Arie Kurniawan, 2016)

Servo motor ini cocok untuk aplikasi yang membutuhkan motor dengan torsi yang memadai hingga 13 kg/cm (batas *stall torque* pada 7,2 Volt). Dibanding pendahulunya (MG995), servo ini bekerja dengan lebih akurat, lebih cepat dan responsif, dan berdaya lebih kuat. (Muhamad Arie Kurniawan, 2016)

Motor servo jenis ini akan bekerja secara baik jika pada bagian pin kontrolnya diberikan sinyal PWM dengan frekuensi 50Hz dengan periode sebesar 20 ms. Pemberian besar pulsa dari mikrokontroler menentukan besar sudut yang harus dilakukan oleh motor servo. Pengaturan sudut motor servo diperlukan untuk mengetahui gerakan dari motor servo dan pulsa yang harus diberikan ke motor servo dalam pergerakan ke kiri atau ke kanan. Dari pulsa yang diberikan, kita dapat melihat gerakan motor servo. Di mana pada saat sinyal dengan frekuensi 50Hz

tercapai pada kondisi Ton duty cycle 1.5 ms, maka rotor dari motor akan tepat di gerakan-tengah (sudut 90° / netral). Untuk lebih jelasnya



karakteristik motor servo dapat dijelaskan oleh tabel 2.1 dibawah ini (Adiprasetyo N, 2017).

Tabel 2 Karakteristik motor servo tipe tower pro micro servo MG996R

Motor Servo	<i>Micro Servo Mg996r</i>
Dimensi	40.7×19.7×42.9 mm
Berat (Hanya Motor)	55 gram
Kecepatan	0.17 s/ 60 <i>Degree</i>
<i>Pulse Width</i>	500-2400 μ s
<i>PWM Period</i>	200 ms (50Hz)
Tegangan Kerja	4.8 V – 7.2 V
<i>Temperature Range</i>	0 sampai 55°C
<i>Stall Torque</i>	9.4 kgcm
<i>Limit Angle</i>	180°
<i>Neutral Position</i>	1500 μ s
<i>Running Current</i>	500mA – 900mA
<i>Stall Current</i>	2.5 A
Dead Band Width	5 μ s
Kabel Koneksi	30 cm
Gear	Metal Gear

2.6 Buzzer

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja *buzzer* sama dengan *loud speaker*, jadi *buzzer* juga terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi indikator suara, kumparan tadi akan tertarik ke dalam atau keluar, tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya, karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara. *Buzzer* biasa digunakan sebagai indicator suara bahwa proses telah selesai atau terjadi suatu kesalahan pada at (alarm) (Mardiati dkk, 2016).





Gambar 11 *Buzzer*

Sumber: <https://www.aldyrazor.com/2020/05/buzzer-arduino.html>

2.7 Arduino Uno

Arduino Uno merupakan papan mikrokontroler yang menggunakan chip Atmega328 dan dilengkapi 14 pin input/output digital dimana 6 pin bisa digunakan sebagai output PWM, 6 pin input analog, osilator 16 MHz, port USB, power jack, header ICSP, dan juga tombol reset. Dari saat perilisan hingga sekarang ini, Arduino sudah sampai ke revisi 3 (R3)



Gambar 12 Arduino uno

Sumber : <https://elektronikagratis.blogspot.com/2019/02/tentang-arduino-uno.html>

Berikut ini penjelasan mengenai arduino uno:

- a. Arduino Uno versi pertama tak menggunakan *chip driver* USB to serial FTDI. Sebagai gantinya, Arduino menampilkan Atmega16U2 (Atmega8U2 hingga versi R2) yang telah diprogram sebagai konverter USB to *serial*.
 - b. Arduino revisi dua (R2) memiliki resonator yang menarik garis 8U2 HWB *und* sehingga jadi lebih mudah untuk menempatkannya ke mode DFU.
- no revisi 3 (R3), memiliki beberapa kelebihan yaitu penambahan pin SCL, dan IOREF, rangkaian reset yang lebih kuat, serta penggantian ga 16U2 menjadi 8U2



Tabel 3 Spesifikasi arduino uno

Mikrokontroler	Atmega328
Tegangan Operasi	5 volt
Tegangan Rekomendasi	7 – 12 volt
Batasan Tegangan	6 – 20 volt
Pin Input/Output Digital	14
Pin Input Analog	6
Arus Pada Pin Digital	40 mA
Arus Pada Pin 3,3	50 mA
Flash Memori	32 KB (0,5 KB untuk <i>bootloader</i>)
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
<i>Clock Speed</i>	16 MHz

2.8 Baterai Li-Ion

Baterai litium ion (Li-Ion) merupakan baterai yang memiliki struktur elektroda positif (katoda) dari bahan litium ion, elektroda negatif (anoda) dari karbon seperti *graphite*, dan elektrolit dari bahan garam litium seperti *lithium hexafluorophospate* (LiPF₆), *lithium hexafluoroarsenate monohydrate* (LiAsF₆), *lithium perchlorate* (LiClO₄), *lithium tetrafluoroborate* (LiBF₄), dan *lithium triflate* (LiCF₃SO₃). Elektroda positif sendiri memiliki beberapa jenis litium ion seperti *lithium ion cobalt oxide* (LiCoO₂) *lithium iron phosphate* (LiFePO₄), *lithium manganese oxide* (LiMn₂O₄) (Bruno Scrosati et all, 2002).

Tabel 4 Spesifikasi baterai lithium-ion yang digunakan

Model	HQ-50SD
Jenis	Sekunder
apacity	4900 mah
Capacity	5000 mah
Charge Voltage	4.4 V



Nominal Voltage	3.85 V
Charging Time	Standart: 3 hours; Rapid: 2.5 hours
Max. Charge Current	2600 mA
Max Discharge Current	5200 mA
Operating Temperature	Charge : 0 to 45°C Discharge : -20 to 60°C

2.9 Modul LCD (Liquid Crystal Display) 16x2

LCD (Liquid Crystal Display) adalah perangkat yang berfungsi sebagai media penampil dengan memanfaatkan kristal cair sebagai objek penampil utama. LCD (Liquid Crystal Display) bisa menampilkan suatu gambar/karakter dikarenakan terdapat banyak sekali titik cahaya (piksel) yang terdiri dari satu buah kristal cair sebagai titik cahaya. Walau disebut sebagai titik cahaya, namun Kristal cair ini tidak memancarkan cahaya sendiri. Sumber cahaya di dalam sebuah perangkat LCD adalah lampu neon berwarna putih di bagian belakang susunan kristal cair tadi. Titik cahaya yang jumlahnya puluhan ribu bahkan jutaan inilah yang membentuk tampilan citra. Kutub kristal cair yang dilewati arus listrik akan berubah karena pengaruh polarisasi medan magnetik yang timbul dan oleh karenanya akan hanya membiarkan beberapa warna diteruskan sedangkan warna lainnya tersaring (Fina, 2014). LCD 16x2 dapat menampilkan sebanyak 32 karakter yang terdiri dari 2 baris dan tiap baris dapat menampilkan 16 karakter.

Pada LCD 16x2 pada umumnya menggunakan 16 pin sebagai kontrolnya, tentunya akan sangat boros apabila menggunakan 16 pin tersebut. Karena itu, digunakan driver khusus sehingga LCD dapat dikontrol dengan modul I2C atau Inter-Integrated Circuit. Dengan modul I2C, maka LCD 16x2 hanya memerlukan dua pin untuk mengirimkan data dan dua pin untuk pemasok tegangan. Sehingga

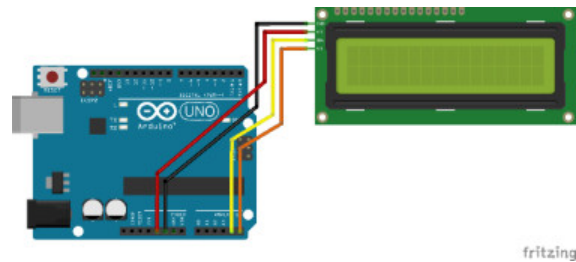
merlukan empat pin yang perlu dihubungkan ke NodeMCU yaitu :



GND : Terhubung ke ground

VCC : Terhubung dengan 5V

- SDA : Sebagai I2C data dan terhubung ke pin D2
- SCL : Sebagai I2C data dan terhubung ke pin D1



Gambar 13 Modul LCD 16 x 2

2.10 Aplikasi Elektromedis

Aplikasi elektromedis merupakan aplikasi yang terintegrasi dengan sistem dan peralatan yang digunakan untuk tujuan medis. Aplikasi yang dirancang menggunakan pendekatan RAD (*Rapid Application Development*) dengan kodular. Skema sistem monitoring infus yang akan digunakan :

Penjelasan mengenai diagram alur sistem infus adalah sebagai berikut:

1. Sistem dimulai.
2. Melakukan registrasi pasien (*user*) untuk pasien yang belum terdaftar, lakukan *login user* untuk pasien yang telah terdaftar.
3. Melakukan monitoring infus pada user yang telah dimasukkan di database website.
4. Menampilkan data berat dan jumlah tetesan infus.
5. Sistem menginput data ketika sensor telah mendeteksi massa pada botol infus dan jumlah tetesan yang terjadi permenitnya.
6. Proses pengolahan data dikirim melalui sensor ke ESP8266. Setelah data diolah kemudian akan dikirim ke website untuk ditampilkan.
7. Dengan 2 kondisi, apabila kecepatan laju tetesan infus telah sesuai dengan ketentuan maka pengaturan selesai. Namun, apabila laju infus terlalu cepat atau terlalu lambat, maka perlu diatur kecepatannya pada system.



8. Jika sensor membaca berat minimum yang telah ditentukan maka diberikan signal notifikasi diwebsite dan berupa suara pada *buzzer* terkait kondisi infus habis atau tidak.

9. Setelah infus habis, maka dilakukan pergantian botol infus baru, maka system otomatis mereset data dan akan kembali ke proses pembacaan berat infus.
10. Sistem selesai.

Fitur yang dimiliki oleh aplikasi tersebut yaitu fitur kontrol laju infus jarak jauh, notifikasi peringatan, data volume cairan infus dan laju infus *realtime*.

