

LAPORAN TUGAS AKHIR

Monus : Monitoring Infus Pasien Dari Ruang Perawat



Penyusun:

Tarisya Ismianti (20524032)

Wafiq Muthoharoh Islami (20524069)

Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta

2024

HALAMAN PENGESAHAN

Monus : Monitoring Infus Pasien Dari Ruang Perawat

Penyusun:

Tarisyah Ismianti (20524032)

Wafiq Muthoharoh Islami (20524069)

Yogyakarta, 09 Juli 2024

Dosen Pembimbing 1



Tito Yuwono, ST., M.Sc., Ph.D

005240102

Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta

2024

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Monus : Monitoring Infus Pasien Dari Ruang Perawat



Tugas akhir ini telah disahkan sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

Tanggal: 02-08-2024

Ketua Program Studi Teknik Elektro



Dwi Ana Ratna Wati, S.T., M.Eng.

035240102

PERNYATAAN

PERNYATAAN

Dengan ini kami menyatakan bahwa:

1. Tugas Akhir ini tidak mengandung karya yang diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi lainnya, dan sepanjang pengetahuan kami juga tidak mengandung karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.
2. Informasi dan materi Tugas Akhir yang terkait hak milik, hak intelektual, dan paten merupakan milik bersama antara tiga pihak, yaitu penulis, dosen pembimbing, dan Universitas Islam Indonesia. Dalam hal ini, penggunaan informasi dan materi Tugas Akhir terkait paten maka akan didiskusikan lebih lanjut untuk mendapatkan persetujuan dari ketiga pihak tersebut di atas.

Yogyakarta, 02-08-2024



Tarisya Ismianti (20524032)



Wafiq Muthoharoh Islami (20524069)

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	ii
PERNYATAAN.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL	xi
RINGKASAN	xiii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang dan Identifikasi Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan.....	7
1.4 Batasan Masalah.....	7
1.5 Batasan Realistis Aspek Keteknikan.....	7
BAB 2. IDENTIFIKASI KEBUTUHAN SISTEM	9
2.1 Studi Literatur dan Observasi.....	9
2.2 Dasar Teori.....	15
2.2.1 Infus	15
2.2.2 <i>Infusion Pump</i>	16
2.2.3 Parameter Yang Digunakan.....	16
2.2.4 <i>Internet Of Things</i>	17
2.2.5 <i>Sensor Load Cell</i>	17
2.2.6 <i>Sensor Infrared</i>	18
2.2.7 Mikrokontroler.....	18
2.2.8 WiFi	19

2.2.9 Buzzer	19
2.2.10 Baterai Lithium.....	19
2.3 Analisis <i>Stakeholder</i>	20
2.4 Analisis Aspek Yang Mempengaruhi Sistem.....	21
2.4.1 Bidang Ekonomi.....	21
2.4.2 Bidang Industri Kesehatan.....	22
2.4.3 Bidang Sosial.....	22
2.5 Spesifikasi Sistem	22
BAB 3. USULAN SOLUSI.....	24
3.1 Usulan Solusi 1.....	26
3.1.1 Desain Sistem 1.....	26
3.1.2. Rencana Anggaran Desain Sistem 1	30
3.1.3 Analisis Risiko Desain 1	32
3.1.3.1 Aspek <i>Engineering</i>	32
3.1.3.2 Aspek Ekonomi.....	32
3.1.3.3 Aspek Sosial.....	32
3.1.4 Pengukuran Performa.....	33
3.2 Usulan Solusi 2.....	33
3.2.1 Desain Sistem 2.....	33
3.2.2 Rencana Anggaran Desain 2.....	39
3.2.3 Analisis Risiko Desain.....	41
3.1.3.1 Aspek <i>Engineering</i>	41
3.1.3.2 Aspek Ekonomi.....	41
3.1.3.3 Aspek Sosial.....	41
3.2.4 Pengukuran Performa.....	42

3.3	Analisis dan Penentuan Usulan Solusi/Desain Terbaik	42
3.4	<i>Gantt Chart</i>	43
3.5	Realisasi Pelaksanaan Tugas Akhir 1.....	44
BAB 4. HASIL RANCANGAN DAN METODE PENGUKURAN.....		49
4.1	Hasil Rancangan Sistem.....	49
4.1.1	Rangkaian Elektronik	49
4.1.2	Gambar Desain Tiga Dimensi (3D).....	52
4.1.3	Software atau <i>Interface</i>	54
4.1.1	Foto Hasil Akhir Perancangan.....	56
4.2	Metode Pengukuran Kinerja Hasil Perancangan.....	58
BAB 5. HASIL PENGUKURAN DAN ANALISIS.....		60
5.1	Analisis Hasil	60
5.1.1	Hasil dan Analisis Pengujian Indikator	60
5.1.1.1	Uji Parameter	60
5.1.1.2	Uji jarak	75
5.1.1.3	Uji Daya Tahan Baterai	76
5.1.1.4	Uji Web server dan Aplikasi.....	77
5.1.1.5	Perbandingan Performa Antara Sistem Yang Dibuat Dengan Sistem Lain.....	81
5.1.2	Pemenuhan Spesifikasi Sistem	81
5.1.3	Pengalaman Pengguna.....	83
5.1.4	Kesesuaian Perencanaan dalam Manajemen Tim dan Realisasinya	85
5.2	Dampak Implementasi Sistem.....	93
5.2.1	Bidang Teknologi	93
5.2.2	Bidang Sosial	94
5.2.3	Bidang Ekonomi.....	94

5.2.4 Bidang Lingkungan	94
BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN.....	95
6.1 Kesimpulan.....	95
6.2 Saran.....	96
DAFTAR PUSTAKA.....	98
LAMPIRAN – LAMPIRAN.....	100

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 <i>Infusion pump</i> [4].....	1
Gambar 2. 1 Infus [11].....	16
Gambar 2. 2 Mikrokontroler ESP32 [14]	18
Gambar 2. 3 <i>Buzzer</i> [16].....	19
Gambar 2. 4 Baterai lithium [18].....	20
Gambar 3. 1 Metode perancangan sistem rekayasa	24
Gambar 3. 2 Diagram blok usulan desain sistem 1.....	26
Gambar 3. 3 Ilustrasi usulan rancangan sistem secara umum. (a) proses cara kerja sistem, (b) dan (c) desain model sistem dan gambaran aplikasi sistem monitoring infus pasien dari ruang perawat	27
Gambar 3. 4 <i>Schematic</i> usulan solusi desain satu.....	28
Gambar 3. 5 Usulan tampilan <i>dashboard</i> rancangan web server Monus	30
Gambar 3. 6 Diagram blok usulan desain sistem 2 pada ruang perawat dan pasien	34
Gambar 3. 7 Ilustrasi usulan rancangan sistem desain dua secara umum. (a) proses cara kerja sistem, (b) desain model sistem, (c) desain model untuk notifikasi sistem monitoring infus pasien dari ruang perawat.....	35
Gambar 3. 8 <i>Schematic</i> usulan solusi desain dua	36
Gambar 3. 9 Usulan tampilan dashboard rancangan web server Monus	39
Gambar 3. 10 Usulan tampilan rancangan aplikasi telegram Monus	39
Gambar 4. 1 Rangkaian elektronik alat ruang pasien	50
Gambar 4. 2 (a) Rangkaian elektronik alat ruang perawat, (b) bentuk realisasi alat ruang perawat	51
Gambar 4. 3 (a) Desain 3D alat pasien tampak depan (b) tampak belakang (c) alat pasien tampak depan dengan tiang infus (d) alat pasien tampak belakang dengan tiang infus	53
Gambar 4. 4 (a) Desain 3D alat perawat tampak depan (b) tampak depan (c) tampak kiri (d) tampak kanan	54
Gambar 4. 5 (a) Desain web server Ubidots, (b) Desain Ubidots pada <i>smartphone</i>	55
Gambar 4. 6 (a) Tampilan realisasi alat dipasang di infus, (b) dan (c) hasil realisasi perancangan alat ruang pasien	57
Gambar 4. 7 Hasil realisasi perancangan alat ruang perawat	57

Gambar 5. 1 Grafik hasil uji data ke-1 dengan kecepatan 0	62
Gambar 5. 2 Grafik hasil uji data ke-2 dengan kecepatan 1	63
Gambar 5. 3 Grafik hasil uji data ke-3 dengan kecepatan 2	64
Gambar 5. 4 Grafik hasil uji data ke-4 dengan kecepatan 3	65
Gambar 5. 5 Grafik hasil uji data ke-5 dengan kecepatan 4	66
Gambar 5. 6 Grafik hasil uji data ke-6 dengan kecepatan 5	67
Gambar 5. 7 Grafik hasil uji data ke-7 dengan kecepatan 6	68
Gambar 5. 8 Grafik hasil uji data ke-8 dengan kecepatan 7	69
Gambar 5. 9 Grafik hasil uji data ke-9 dengan kecepatan 8	70
Gambar 5. 10 Grafik hasil uji data ke-10 dengan kecepatan 9	71
Gambar 5. 11 Tampilan grafik kecepatan aliran infus pada Ubidots	78
Gambar 5. 12 Tampilan grafik Volume cairan infus pada Ubidots	78
Gambar 5. 13 Tampilan grafik tetesan infus pada Ubidots	78
Gambar 5. 14 Tampilan grafik ketiga Parameter pada <i>smartphone</i>	79
Gambar 5. 15 Tampilan hasil realisasi aplikasi telegram Monus	80
Lampiran Gambar 1. 1 (a) Diskusi bersama dosen pembimbing, (b) dan (c) diskusi tim	100
Lampiran Gambar 1. 2 Diskusi bersama dr. Ana Fauziyati, M.Sc., Sp.PD selaku dosen Fakultas Kedokteran UII	101
Lampiran Gambar 1. 3 Diskusi bersama mitra pihak RS UII.....	101
Lampiran Gambar 1. 4 Diskusi bersama mitra perawat RS UII.....	102
Lampiran Gambar 1. 5 Diskusi bersama mitra elektromedik RS UII.....	102
Lampiran Gambar 1. 6 (a) dan (b) Alat sejenis sistem monitoring infus yang sudah ada.....	103
Lampiran Gambar 1. 7 Bukti Diizinkan Penelitian Di RS UII.....	104
Lampiran Gambar 1. 8 Seminar Proposal TA1	104
Lampiran Gambar 1. 9 Proses pembuatan alat	105
Lampiran Gambar 1. 10 Pengetesan Alat Sebelum Digunakan.....	105
Lampiran Gambar 1. 11 Pengujian data alat Monus di ruang pasien	106
Lampiran Gambar 1. 12 <i>Coding</i> Monus : sistem monitoring infus dari ruang perawat	108
Lampiran Gambar 1. 13 Lembar Saran Untuk Revisi Laporan Capstone T1 Dari Penguji Internal	109

Lampiran Gambar 1. 14 Lembar Saran Untuk Revisi Laporan Capstone T1 Dari Penguji Internal
..... 110

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Perbandingan <i>infusion pump</i> dengan Sistem Monitoring Infus Pasien Dari Ruang Perawat.....	2
Tabel 1. 2 Hasil survei dengan <i>stakeholder</i>	3
Tabel 2. 1 Hasil studi literatur solusi sejenis	9
Tabel 2. 2 Penjelasan parameter yang akan di monitoring.....	16
Tabel 2. 3 Analisis stakeholder	20
Tabel 3. 1 Inventarisasi kebutuhan usulan satu sistem perangkat keras sistem monitoring infus pasien dari ruang perawat	28
Tabel 3. 2 Rencana anggaran pengembangan usulan satu sistem monitoring infus pasien dari ruang perawat.....	31
Tabel 3. 3 Inventarisasi kebutuhan usulan dua sistem perangkat keras sistem monitoring infus pasien dari ruang perawat	36
Tabel 3. 4 Rencana anggaran pengembangan usulan dua sistem monitoring infus pasien dari ruang perawat.....	40
Tabel 3. 5 <i>Decision matrix analysis unweighted assessment</i>	42
Tabel 3. 6 <i>Decision matrix analysis weighted assessment</i>	43
Tabel 3. 7 <i>Gantt chart</i> pelaksanaan <i>capstone project</i> sistem monitoring infus pasien dari ruang perawat.....	43
Tabel 3. 8 Realisasi aktivitas pelaksanaan tugas akhir 1	44
Tabel 4. 1 Komponen rangkaian elektronik.....	49
Tabel 4. 2 <i>Range</i> kecepatan aliran infus	58
Tabel 5. 1 Hasil uji data ke-1	62
Tabel 5. 2 Hasil uji data ke-2	62
Tabel 5. 3 Hasil ujiAC data ke-3	63
Tabel 5. 4 Hasil uji data ke-4	64
Tabel 5. 5 Hasil uji data ke-5	65
Tabel 5. 6 Hasil uji data ke-6.....	66
Tabel 5. 7 Hasil uji data ke-7	67
Tabel 5. 8 Hasil uji data ke-8.....	68
Tabel 5. 9 Hasil uji data ke-9	69

Tabel 5. 10 Hasil uji data ke-10	70
Tabel 5. 13 Persentase error uji parameter.....	72
Tabel 5. 11 Hasil uji data kondisi alarm (<i>buzzer</i>) saat infus habis	74
Tabel 5. 12 Hasil uji data kondisi tetesan <i>stuck</i>	74
Tabel 5. 14 Hasil data uji jarak	75
Tabel 5. 15 Hasil uji aplikasi telegram	79
Tabel 5. 16 Perbandingan performa antara sistem yang dibuat dengan sistem lain	81
Tabel 5. 17 Pemenuhan spesifikasi sistem.....	82
Tabel 5. 18 Pengalaman pengguna	83
Tabel 5. 19 Kesesuaian Perencanaan dalam Manajemen Tim dan Realisasinya.....	85
Tabel 5. 20 Kesesuaian Usulan Rencana Anggaran Biaya dengan Realisasinya	85
Tabel 5. 21 Realisasi aktivitas pelaksanaan tugas akhir 2	88

RINGKASAN

Perkembangan teknologi saat ini semakin meningkat pesat terutama teknologi di bidang industri, pendidikan bahkan kesehatan. Sistem teknologi informasi yang cepat dan akurat semakin dibutuhkan saat ini, salah satunya di bidang kesehatan. Melihat banyaknya kasus infus macet dan terlambatnya penggantian infus yang menyebabkan adanya udara yang masuk ke darah dari kotak infus yang kosong dan memicu emboli yang dapat beresiko mengancam nyawa. Selain itu, infus macet atau tidak adanya tetesan infus saat sedang memasukkan obat dapat mengakibatkan efektifitas obat menurun.

Berdasarkan kondisi tersebut didapatkan suatu solusi dengan membuat suatu sistem monitoring infus pasien dari ruang perawat. Dengan adanya sistem ini perawat atau tenaga medis dapat memanfaatkannya untuk melakukan pemantauan atau monitoring kondisi infus pasien tanpa mendatangi ruang pasien secara langsung. Sehingga sistem ini dapat membantu dalam meringankan pekerjaan perawat dan tenaga medis, sehingga perawat akan menuju ke ruang pasien saat *buzzer* berbunyi yang menandakan infus habis atau infus dalam keadaan tidak normal.

Sistem monitoring infus pasien ini tersusun dari 2 sistem yang dihubungkan dengan komunikasi WiFi secara *peer to peer*, sehingga bisa digunakan di ruang pasien dengan satu sistem dan satu sistem lainnya di ruang perawat sebagai notifikasi. Hasil pengujian sistem monitoring infus pasien ini menunjukkan bahwa sistem sudah cukup akurat dan baik yang dibuktikan dengan nilai keakuratan sebesar 90% dan error sebesar 10.44% diambil dari perhitungan data hasil pengujian sistem. Beberapa bentuk pengujian sistem ini adalah pengukuran ketiga parameter yaitu kecepatan, volume, dan kondisi infus, serta jarak jangkauan dari sistem dengan *buzzer*. Sistem ini dapat digunakan selama 5-6 jam sesuai dengan masa tahan baterai. Baterai yang digunakan berupa baterai lithium-ion 5000 mAh dengan daya 10 Watt dan tegangan 12 volt untuk masing-masing sistem yaitu sistem di ruang pasien dan perawat.

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang dan Identifikasi Masalah

Infus merupakan piranti yang sudah biasa digunakan pada rumah sakit untuk rawat inap. Infus ini berfungsi untuk mengintroduksi cairan obat ke dalam tubuh, pengawasan yang cermat dan akurat sangat penting saat menggunakan infus untuk mencegah potensi terjadinya masalah seperti penyumbatan infus yang menyebabkan gejala dan komplikasi yang tidak diinginkan [1]. Kekentalan cairan infus memiliki beberapa variasi, dimana sesuai dengan kapasitas dari tubuh pasiennya. Pada umumnya, pasien yang dalam kondisi kritis akan menerima infus dengan kandungan obat yang lebih tinggi, sedangkan pasien yang tidak dalam kondisi kritis hanya akan mendapatkan infus penunjang metabolisme [2]. Saat ini banyak permasalahan dari rumah sakit yang kurang memantau kondisi cairan infus pasien, dikarenakan kelalaian penunggu pasien dan perawat ataupun petugas rumah sakit lainnya

Saat ini ada 2 jenis infus yaitu *infus pump* dan infus tanpa *pump* (manual). *Infusion Pump* merupakan suatu alat yang digunakan untuk mengatur jumlah tetesan atau kecepatan dari infus pasien dari ruang rawat inap. Saat ini infus pasien belum bisa dimonitoring dari ruang perawat seperti pada alat *infusion pump* dan tenaga medis harus melakukan pengecekan terhadap kondisi infus pasien secara berkala. Perkembangan yang terjadi pada sektor industri kesehatan di Indonesia dari data layanan kesehatan bahwa sekitar 85.7% terdapat keterlambatan dalam penggantian infus dikarenakan respon perawat yang kurang cepat, sekitar 80% dikarenakan perawat melayani pasien lainnya saat ada panggilan pasien atau pendamping pasien, sekitar 15% dikarenakan memanggil perawat di waktu bersamaan, dan juga 5% dikarenakan perawat sedang beristirahat [3]. Contoh penggunaan infus pasien pada sektor industri kesehatan di Indonesia yaitu *infusion pump*. Ditunjukkan pada gambar 1.1 dan perbandingan pada tabel 1.1 dari *infusion pump* dan sistem monitoring pasien dari ruang perawat sebagai berikut



Gambar 1. 1 *Infusion pump* [4]

Tabel 1. 1 Perbandingan *infusion pump* dengan Sistem Monitoring Infus Pasien Dari Ruang Perawat

<i>Infusion Pump</i>	Sistem Monitoring Infus Pasien dari Ruang Perawat
Parameter yang digunakan pada <i>Infusion Pump</i> antara lain Mengukur jumlah tetesan dari infus, mengatur kecepatan tetesan cairan infus, mengukur sisa cairan infus, mendeteksi kemacetan infus.	Parameter yang digunakan adalah kecepatan aliran infus, volume cairan infus dan ada atau tidaknya tetesan cairan infus.
Alat ini berfungsi untuk membantu tenaga medis dalam memasukkan cairan infus ke dalam tubuh pasien melalui pembuluh darah secara otomatis	Sistem ini berfungsi untuk memonitoring parameter yang akan diukur
Cara kerja alat ini dengan menggunakan panel kontrol untuk mengatur jumlah cairan yang diinfuskan dan kecepatan infus.	Cara kerja alat ini yaitu seluruh parameter dapat di monitoring dari ruang perawat dan apabila pada kondisi tidak adanya cairan infus atau jumlah sisa cairan infus kurang dari 10 cc akan ada notifikasi di ruang perawat.

Menurut *Public Health Research And Development*, sekitar 70% rumah sakit yang masih menggunakan cara manual dalam monitoring infus pasien. Pengecekan kondisi pasien sangatlah penting di setiap rumah sakit dalam memonitoring cairan infus pasien, biasanya perawat mengecek infus pasien secara manual dan berkala untuk memeriksa kondisi infus. Hal tersebut mengakibatkan banyak waktu yang dibutuhkan perawat atau tenaga medis untuk mengecek kondisi infus setiap pasien [2].

Menurut dr. Valda Garcia, ada beberapa aspek yang perlu diperhatikan saat memberikan infus ke pasien yaitu pemasangan perangkat infus, pengaturan jumlah tetesan, dan pemantauan volume infus [5]. Aspek tersebut sangatlah penting agar menghindari resiko yang akan timbul ke pasien seperti timbul emboli udara ataupun darah naik yang masuk ke dalam infus sehingga akan membentuk gumpalan darah [2]. Selain itu, juga dapat memicu resiko yang masuk ke dalam pembuluh vena ke saluran pembuluh arteri paru-paru, mengganggu sirkulasi gas di dalam saluran

paru-paru, mengganggu irama jantung, dan meningkatkan tekanan pembuluh darah paru-paru. Asupan cairan yang diperoleh tubuh juga bisa menimbulkan dehidrasi atau tidak optimalnya pengobatan yang diberikan, tergantung pada jenis cairan infus yang diberikan kepada pasien [5]. Jika terjadi dalam jangka waktu yang cukup lama, kondisi tersebut bisa menimbulkan reaksi infeksi yang sering disebut dengan flebitis atau peradangan pembuluh darah.

Menurut dr. Ana Fauziyati, M.Sc., Sp.PD selaku dosen Fakultas Kedokteran UII, saat ini sudah ada pengembangan alat infus yang dapat mempermudah tenaga medis yaitu *Infusion Pump*. akan tetapi alat tersebut juga masih terbatas dikarenakan alat hanya tersedia di ruang pasien untuk mengatur kecepatan, jumlah tetesan dan waktu infus akan habis. Sehingga beberapa kasus permasalahan terhadap keterlambatan penggantian masih dapat terjadi. Oleh karena itu diperlukan sistem yang ada di *nurse station* juga yang dapat digunakan sebagai *controlling* infus pasien dari beberapa ruangan.

Berdasarkan hasil survei terhadap beberapa orang pengguna (pasien) yang pernah menjalankan rawat inap di rumah sakit dan beberapa orang tenaga medis seperti dokter, perawat dan teknisi alat kesehatan didapatkan hasil seperti pada Tabel 1.2. Pada tabel tersebut ditunjukkan bahwa dari beberapa pasien yang telah menjalankan rawat inap memiliki keluhan terkait infus berupa keterlambatan penggantian infus, kondisi infus macet, dan adanya gangguan infus yang menyebabkan penyumbatan. Sedangkan dari dokter, perawat, dan teknisi alat kesehatan memiliki keluhan terhadap infus saat ini mencakup beberapa hal yang menjadi parameter dari sistem yang akan dirancang yaitu jumlah sisa cairan dan jumlah cairan yang sudah masuk ke pasien, notifikasi jika terjadinya penyumbatan dan saat kondisi infus habis. Sehingga diperlukan suatu sistem yang dapat mencakup parameter tersebut dan dapat memantau kondisi dari infus pasien di setiap ruangan dari jarak jauh (*nurse station*).

Tabel 1. 2 Hasil survei dengan *stakeholder*

Pertanyaan	Jawaban/Tanggapan
Tenaga Medis	
Apa permasalahan infus yang paling penting untuk pasien ?	Jumlah tetesan cairan infus, jumlah cairan infus yang sudah masuk ke pasien, alarm-alarm (seperti sumbatan selang infus, alarm infus

	habis, alarm ada udara di dalam selang infus, alarm malfungsi alat infusion pump, dan alarm lainnya)
Bagaimana tanggapan anda terkait kelalaian atau keterlambatan penunggu pasien saat infus cairan pasien habis atau berkendala?	Untuk saat ini di RS sudah ada alat Infusion Pump, dimana jika cairan infus akan habis alat akan memberikan alarm/pemberitahuan (10cc sebelum cairan habis) begitu juga saat cairan infus habis alat akan alarm dan selang infus akan tertutup otomatis sehingga tidak ada udara yg masuk ke pembuluh darah pasien
Bagaimana tanggapan anda cara memantau kondisi infus pasien ?	Cara memantau infus pasien masih secara manual dengan memanfaatkan suara alarm alat <i>infusion pump</i> sebagai pemberitahuan jika terjadi sesuatu pada infus pasien
Apakah ada usulan terkait permasalahan dari kelalaian penunggu pasien atau tenaga medis?	Adanya <i>central monitor</i> untuk alat <i>infusion pump</i> atau <i>syringe pump</i> dimana <i>central monitor</i> ini berada di <i>nurse station</i> . Semua alat infus pump ataupun <i>syringe pump</i> akan terpantau di <i>central monitor</i> tersebut.
Bagaimana tanggapan anda mengenai alat monitoring infus pasien di ruang perawat? Apakah membantu dalam pekerjaan ?	Sangat membantu dalam memonitoring pasien jarak jauh, sehingga perawat dengan mudah bisa memantau jumlah cairan yang masuk ke pasiennya, infus habis, infus macet, dan tetap terkontrol. Terlebih dimana sekarang di RS adanya ruangan isolasi covid-19 (saat memantau infus perawat tidak perlu masuk ruangan kecuali emergency)
Pasien	

<p>Keluhan atau tanggapan terkait tindakan tenaga medis mengenai infus pasien ? (contoh : keterlambatan mengganti infus)</p>	<p>Keterlambatan mengganti infus, infus sering tersumbat atau macet, dan terdapat gangguan penyumbatan pada infus</p>
<p>Menurut anda apa solusi yang tepat untuk permasalahan tersebut</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Dilakukan pemantauan jarak jauh agar infus bisa dilihat - Membutuhkan suatu teknologi yang dapat melakukan monitoring infus pada pasien agar tidak terjadi keterlambatan - Diperlukan suatu alat yang dapat memonitoring kondisi infus pasien sehingga memudahkan perawat atau petugas terkait untuk memonitoring dan mengambil keputusan sesuai dengan kondisi infus pasien.
<p>Dokter</p>	
<p>Bagaimana penjelasan mengenai jumlah tetesan cairan infus ke pasien ?</p>	<p>Mengatur jumlah tetesan cairan infus memiliki perhitungannya dan kriteria kecepatannya, dimana kecepatannya 150 cc/jam, 1 ml = 20 - 60 tetesan, namun 60 tetesan untuk anak.</p>
<p>Bagaimana cara kerja <i>infus pump</i> yang sudah digunakan sekarang?</p>	<p><i>Infus pump</i> sudah mengatur setiap tetesan cairan dan dari jepitan alat tersebut juga sudah bisa mengatur kecepatan tetesannya sekitar 150 cc/jam. Selain itu, <i>infus pump</i> juga bisa mendeteksi gelombang udara di selang infusnya dan mengatur VTBI (<i>Volume To Be Infus</i>) atau maksimal volumenya. jika , infusnya macet, atau ada kendala pada</p>

	infusnya maka <i>infus pump</i> berbunyi
Bagaimana tujuan infus untuk pasien ?	Setiap alat infus itu berbeda dan memiliki ketentuan seperti tekanan yang dibutuhkan dan dehidrasi pasiennya, jika ingin membuat alatnya disesuaikan dengan kebutuhan parameter dan perhitungan setiap cairan infusnya
Untuk rumus jumlah tetesan cairan infus nya ?	$\frac{Volume (jam)}{Jumlah Jam \times Faktor Tetesan}$ <p>Contoh :</p> $\frac{150}{1 Jam \times 3} = 50 tetesan per menit$

Melalui permasalahan tersebut, dibutuhkan teknologi yang dapat mengurangi keterlambatan dalam monitoring infus pasien yang dilakukan secara manual. Teknologi yang ada saat ini belum berbasis *Internet of Things*, tetapi masih menggunakan bentuk pemberitahuan berupa alarm di ruang pasien saja. Sehingga, dapat mengganggu kenyamanan pasien dan apabila perawat atau tenaga medis kurang memantau. Selain itu, teknologi saat ini untuk satu alat masih memonitoring satu parameter yaitu tetesan cairan infus atau ketika cairan infus habis.

Oleh karena itu, penulis membuat inovasi baru berupa sistem monitoring infus pasien dari ruang perawat berbasis *Internet Of Things* dengan pemberitahuan ke ruang perawat berupa notifikasi di perangkat elektronik, alarm, dan menggunakan serial komunikasi WiFi dalam memonitoring parameter yang akan diukur. Keterbaruan dari teknologi ini yaitu bentuk pemberituannya menggunakan alarm dan notifikasi berupa informasi dari parameter yang dimonitoring berupa kecepatan aliran infus, volume cairan infus dan ada atau tidaknya tetesan cairan infus. Tampilan dari hasil yang dimonitoring tersebut akan ditampilkan melalui web server Ubidots

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang memuat permasalahan diatas dalam keterbaruan inovasi monitoring infus pasien di ruang perawat sebagai berikut :

1. Bagaimana desain sistem monitoring infus pasien dari ruang perawat tanpa mengganggu kenyamanan pasien dari aspek teknis maupun biaya?
2. Bagaimana membangun sistem monitoring infus pasien dari ruang perawat tanpa mengganggu kenyamanan pasien?
3. Bagaimana menguji sistem monitoring infus pasien dari ruang perawat tanpa mengganggu kenyamanan pasien?

1.3 Tujuan

Tujuan dari pelaksanaan ini sesuai dengan rumusan masalah adalah sebagai berikut :

1. Mendesain sistem monitoring infus pasien dari ruang perawat tanpa mengganggu kenyamanan pasien dari aspek teknis maupun biaya
2. Membangun sistem monitoring infus pasien dari ruang perawat tanpa mengganggu kenyamanan pasien
3. Menguji sistem monitoring infus pasien dari ruang perawat tanpa mengganggu kenyamanan pasien

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada monitoring infus di ruang perawat yaitu :

1. Jarak antara ruang pasien dengan ruang perawat ± 40 meter
2. Alat ini hanya berlaku pada 1 pasien 1 infus
3. Alat ini dapat dipindahkan ke ruangan lainnya
4. Alat ini menggunakan alarm dari ruang perawat, sehingga perawat atau tenaga medis dapat mengetahui adanya kondisi darurat dari pasien
5. Alat ini hanya mengukur parameter kecepatan aliran, volume cairan infus, dan ada atau tidaknya cairan infus.

1.5 Batasan Realistis Aspek Keteknikan

Adapun batasan realistis aspek keteknikan pada monitoring infus dari ruang perawat yaitu :

1. Alat ini dilengkapi dengan kemampuan untuk monitoring kecepatan infus, volume cairan infus, dan jumlah tetesan infus dari perawat yang menggunakan WiFi dan web server Ubidots, Selain itu, memiliki sistem software yang mudah untuk digunakan yaitu telegram, sehingga mempermudah para tenaga medis dalam bekerja.

2. Pemantauan infus dilakukan di ruang rawat inap VIP dengan jumlah 1 pasien di setiap kamarnya.
3. Alat ini memiliki desain yang ergonomis agar memastikan kenyamanan penggunaan dan pengaksesan oleh perawat
4. Alat ini menggunakan sensor *load cell* dan sensor *infrared* sebagai elemen utama untuk mengukur kecepatan aliran infus, volume cairan infus dan ada atau tidaknya tetesan cairan infus.
 - a. Untuk mendeteksi kecepatan aliran infus akan menggunakan sensor *infrared*
 - b. Untuk mendeteksi volume cairan infus akan menggunakan sensor *load cell*
 - c. Untuk mendeteksi ada atau tidaknya tetesan cairan infus akan menggunakan sensor *infrared*
5. Alat ini berstandar ISO 60601 yang membahas mengenai peralatan elektromedis termasuk sistem monitoring yang membantu tenaga medis.
6. Alat ini berstandar IEEE yaitu standar IEEE 11073 dan IEEE 802.11, dimana untuk IEEE 11073 menjelaskan serial komunikasi atau device yang digunakan untuk medis dan sistem informasi kesehatan. Untuk IEEE 802.11 berhubungan dengan keamanan jaringan nirkabel yang dapat diimplementasikan oleh IoT seperti WiFi.
7. Pada desain ini berbentuk kotak yang tidak lancip, bagian luar yang menggunakan bahan ABS agar tidak terkena listrik saat disentuh, dan tidak banyak menggunakan kabel, sehingga tetap aman untuk digunakan ke pasien. Indikator standar keselamatan dari monitoring infus pasien dari ruang perawat meliputi turun naiknya arus, kebocoran infus, dan tegangan berlebih.

BAB 2. IDENTIFIKASI KEBUTUHAN SISTEM

2.1 Studi Literatur dan Observasi

Dalam pembuatan *project capstone* untuk menyelesaikan masalah yang terdapat di Bab 1 maka dibutuhkan studi literatur dan observasi mengenai monitoring infus pasien dari ruang perawat yang bertujuan untuk menunjang *project* tersebut. Berikut ini merupakan beberapa jurnal yang membahas terkait monitoring infus pasien dari ruang perawat yang ditunjukkan pada tabel 2.1 :

Tabel 2. 1 Hasil studi literatur solusi sejenis

Judul	Usulan solusi	Hasil/Evaluasi (Kelebihan/Kekurangan)
Monitoring Cairan Infus Secara <i>Real-Time</i> [3].	Solusi yang ditawarkan peneliti berupa sistem elektronik dengan sensor cahaya yang dapat mendeteksi volume cairan infus pada saat infus tersebut penuh. Selain itu, menggunakan program CVAVR dan proteus dan dibantu dengan <i>buzzer</i> untuk perawat monitoring cairan infus.	Hasil : Menampilkan kondisi volume cairan infus berbeda-beda dengan ditandai nyala dan perbedaan warna di lampu LED serta informasi ditampilkan di layar monitor ruang perawat. Dimana, saat kondisi volume cairan infus berbeda maka LED akan menyala serta berganti warna, dan untuk menampilkan pesannya dengan LCD ke monitor. Kelebihan : Dari pengujian memiliki akurasi 89% yang hasil ujinya dapat ditampilkan ke LCD Kekurangan : Memiliki kekurangan pada volume cairan infus, dimana agar dapat dideteksi oleh sensor cairan harus ditempatkan pada garis lurus kanan dan kiri infus.

<p>Sistem Monitoring Infus Menggunakan Arduino Mega 2560 [6].</p>	<p>Solusi yang ditawarkan peneliti berupa sistem yang mendeteksi infus terisi dan habis dengan menggunakan kabel yang terhubung untuk sebagai sarana komunikasi antara mikrokontroler dengan komputer untuk mengukur cairan habis menggunakan <i>buzzer</i> sebagai alarm penanda cairan infus habis.</p>	<p>Hasil : Menampilkan sebuah pengontrolan proporsional derivatif yang memberikan informasi mengenai cairan infus pasien secara aktual ke perawat. Selain itu, untuk proses dalam mengukur cairan infus menggunakan sensor cahaya yang dikonversi menjadi volume cairan pada Atmega32.</p> <p>Kelebihan : Sistem monitoring infus ini dapat dipantau secara <i>real-time</i> dengan outputnya dapat ditampilkan di komputer dengan serial komunikasi yang digunakan.</p> <p>Kekurangan : Pada hasil pengujian dalam mendeteksi infus terisi dan infus habis masih kurang akurat, dan pengujian sensor dalam mendeteksi tetesan tidak stabil dikarenakan delay waktu saat pengiriman dari alat ke aplikasi serta pencahayaannya.</p>
<p>Monitoring Aliran Infus Pasien Macet Di Ruang Perawat Menggunakan NRF <i>Wireless Communication</i> [2].</p>	<p>Solusi yang ditawarkan peneliti berupa sebuah alat yang dapat memberikan notifikasi jika infus macet dengan jarak jauh yang menggunakan mikrokontroler atmega 8355 untuk pengolah data I/O dari komparator</p>	<p>Hasil : Menampilkan alat dapat mendeteksi tetesan dengan arduino <i>transmitter</i> untuk mengolah data tetesan dalam suatu pesan kemudian dikirimkan oleh <i>transmitter</i> NRF241.01 dan <i>transmitter</i> tersebut dapat mengirimkan pesan mengenai kondisi infus ke <i>receiver</i> secara <i>real-time</i>.</p>

	<p>sehingga akan ditampilkan di monitor dengan LED, LCD, dan <i>buzzer</i>.</p>	<p>Kelebihan : Mengirimkan pesan kondisi infusnya dapat di jarak 50 meter dari luar ruangan dan 25 meter dalam ruangan dan akurasi pengujiannya 91,22% dengan <i>transmitter</i> NRF241.01</p> <p>Kekurangan : Masih memiliki kekurangan alat pendeteksi tetesan tersebut tidak bisa untuk merekam serta menampilkan jumlah tetesan, dan jika melebihi batas jarak yang sudah ditentukan maka alat untuk monitoring infus pasien yang macet tidak akan terdeteksi.</p>
<p>Rancang Bangun Sistem Portable Monitoring Infus Berbasis Internet <i>Of Things</i> [7]</p>	<p>Solusi yang ditawarkan peneliti berupa perangkat untuk monitoring infus berbasis <i>internet of things</i> (IoT) menggunakan 2 platform yaitu web server dan aplikasi <i>chart</i> telegram.</p>	<p>Hasil : Menampilkan perangkat monitoring yang mampu mengirimkan data ke web server dan notifikasi telegram. Selain itu, bisa dikendalikan melalui jaringan internet.</p> <p>Kelebihan : Menunjukkan hasil pengujian akurasi sebesar 97%%.</p> <p>Kekurangan : Memiliki kekurangan untuk mekanisme sensor mulai dari desain dan bahan masih kurang baik, sehingga tingkat pembacaan sensor dan ketahanan seringkali masih error dan server juga mudah <i>down</i>.</p>

<p>Rancang Bangun Sistem <i>Nurse Call</i> Terhadap Kegagalan <i>Infus Pump</i> Menggunakan Mikrokontroler Atmega835 [8]</p>	<p>Solusi yang ditawarkan peneliti berupa rancangan <i>nurse call</i> dengan mikrokontroler atmega 835. Selain itu, terdapat <i>buzzer</i> untuk bunyi saat infus habis.</p>	<p>Hasil : Menampilkan pengukuran, kondisi, dan tegangan dari tetesan <i>infus pump</i>. Selain itu, <i>infus pump</i> salah satu alat medis yang terdapat zat tambahan yaitu zat elektrolit sehingga, peneliti menambahkan sensor Photodiode untuk mengetahui tegangan yang terjadi saat mendeteksi tetesan infus.</p> <p>Kelebihan : Sistem yang dirancang dapat dikirim melalui HC-05 ke <i>nurse call</i> untuk memantau <i>infus pump</i></p> <p>Kekurangan : Hasil dari pengukuran ini masih kurang ditunjukkan dan untuk desain sensor Photodiode masih kurang mendeteksi dikarenakan tepat letaknya <i>infus pump</i> harus benar.</p>
<p>Monitoring Cairan Infus Menggunakan <i>Load Cell</i> Berbasis <i>Internet Of Things</i> (IoT) [1].</p>	<p>Solusi yang ditawarkan peneliti berupa sistem yang memonitoring kondisi volume infus dan jumlah tetesan per menit dengan menggunakan <i>Load Cell</i> volume infus dan juga sensor <i>InfraRed</i> dalam mendeteksi jumlah aliran ataupun tetesan infus per menit. Komunikasi serial untuk platform</p>	<p>Hasil : Menampilkan kondisi volume infus dan tetesan secara <i>real-time</i>, dimana Selain itu, juga menampilkan <i>platform</i> dalam bentuk web server yang mempunyai jeda waktu 10-30 detik untuk menunjukkan hasil dari pengukuran pada monitor sesuai dengan kecepatan jaringan. Peneliti ini juga menampilkan <i>dashboard</i> web <i>internet of things</i> pada <i>smartphone</i>.</p> <p>Kelebihan : Tingkat ketelitian untuk pengukuran sensor <i>Load Cell</i> sekitar</p>

	<p>menggunakan Arduino Uno dalam mengirimkan data sensor ke NodeMCU ESP8266 dan software yang digunakan XAMPP serta MySQL.</p>	<p>99.8% yang dibantu dengan TPM dan sensor <i>InfraRed</i> mampu mendeteksi jumlah tetesan infus.</p> <p>Kekurangan : Komunikasi serial dan software yang digunakan masih belum bisa menyimpan hasil dari data monitoring, sehingga hanya bisa memonitoring dengan sebuah tanda dari setiap sensornya.</p>
<p>Sistem Pemantauan Tetesan Cairan Infus Berbasis <i>Internet Of Things</i> [9].</p>	<p>Solusi yang ditawarkan sebuah sistem pemantauan laju arus yang menggunakan sensor <i>InfraRed</i>, data diproses dengan mikrokontroler Arduino yang kemudian dikirim melalui modul radio frekuensi NRF24L01.</p>	<p>Hasil : Menampilkan hasil pengujian jarak koneksi jaringan dengan <i>base</i> dan <i>hotspot</i> yang dapat diterima maksimal dengan 3.5 meter, dan untuk durasi pengiriman datanya sekitar 2 detik. Selain itu, dalam mendeteksi sistem infus menggunakan sensor <i>infrared</i> yang dikirimkan oleh transmitter sehingga diterima oleh receiver dari sensor yang terpasang pada infus.</p> <p>Kelebihan : Terdapat website juga yang menggunakan modul WiFi untuk menyimpan data pada <i>database server</i>.</p> <p>Kekurangan : Tingkat akurasi penggunaan alat ini untuk hasil pengujiannya masih kurang dan tidak menunjukkan kestabilan dalam hasil ujinya.</p>

<p>Pengembangan Sistem Kontrol dan Pemantauan Tetesan Cairan Infus Otomatis Berbasis LabView dengan LOGika Fuzzy [5].</p>	<p>Solusi yang ditawarkan adalah sistem yang dapat memonitoring tetesan cairan infus secara otomatis dengan menggunakan LabView untuk mendapatkan tampilan <i>graphic user interface</i> yang memantau cairan infus secara <i>real-time</i> dan logika Fuzzy dalam pengambilan keputusan .</p>	<p>Hasil : Sistem dapat digunakan untuk mendeteksi tetesan cairan yang melalui <i>drip chamber</i> berdasarkan nilai kecepatan tetesan cairan dengan mikrokontroler berbasis Arduino.</p> <p>Kelebihan : Kinerja dari sistem ini memiliki keberhasilan lebih dari 95% dengan <i>set point</i> 20 tetes dalam 60 detik.</p> <p>Kekurangan : Pada peneliti ini masih butuh pengembangan terkait peletakan dari <i>optocoupler</i> agar lebih presisi sehingga dapat bekerja secara optimal dalam pembacaan tetesan infus di berbagai kondisi dan lokasi pengujian.</p>
<p>Sistem Kendali dan Monitoring Infus Berbasis <i>Internet Of Things</i> [10].</p>	<p>Solusi yang ditawarkan sebuah perangkat untuk mendeteksi gelembung serta darah, dan mengatur tetes infus secara otomatis yang menggunakan servo SG90 motor, sensor photodiode dan teknologi <i>internet of things</i> yang menggunakan protokol MQTT untuk komunikasi serial dan pengiriman data secara <i>real-time</i>.</p>	<p>Hasil : Sistem dapat mengendalikan jumlah tetesan sesuai dengan nilai yang dibutuhkan dan menghitung volume infus yang tersisa pada tabung. Sistem ini dapat mendeteksi gelembung dan darah pada selang infus dan ditampilkan pada LCD yang kemudian dikirim ke aplikasi web dan menghentikan aliran cairan infus.</p> <p>Kelebihan : Hasil pengujian dari sensor yang digunakan sekitar 94.16%.</p> <p>Kekurangan : Sistem ini masih memiliki error yang cukup tinggi</p>

		sehingga perlu dikembangkan lagi agar mendapatkan sistem yang lebih akurat.
--	--	---

Berdasarkan hasil studi literatur dan observasi yang telah dilakukan, maka memberikan pemahaman dan gambaran untuk penulis terkait hasil, kelebihan dan kekurangan alat sama yang telah dilakukan sebelumnya, sehingga dapat memberikan manfaat untuk menulis dalam memperhatikan kepentingan dalam monitoring infus dari ruang perawat. Maka, dari hasil studi literatur di atas keunikan dari alat ini untuk menentukan sensor, parameter yang diukur, dan serial komunikasi yang digunakan lebih efisien dibandingkan penelitian sebelumnya. Dalam pemilihan sensor, penulis menggunakan sensor *load cell* dan *infrared*, sedangkan parameter yang diukur yaitu kecepatan aliran infus, volume cairan infus, dan ada atau tidaknya tetesan cairan infus. Untuk serial komunikasi alat ini menggunakan WiFi, sehingga dari keunikan tersebut menurut penulis yang paling efisien untuk monitoring infus pasien dari ruang perawat.

2.2 Dasar Teori

Berdasarkan pemaparan latar belakang dengan proses identifikasi masalah *project* yang telah dilakukan maka teori yang mendukung *project* monitoring infus pasien dari ruang perawat sebagai berikut :

2.2.1 Infus

Infus atau bisa disebut dengan *Intravenous Fluid Drops* (IVFD) adalah alat medis yang digunakan untuk menggantikan suatu cairan hilang, mengintroduksi obat maupun vitamin, dan juga menstabilkan tingkat elektrolit pada tubuh manusia [12]. Selain itu, pemberian infus dilakukan ke pasien yang mengalami kehilangan nutrisi yang signifikan, dikarenakan tindakan pemberian infus akan membutuhkan kontak langsung seperti pembuluh darah dan sterilisasi. Pemasangan infus juga sebuah teknik yang dilakukan untuk saat jarum atau kanula dimasukkan ke dalam pembuluh darah dengan tujuan untuk mengirimkan cairan infus ke dalam tubuh [12]. Dapat dilihat pada gambar 2.1 mengenai infus yaitu :



Gambar 2. 1 Infus [11]

2.2.2 *Infusion Pump*

Infusion Pump adalah salah satu alat kesehatan yang digunakan oleh tenaga medis untuk memasukkan cairan infus ke dalam tubuh pasien melalui pembuluh darah secara otomatis dan memastikan dosis yang tepat sehingga tidak terjadi overdosis. Konsep dari alat kesehatan ini yaitu alarm akan berbunyi pada beberapa kondisi yaitu terdapat udara pada selang infus, aliran infus tersumbat, adanya kesenjangan antara pengaturan titrasi pada pada alat dengan aliran infus yang masuk ke pasien, baterai dari *infus pump* hampir habis dan cairan infus sudah habis [6].

Infusion pump memiliki beberapa parameter yang digunakan diantaranya yaitu mengatur kecepatan aliran infus, menghitung jumlah tetesan infus dan kondisi darurat infus pasien yang menyebabkan alarm berbunyi seperti pada habisnya cairan di botol infus, aliran infus tersumbat, adanya udara di selang infus dan baterai *infusion pump* habis [6].

2.2.3 Parameter Yang Digunakan

Parameter yang digunakan pada *project* sistem monitoring infus dari ruang perawat ini dapat ditunjukkan pada tabel 2.2 sebagai berikut :

Tabel 2. 2 Penjelasan parameter yang akan di monitoring

Parameter	Penjelasan	Indikator
Kecepatan Aliran Infus	Parameter ini menjelaskan laju dan lambat cairan infus yang dikeluarkan sesuai dengan keadaan pasien	Pada umumnya kecepatan aliran infus sekitar 150 CC/Jam dan 1 ml = 1 CC = 20 tetes
Volume Cairan Infus	Batasan waktu cairan infus	(jumlah tetesan x volume) :

	akan habis sesuai dengan kecepatan tetesan	(waktu x faktor tetesan)
Ada atau Tidaknya Tetesan Cairan Infus	Parameter ini menjelaskan jumlah keluarnya tetesan permenit dengan standar terapi intravena seperti ada atau tidaknya tetesan di cairan infus.	Indikator dalam parameter ini berupa mengalir ada atau tidaknya cairan infus.

2.2.4 Internet Of Things

Internet of things (IoT) merupakan suatu konsep perangkat yang berfungsi untuk memberikan informasi dengan perangkat lainnya (*machine to machine*), dan juga dapat bertukar informasi dengan manusia dengan jaringan komunikasi. Dalam penggunaan IoT terdapat protokol TCP/IP dalam komunikasi dan berbagi data. *Internet of things* mempunyai 3 komponen pendukung antara lain internet, *things*, dan *schematic* yang dapat berfungsi sebagai protokol komunikasi dalam bentuk monitoring maupun sistem kendali [10]. Selain itu, IoT juga dirancang untuk memperluas dari jaringan koneksi yang terhubung secara terus menerus. IoT juga mengacu dengan objek untuk mengidentifikasi dalam representasi virtual atau server dalam struktur berbasis internet [2].

Pada bidang kesehatan, IoT ini dapat berfungsi dalam membantu pengumpulan data dan memonitoring di kesehatan seperti riwayat penyakit, tekanan darah, pengecekan jantung, bahkan untuk media monitoring cairan infus pasien. Pada tugas akhir ini, *internet of things* yang penulis gunakan yaitu serial komunikasi WiFi sebagai sarana atau perangkat dalam monitoring cairan infus dan pengiriman data melalui sensor untuk diberikan kepada tenaga medis.

2.2.5 Sensor Load Cell

Load cell adalah suatu sensor yang dapat mengukur berbagai tekanan yang diterima. Konsep dari sensor ini yaitu mengubah kekuatan dari tekanan, ketegangan, berat dan lain-lain yang diterima menjadi bentuk tahanan elektrik yang dapat diukur [1]. Suatu pengukur tekanan mekanis termasuk *load cell* sangat sensitif terhadap perubahan gaya mekanik. Sensor ini tersusun dari selembar foil logam tipis yang dibentuk menjadi benang-benang halus yang seluruhnya terbungkus

oleh plastik [1]. Pada alat kesehatan *infusion pump* sensor *load cell* digunakan dalam melakukan monitoring jumlah cairan infus secara berkala untuk mencegah perawat agar tidak lupa mengganti infus pasien dan infus dapat terpantau satu-satu. Sensor *load cell* ini memerlukan penguat tambahan untuk mengkondisikan sinyal dari sensor agar tegangan tingkatannya pada 0 - 5 volt sehingga dapat dibaca oleh mikrokontroler dan memudahkan dalam pengolahan data [9].

2.2.6 Sensor *Infrared*

Sensor *infrared* merupakan sensor yang menggunakan sinar atau gelombang elektromagnetik dengan frekuensi rendah. Sensor ini biasa digunakan sebagai sensor jarak atau pendeteksi sesuatu yang melewatinya[1]. Salah satu fungsinya yaitu mendeteksi tetesan infus karena dapat mendeteksi ada atau tidaknya suatu objek. Dimana jika suatu objek berada didepan atau melewatinya maka akan terbaca oleh sensor dengan rangkaian sensor berlogika ‘1’ atau ‘high’ yang berarti ‘ada’. Sedangkan pada kondisi tidak ada objek, *output* dari rangkaian sensor akan menjadi ‘0’ atau ‘low’ yang berarti ‘tidak ada’[1].

2.2.7 Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan sebuah perangkat elektronik dengan berbentuk komponen IC (*Integrated Circuit*) yang berfungsi dalam penerimaan proses sinyal input, kemudian output dari hasil proses tersebut akan sesuai dengan instruksi dari program mikrokontroler yang telah diatur [12]. Sinyal input dari mikrokontroler berasal dari komponen-komponen yang digunakan dalam suatu perangkat untuk mengumpulkan data yang akan diolah dan diberikan ke pengguna. Mikrokontroler yang umumnya sering ditemukan yaitu ESP32, ESP8266, ATMEGA, Arduino Uno, dan Arduino Nano. Hasil dari *project* Monitoring Infus Pasien dari Ruang Perawat menggunakan mikrokontroler yang dapat dimonitoring jarak jauh seperti ESP32 [13].



Gambar 2. 2 Mikrokontroler ESP32 [14]

2.2.8 WiFi

WiFi merupakan teknologi yang digunakan saat ini untuk memberikan koneksi internet tanpa menggunakan kabel dan relatif lebih mudah pada lingkungan tempat tinggal, lingkungan kerja, tempat umum, dan kampus. Selain itu, WiFi termasuk layanan jaringan internet yang berbasis *wireless* atau hotspot. Sehingga, dengan WiFi ini dapat memudahkan alat sistem monitoring infus dengan jaringan internet melalui perangkat elektronik di berbagai rumah sakit untuk mempercepat layanan akses pada web server yang digunakan pada project ini [15].

2.2.9 Buzzer

Buzzer merupakan komponen elektronika yang berperan dalam mengubah sinyal listrik menjadi gelombang suara. Selain itu, *buzzer* memiliki kumparan yang dipasang pada diafragma dan untuk arus mengalir melalui kumparan menjadikannya elektromagnet yang menarik atau mendorong diafragma, dimana tergantung dengan arah arus dan polaritas magnetnya. Pada *project* ini *buzzer* digunakan sebagai indikator penyelesaian suatu proses atau untuk memberi peringatan kesalahan pada perangkat (alarm) [16].



Gambar 2. 3 *Buzzer* [16]

2.2.10 Baterai Lithium

Baterai lithium-ion adalah salah satu jenis baterai sekunder yang dapat diisi ulang (*rechargeable battery*) dan merupakan baterai yang ramah lingkungan karena tidak mengandung bahan berbahaya seperti baterai Ni-Cd dan Ni-MH[18]. Baterai ini unggul dibandingkan dengan jenis baterai lainnya karena memiliki stabilitas penyimpanan energi yang sangat baik, energi densitas yang tinggi, tidak memiliki efek memori, dan beratnya relatif lebih ringan. Oleh karena itu, dengan berat yang sama baterai lithium mampu menghasilkan energi dua kali lipat dibandingkan baterai jenis lainnya [18].



Gambar 2. 4 Baterai lithium [18]

2.3 Analisis Stakeholder

Pada *project* ini, alat akan digunakan oleh tenaga medis seperti perawat yang bertujuan untuk memonitoring cairan infus pasien dari ruang perawat dalam bentuk notifikasi peringatan sesuai dengan parameter yang akan diukur oleh penulis melalui komputer di ruang perawat dan *buzzer* di ruang pasien yang terkoneksi dengan alat. Pada komputer yang sudah terhubung dengan web server akan ditampilkan parameter jumlah sisa cairan infus, kecepatan aliran infus, volume cairan infus, dan ada atau tidaknya tetesan cairan infus sehingga membantu perawat dalam memonitoring pasien. Berikut adalah tabel penjelasan keterkaitan dengan *stakeholder* yang ditunjukkan pada tabel 2.3 yaitu :

Tabel 2. 3 Analisis *stakeholder*

Stakeholder	Interest	Power	Engagement Level		Engagement Strategy
			Current	Desired	
Pemerintah (Kemenkes)	Medium	Medium	Leading	Leading	Memberikan izin penggunaan produk yang diajukan oleh tim <i>project</i>
Dokter	Low	High	Neutral	Neutral	Membantu dalam informasi mengenai infus di rumah sakit dan parameter yang diukur pada infus.

Perawat	<i>High</i>	<i>High</i>	<i>Leading</i>	<i>Leading</i>	<ul style="list-style-type: none"> a. Membantu dalam pengambilan data <i>project</i> b. Memberikan <i>feedback</i> terhadap validasi teknis alat c. Memberikan <i>feedback</i> terhadap pengalaman penggunaan alat
Pasien	<i>High</i>	<i>Low</i>	<i>Leading</i>	<i>Leading</i>	<ul style="list-style-type: none"> a. Membantu dalam pengambilan data <i>project</i> b. Media atau participant dalam pengujian produk yang diajukan oleh tim <i>project</i>
Teknisi Alat Kesehatan	<i>High</i>	<i>High</i>	<i>Leading</i>	<i>Leading</i>	<ul style="list-style-type: none"> a. Membantu dalam pengambilan data <i>project</i> b. Memberikan <i>feedback</i> terhadap validasi teknis alat c. Memberikan <i>feedback</i> terhadap pengalaman penggunaan alat

2.4 Analisis Aspek Yang Mempengaruhi Sistem

2.4.1 Bidang Ekonomi

Saat ini kondisi perekonomian belum cukup stabil dilihat dari dampak bencana covid-19 yang baru saja mulai membaik. Kondisi ini dilihat dari masih tingginya angka pengangguran yaitu

mencapai angka 7,99 juta [17], sehingga mempengaruhi pendapatan dan daya beli masyarakat untuk membeli alat kesehatan. Selain itu, pengembang juga perlu memperhatikan faktor tersebut dan faktor eksternal yaitu harga alat yang memiliki fungsi yang serupa dan memperhatikan aspek ekonomi dengan melakukan pemilihan komponen maupun bahan yang akan digunakan dengan harga yang ekonomis untuk dilakukan pengembangan.

2.4.2 Bidang Industri Kesehatan

Alat kesehatan yang berkembang saat ini kebanyakan sudah berbasis *internet of things*. Sehingga alat ini mengikuti perkembangan tersebut untuk mempermudah pekerjaan dari tenaga medis. Saat ini sudah ada alat serupa yaitu *infusion pump* yang digunakan di beberapa rumah sakit, akan tetapi alat tersebut belum dapat dipantau dari jarak jauh. Sehingga alat ini memiliki kemiripan fungsi dengan *infusion pump* tetapi dikembangkan lagi untuk sistem kontroling dan monitoring. Alat ini dapat di monitoring dari jarak jauh yaitu ruang perawat.

2.4.3 Bidang Sosial

Sistem monitoring infus pasien dari ruang perawat ini memerlukan observasi ke stakeholder yang berkaitan dengan *project* yaitu pemerintah (kemenkes), dokter, perawat, pasien, dan teknisi alat kesehatan. Dimana, dari hasil observasi ke pihak yang berkaitan alat ini mempunyai manfaat untuk membantu dan memudahkan perawat dalam monitoring parameter yang akan diukur pada pasien melalui ruang perawat.

2.5 Spesifikasi Sistem

Berdasarkan kajian literatur, dasar teori dan informasi yang didapatkan untuk kebutuhan pembuatan alat monitoring infus pasien dari ruang perawat dalam spesifikasi dan kriteria sistem yang akan dirancang. Berikut rincian spesifikasi sistem alat monitoring infus pasien dari ruang perawat yaitu :

1. Sistem monitoring yang dibangun sebagai *prototyping* untuk memantau jumlah tetesan infus dan kecepatan infus dengan jumlah 1 sistem di setiap ruang rawat inap VIP seluas 30 cm x 15 cm x 15 cm dan LCD dengan ukuran 16 x 2.
2. Sistem monitoring ini harus terpasang pada tiang infus pasien dan data ditampilkan melalui web server serta aplikasi telegram

3. Sistem monitoring ini dapat dilakukan secara *real-time* dan menggunakan sumber tegangan arus listrik yaitu *Alternating Current (AC)*
4. Sistem monitoring ini menggunakan baterai lithium 5000 mAH
5. Sistem monitoring ini menggunakan serial komunikasi WiFi
6. Sistem monitoring ini menggunakan mikrokontroler ESP32 yang telah terintegrasi untuk mengolah parameter yang diukur
7. Sistem monitoring ini menggunakan sensor *load cell* dan Sensor *infrared*.
8. Sistem monitoring ini menggunakan web server Ubidots dan notifikasi berupa alarm (*buzzer*)
9. Kondisi parameter yang diukur pada sistem ini dapat dimonitoring melalui *smartphone* maupun PC sesuai dengan kode pada sistem
10. Sistem monitoring ini menggunakan *Ingress Protection 65 (IP65)* yang merupakan perlindungan secara total dan menyeluruh terhadap debu, kontak langsung dan semprotan air dari segala air yang bertekanan rendah
11. Alat di pasang di ruang pasien dan sistem monitoring terpasang di ruang perawat menggunakan transmisi WiFi dengan jangkauan ruang pasien terjauh yaitu 40m

BAB 3. USULAN SOLUSI

Pada rumusan masalah yang terdapat di BAB 1, maka penulis memberikan usulan solusi yang sesuai dengan kebutuhan dalam *engineering* desain dan untuk menjawab rumusan masalah tersebut. Metode dari *project* yang digunakan yaitu metode *design thinking* dapat dilihat pada gambar 3.1, dimana pendekatan *design thinking* ini bersifat *human-centered* yang proses pembuatan alat ini akan mempertimbangkan kebutuhan dari standar alat kesehatan maupun tenaga medis. Berikut penjelasan usulan solusi 1 yaitu :



Gambar 3. 1 Metode perancangan sistem rekayasa

Berdasarkan gambar 3.1, maka membutuhkan metode untuk membantu dalam pembuatan *project* yang akan di sesuaikan dengan kebutuhan di bidang kesehatan dan standar keteknikan, berikut adalah metode yang digunakan pada monitoring infus pasien dari ruang perawat :

1. *Empathize*

Pada metode *empathize* ini, penulis mengidentifikasi masalah mengenai infus pasien, dan memahami kebutuhan dari tenaga medis melalui berbagai sumber informasi seperti observasi ke *stakeholder*, jurnal, maupun website lainnya.

2. *Define*

Pada metode *define* ini, penulis mendefinisikan masalah yang sudah diidentifikasi dengan jelas berdasarkan metode *empathize* sebelumnya agar memudahkan dalam perancangan alat monitoring infus pasien dari ruang perawat.

3. *Ideate*

Pada metode *ideate* ini, penulis memberikan solusi untuk menyelesaikan permasalahan infus pasien, dimana penulis mengusulkan ide monitoring infus pasien dari ruang perawat dengan spesifikasi sistem yang lebih efisien dan berbeda dari teknologi sebelumnya.

4. *Prototype*

Pada metode *prototype* ini, penulis membuat alat dari ide yang sudah diusulkan. Dimana, *prototype* tersebut berupa komponen-komponen yang akan digunakan, model fisik, software, desain 3D, dan visual dalam mengimplementasi *prototype* monitoring infus pasien dari ruang perawat.

5. *Test*

Pada metode *test* ini, penulis akan melakukan uji coba terhadap alat monitoring infus pasien dari ruang perawat yang sudah dibuat sesuai dengan spesifikasi sistemnya. Selain itu, pada metode ini juga melakukan perbaikan atau penyempurnaan alat, jika terdapat permasalahan pada alat maupun software yang tidak diinginkan.

6. *Implement*

Pada metode *implement* ini, penulis akan mengimplementasikan *prototype* tersebut kepada tenaga medis seperti perawat dan pasien yang membutuhkan solusi ini dalam memudahkan pekerjaan sehari-hari.

Pada usulan solusi sistem satu dan dua ini juga menggunakan standarisasi K3, standar IEEE (*Institute Of Electrical and Electronics Engineers*), dan standar ISO dalam penggunaan alat ini yang sama. Dimana, standarisasi K3 ini mencakup prosedur penggunaannya, bentuk alat, dan pemeliharaan alatnya yang bertujuan dalam melindungi kesehatan dan keselamatan dari pasien maupun tenaga medis lainnya. Adapun beberapa penerapan standar K3 dari sistem monitoring infus pasien dari ruang perawat antara lain bentuk alat yang tidak banyak menggunakan kabel agar terhindar dari resiko, jika terkena aliran listrik, berat alat yang ringan, tata letak alat yang sudah disesuaikan standar kebijakan kesehatan dan keamanan dalam sensornya. Seluruh komponen yang digunakan dilindungi dengan desain 3D yang aman dari gangguan luar baik itu berupa cairan infus maupun aliran listrik.

Pada standar IEEE yang digunakan yaitu standar IEEE 11073 dan IEEE 802.11, dimana untuk IEEE 11073 menjelaskan serial komunikasi atau device yang digunakan untuk medis dan sistem informasi kesehatan, oleh karena itu, IEEE 11073 dapat mencakup serial komunikasi dengan sistem monitoring infus yang berhubungan dengan perangkat kesehatan. Untuk IEEE 802.11 berhubungan dengan keamanan jaringan nirkabel atau protokol komunikasi dan dapat diimplementasikan oleh IoT dalam komunikasi tanpa kabel seperti WiFi. Sedangkan, standar ISO yang digunakan yaitu standar ISO 60601, dimana menjelaskan tentang peralatan elektromedis

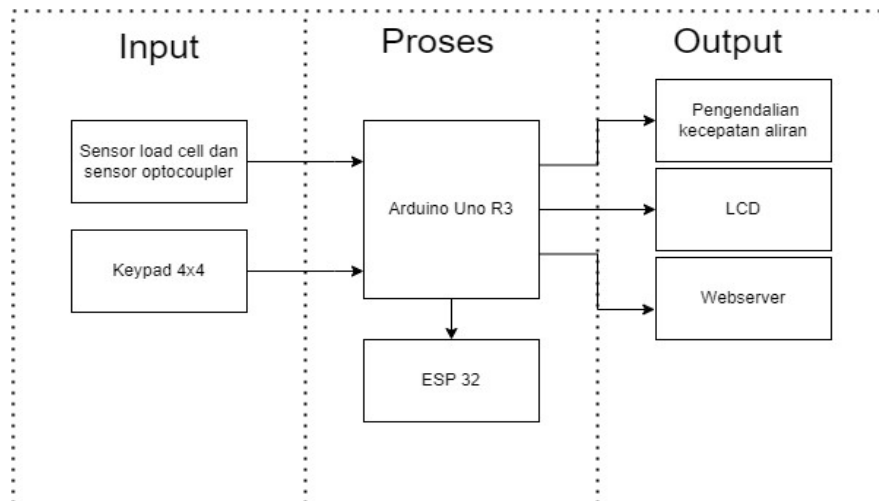
untuk mengatur keselamatan dan kinerja dari alat elektromedis termasuk alat untuk sistem monitoring medis.

3.1 Usulan Solusi 1

Pada usulan solusi satu untuk monitoring infus pasien dari ruang perawat yang mengukur beberapa parameter yaitu kecepatan aliran infus, volume cairan infus dan ada atau tidaknya tetesan cairan infus yang terdiri dari sensor *load cell* dan sensor *infrared*. Sensor *load cell* digunakan volume cairan infus pasien. Sedangkan sensor *infrared* digunakan untuk kecepatan aliran infus, dan ada atau tidaknya tetesan cairan infus. Sistem ini juga dilengkapi dengan komunikasi serial nya yaitu WiFi untuk monitoring dari jarak jauh dan memberikan notifikasi ke ruang perawat. Keuntungan alat solusi satu ini yaitu dapat memonitoring kondisi pasien dari ruang perawat melalui PC dan desain lebih sederhana dengan berat desain nya sekitar ± 1 kg.

3.1.1 Desain Sistem 1

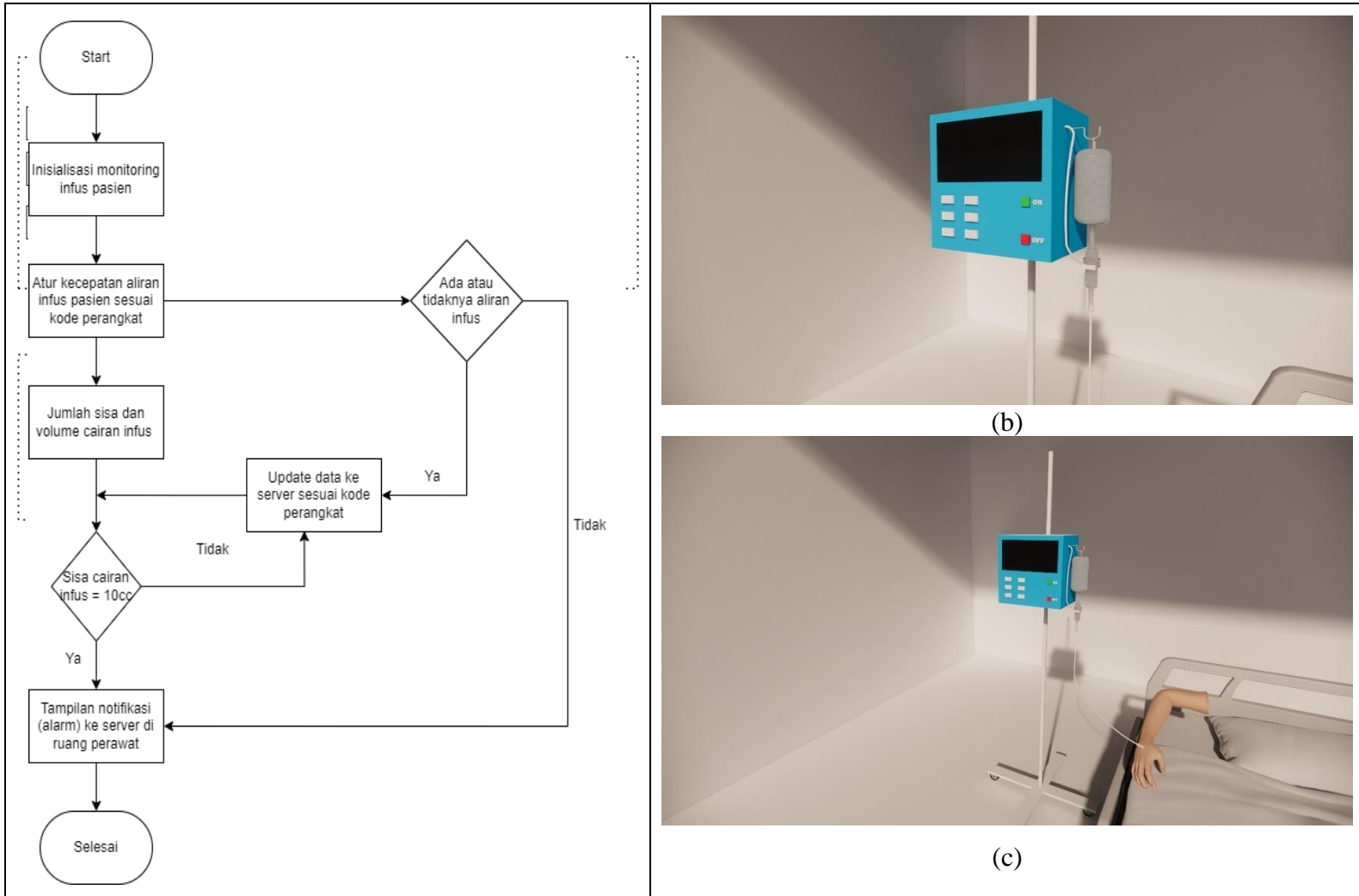
Pada rancangan sistem dari usulan solusi satu yaitu memonitoring kondisi pasien dari ruang perawat melalui PC dengan proses pemrosesan data menggunakan komunikasi serial WiFi. Pada gambar 3.2 merupakan diagram blok dari sistem yang akan dirancang. Sistem tersebut memiliki input berupa modul sensor (*load cell* dan *infrared*) untuk mendeteksi parameter (kecepatan, volume infus, dan ada atau tidaknya aliran) dan *Keypad* 4x4 untuk mengatur *setting* yang diperlukan sistem.



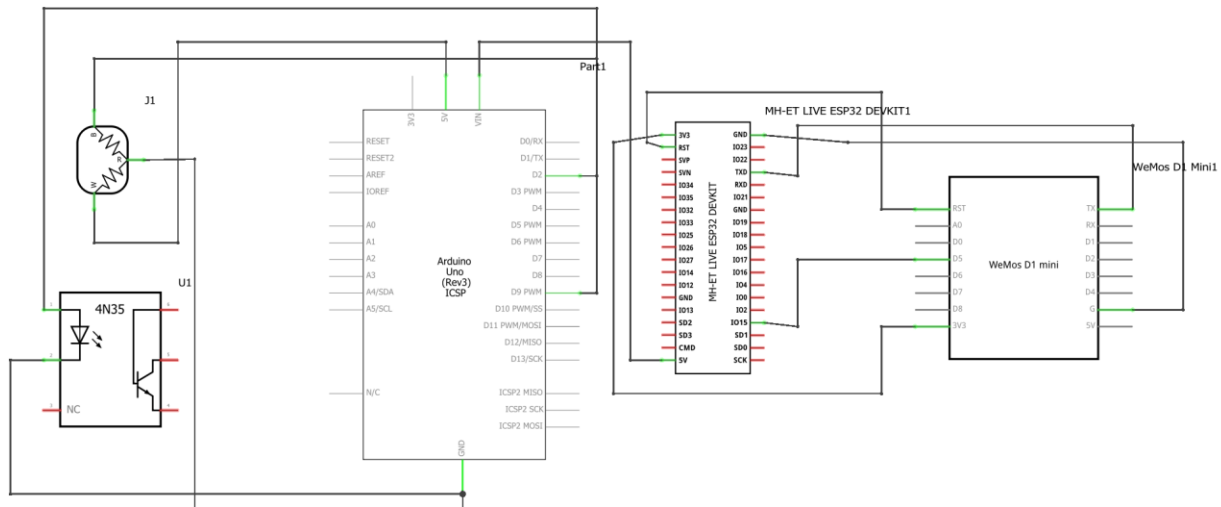
Gambar 3. 2 Diagram blok usulan desain sistem 1

Pada gambar 3.3 Secara umum cara kerja sistem adalah saat sistem dalam keadaan aktif dan infus terhubung dengan pasien, maka sensor akan membaca kondisi infus sesuai dengan

parameter sistem (kecepatan aliran, volume cairan infus, dan ada atau tidaknya aliran infus) yang akan ditampilkan pada perangkat yang terhubung dengan internet sesuai dengan diagram pada gambar 3.3 bagian a. Sedangkan, bagian b dan c adalah ilustrasi gambaran keseluruhan sistem yang akan dirancang. Sistem ini berbentuk balok dengan ukuran 30 cm x 20 cm x 30 cm, perangkat ini dipasang pada tiang infus pasien di ruang rawat inap untuk memantau kondisi infus pasien dan terhubung dengan suatu perangkat di ruang perawat yang terkoneksi internet.



Gambar 3. 3 Ilustrasi usulan rancangan sistem secara umum. (a) proses cara kerja sistem, (b) dan (c) desain model sistem dan gambaran aplikasi sistem monitoring infus pasien dari ruang perawat



fritzing

Gambar 3. 4 Schematic usulan solusi desain satu

Pada usulan sistem monitoring infus pasien dari ruang perawat tersebut, maka diperlukan inventarisasi kebutuhan sistem perangkat keras. Tabel 3.1. memperlihatkan kebutuhan sistem sesuai usulan dan spesifikasi yang dibutuhkan.

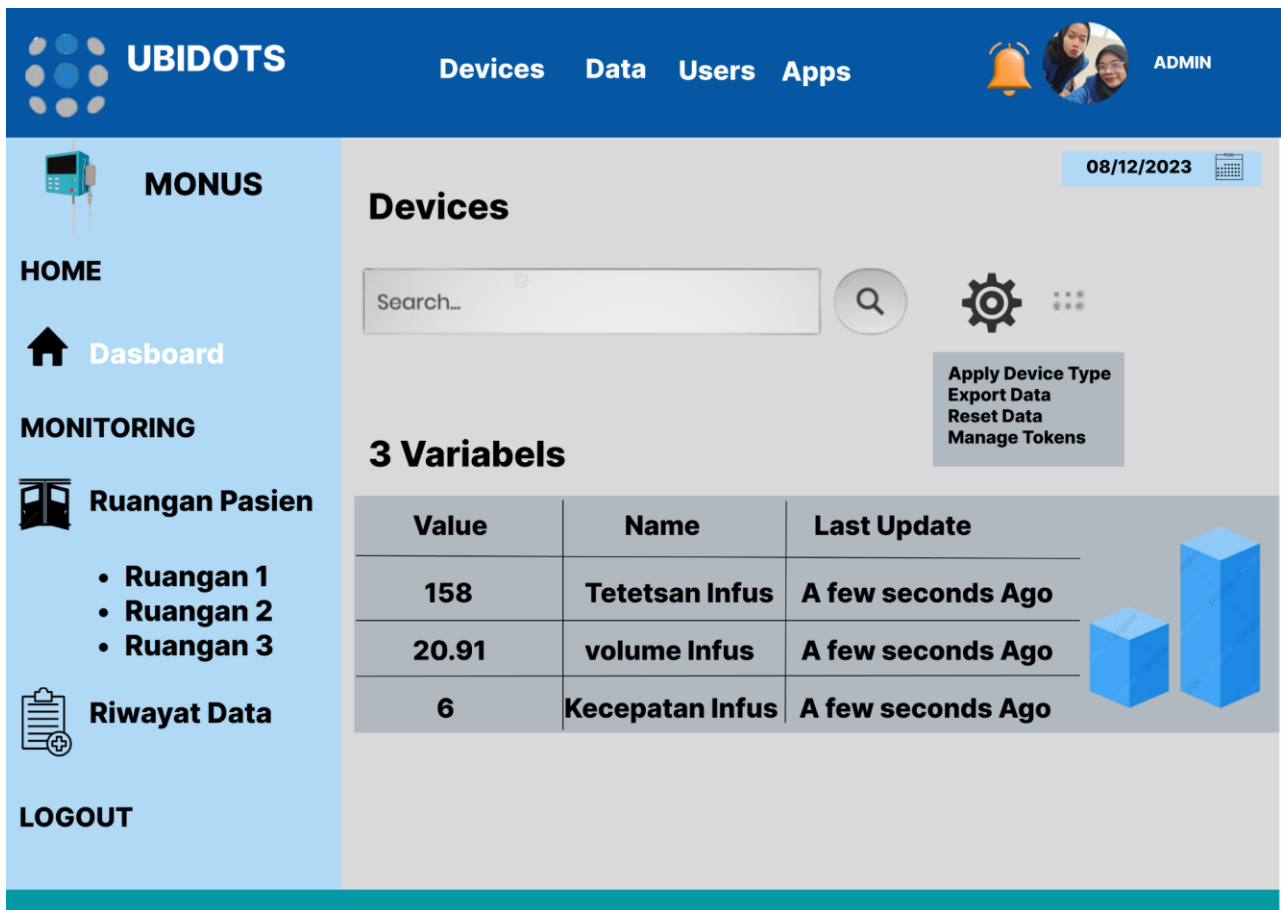
Tabel 3. 1 Inventarisasi kebutuhan usulan satu sistem perangkat keras sistem monitoring infus pasien dari ruang perawat

No	Nama Alat	Keterangan
1	Perangkat untuk kemasan alat	Dibuat sebagai pelindung dan penutup rangkaian alat. Perangkat ini menggunakan bahan ABS (<i>Akrylonitril Butadiena Stiren</i>) 3D printing berbentuk balok dengan ukuran 30 cm x 20 cm x 30 cm.
2	Mikrokontroler Arduino Uno R3	Berfungsi untuk mengukur tingkat infus pasien secara <i>real-time</i> dengan menggunakan sensor yang sesuai dan mengirim data pengukuran melalui mikrokontroler ini. Selain itu, harga yang murah (< Rp360.000,00) dan dilengkapi dengan 6 kanal <i>analog input</i> dan 13 <i>digital I/O</i> sehingga kebutuhan sistem terpenuhi, terutama sebagai suatu <i>low cost system</i> .
3	Baterai Lithium	Sistem ini menggunakan sumber tegangan DC untuk meminimalisir biaya penggunaan baterai dan mempermudah

No	Nama Alat	Keterangan
		aliran listrik ke sistem agar bisa dibawa kemanapun oleh pasien.
4	Sensor <i>Load Cell</i> dan Sensor <i>Infrared</i>	Sensor yang digunakan adalah modul yang telah terintegrasi dengan modul IoT. Sensor <i>load cell</i> digunakan untuk pengukuran dan mengontrol volume cairan infus pasien, sedangkan sensor <i>infrared</i> digunakan untuk ada atau tidaknya cairan infus pasien.
5	Motor Servo	Motor servo ini digunakan untuk mengatur tetesan infus dengan cara menjepit selang infus sehingga kecepatan aliran infus pada selang dapat diatur.
5	Modul IoT	Modul komunikasi Arduino ke internet menggunakan WiFi untuk mempermudah pengiriman data. Modul yang digunakan yaitu ESP32 dikarenakan harga yang lebih murah dan tersedia di pasaran serta kompatibilitas dengan Arduino.
6	LCD	LCD digunakan untuk menampilkan hasil monitoring parameter yang diukur melalui ruang perawat. LCD yang digunakan yaitu LCD 7 inch. LCD 7 inch merupakan jenis modul yang sederhana dalam proses pengendalian sistem monitoring infus pasien dari ruang perawat, sehingga LCD ini dapat memudahkan dalam penghubung ke dalam alat <i>project</i> .

Dikarenakan sistem ini tidak hanya menggunakan sistem perangkat keras, namun juga perangkat lunak, maka dalam usulan perancangan ini, penulis juga melakukan usulan sistem aplikasi yang digunakan. Aplikasi monitoring infus pasien dari ruang perawat ini tentu saja di desain sesuai dengan hasil observasi yang menunjukkan bahwa pada rumah sakit masih kebanyakan memonitoring manual, sehingga penulis memberikan solusi untuk memudahkan tenaga medis dalam memonitoring pasien menggunakan perangkat *smartphone* yang lebih efisien.

Desain aplikasi dibuat *compatible* dengan web server Ubidots dan spesifikasi yang rendah dapat dilihat pada tampilan seperti Gambar 3.5 berikut :



Gambar 3. 5 Usulan tampilan *dashboard* rancangan web server Monus

3.1.2. Rencana Anggaran Desain Sistem 1

Berdasarkan spesifikasi yang dibutuhkan, berikut merupakan rancangan anggaran usulan desain satu yang dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3. 2 Rencana anggaran pengembangan usulan satu sistem monitoring infus pasien dari ruang perawat

No.	Item/Pengeluaran	Satuan	Harga satuan	Jumlah	Harga Total
1	Biaya uji coba untuk kebutuhan <i>project</i>	Bulan	Rp400.000,00	2	Rp800.000,00
2	Modul sensor <i>load cell</i>	Pcs	Rp30.900,00	1	Rp30.900,00
3	Modul sensor <i>Infrared</i>	Pcs	Rp12.500,00	1	Rp12.500,00
4	Servo	Pcs	Rp52.000,00	1	Rp52.000,00
5	Jasa cetak kotak kemasan (<i>3D Printing</i>)	Pcs	Rp450.000,00	1	Rp450.000,00
6	LCD	Pcs	Rp610.000,00	1	Rp610.000,00
7	Kabel dan peralatan solder	Paket	Rp300.000,00	1	Rp00.000,00
8	Modul Wi fi ESP 32	Pcs	Rp176.600,00	1	Rp176.600,00
9	Tombol (<i>keypad 4x4</i>)	Pcs	Rp5.000,00	1	Rp5.000,00
10	Tombol (<i>switch On/Off</i>)	Pcs	Rp1.750,00	1	Rp1.750,00
11	Pembelian timah 0.8 mm 10 m	meter	Rp13.500,00	10	Rp13.500,00
12	Web Server Ubidots	Bulan	-	-	-
13	Tiang Infus kaki 3 roda	Pcs	Rp94.499,00	1	Rp 94.499,00
14	Infus B Braun 500 ml	Set	Rp10.900,00	2	Rp21.800,00
15	Selang Infus OneMed	Pcs	Rp2.850,00	2	Rp5.700,00

No.	Item/Pengeluaran	Satuan	Harga satuan	Jumlah	Harga Total
16	Plat besi dan baut	Paket	Rp30.000,00	1	Rp30.000,00
17	Modul ESP32	Pcs	Rp101.000,00	1	Rp101.000,00
18	PCB	Pcs	Rp49.500,00	2	Rp99.000,00
19	Chip memori 128Gb	Pcs	Rp118.000,00	1	Rp118.000,00
Total Belanja					Rp2.922.249,00

3.1.3 Analisis Risiko Desain 1

Analisis resiko desain satu memiliki beberapa kekurangan yang berdampak terhadap pembuatan sistem monitoring infus pasien dari ruang perawat ini yang meliputi 3 aspek yaitu :

3.1.3.1 Aspek Engineering

Pada aspek *engineering* terdapat beberapa resiko yang dapat terjadi dalam pembuatan alat *project* yaitu saat koneksi terputus dikarenakan mati lampu atau lainnya, maka data monitoring infus dapat tidak dikirim maupun diterima dengan baik, sehingga berdampak pada kemampuan sistem dalam pemantauan *real-time* yang akurat. Selain itu, pembacaan atau pemasangan sensor dapat kurang baik, sehingga hasil pembacaan akan terjadi *noise* yang mengakibatkan keakuratan data monitoring infus pasien. Alat ini juga tidak bisa dibawa atau berpindah-pindah dari tempat asal dikarenakan terhubung dengan tegangan arus balik atau *Alternating Current (AC)*.

3.1.3.2 Aspek Ekonomi

Pada aspek ekonomi terdapat suatu resiko yang dihadapi saat pembuatan alat yaitu pada masalah biaya dari komponen maupun aspek pendukung pembuatan alat yang relatif mahal. Sehingga untuk menerapkan alat ini pada suatu rumah sakit akan memerlukan biaya yang cukup banyak.

3.1.3.3 Aspek Sosial

Pada aspek sosial terdapat beberapa resiko yang dapat terjadi dalam pembuatan alat *project* yaitu ketergantungan terhadap penggunaan internet.

3.1.4 Pengukuran Performa

Sistem ini memiliki beberapa parameter pengukuran diantaranya ada atau tidaknya aliran infus, kecepatan, dan volume infus. Parameter tersebut merupakan aspek yang penting dalam infus untuk meminimalisir terjadinya kecelakaan pada pasien. Solusi ini dipilih karena berdasarkan hasil observasi yang telah dilakukan bahwa pada standar pengecekan kondisi infus pasien melakukan pemantauan langsung terhadap beberapa parameter diatas. Sehingga dengan adanya usulan ini proses pengecekan, *controlling*, dan monitoring kondisi infus pasien menjadi lebih mudah.

3.2 Usulan Solusi 2

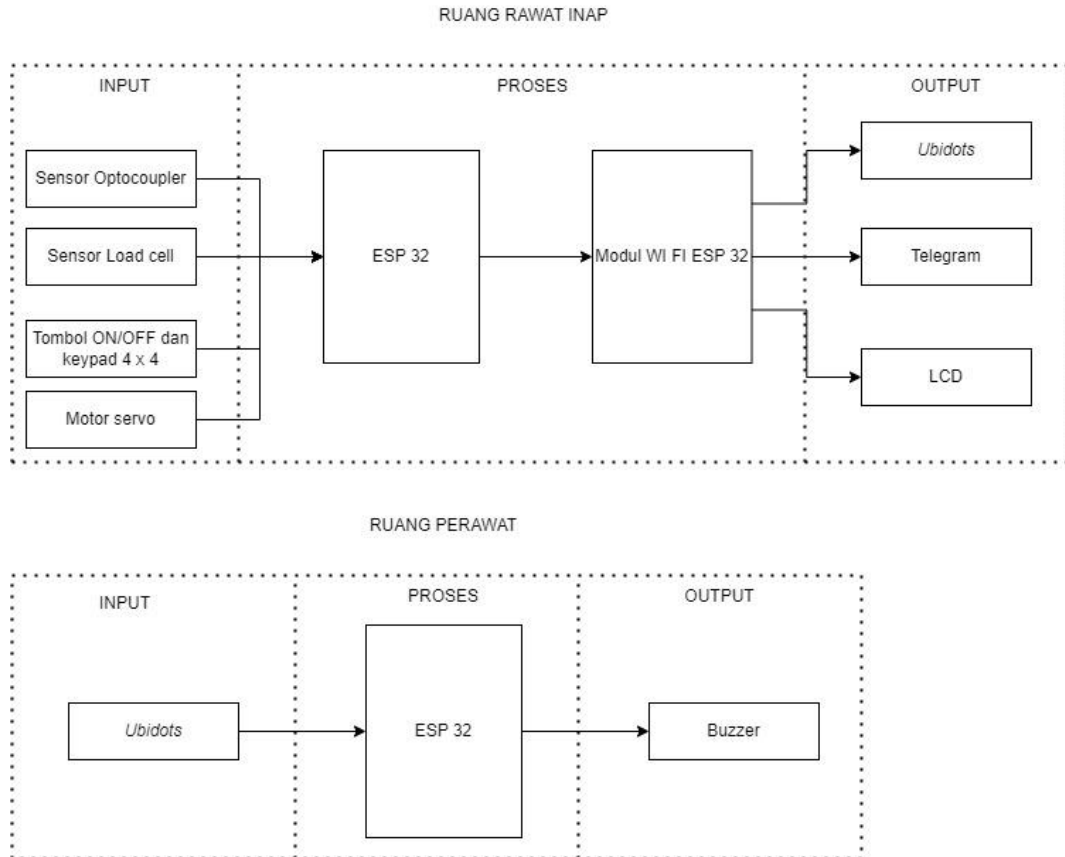
Pada usulan solusi dua masih tetap sama dengan usulan solusi satu dalam metode pelaksanaannya, penggunaan komunikasi serial dan mengukur beberapa parameter yaitu kecepatan aliran infus, volume cairan infus, dan ada atau tidaknya tetesan cairan infus. Selain itu, sistem ini menggunakan sensor *load cell* dan sensor *infrared*. Namun, bedanya pada usulan solusi dua ini menggunakan web server Ubidots, terdapat notifikasi dalam bentuk alarm yang menggunakan *buzzer*, dan menambahkan aplikasi telegram untuk monitoring infus pasien, sehingga perawat juga bisa mendapatkan notifikasi melalui *buzzer* dan *smartphone* jika perawat tidak di ruang perawat. Penggunaan IoT pada alat ini digunakan untuk monitoring secara *real-time* dalam pemantauan parameter infus pasien.

Pada usulan solusi ini juga mempunyai perbedaan selain dari penggunaan aplikasinya, namun juga dari bentuk desainnya dan spesifikasi baterainya. Bentuk desain nya lebih ergonomis dan efisien dari solusi satu, dimana berat desain ini sekitar ± 1 kg dan dimensi 30 cm x 15 cm x 15 cm dengan bentuk maupun bera tdari desain tersebut maka tidak akan mengganggu kenyamanan pasien dan dapat memudahkan perawat dalam monitoring infus pasien. Untuk spesifikasi penggunaan baterai di usulan dua ini menggunakan baterai lithium 5000 mAH, dikarenakan baterai ini dalam segi keamanan lebih baik dan lebih stabil terhadap gangguan yang ekstrim dan jika terjadi *overcharging*.

3.2.1 Desain Sistem 2

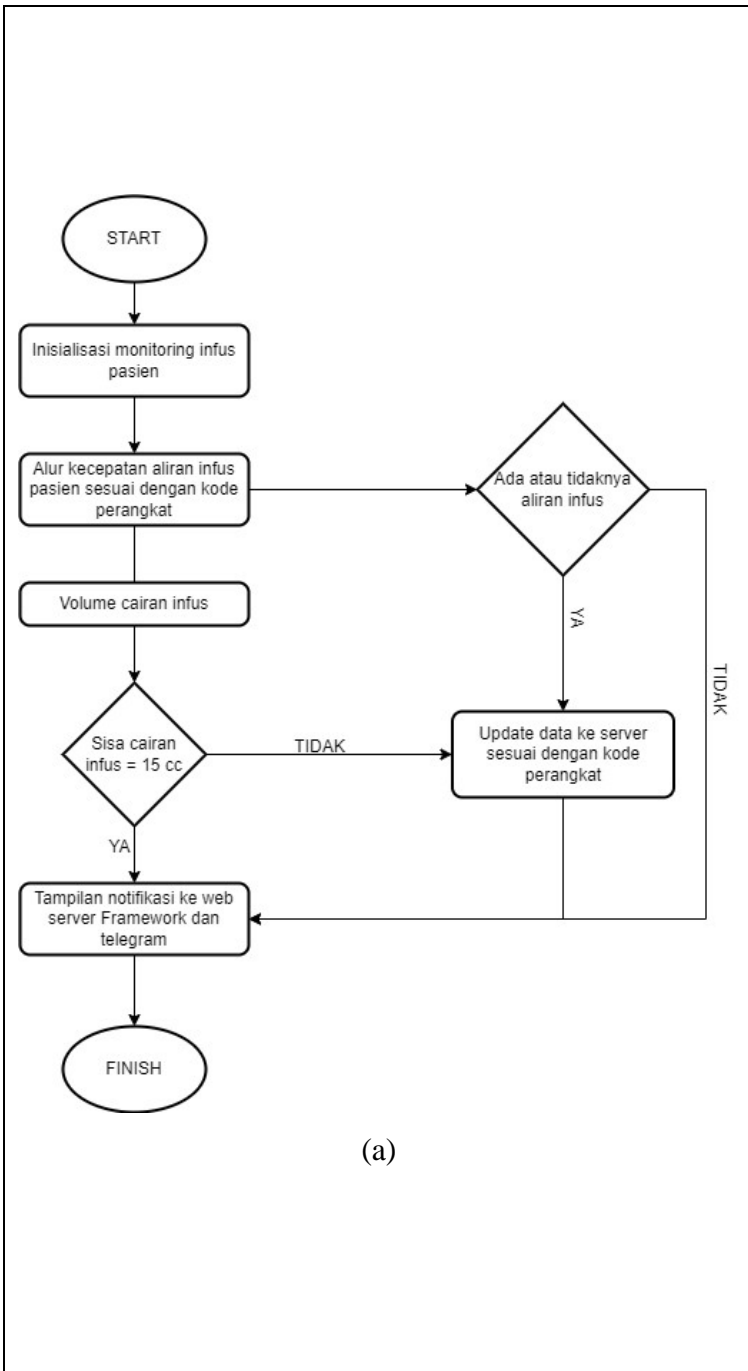
Pada rancangan sistem dari usulan solusi dua menggunakan parameter yang sama dengan usulan solusi satu dengan menggunakan *sensor load cell* dan *infrared*. Perbedaan dari kedua usulan ini yaitu pada usulan kedua terdapat tambahan bentuk output berupa notifikasi melalui *buzzer*, telegram dan terdapat tombol (*keypad 4x4* dan *switch On/Off*). *Buzzer* pada desain dua ini

untuk memberikan notifikasi di ruang perawat jika parameter yang akan diukur terdapat kendala pada pasien. Pada gambar 3.6 merupakan diagram blok dari sistem yang akan dirancang.



Gambar 3. 6 Diagram blok usulan desain sistem 2 pada ruang perawat dan pasien

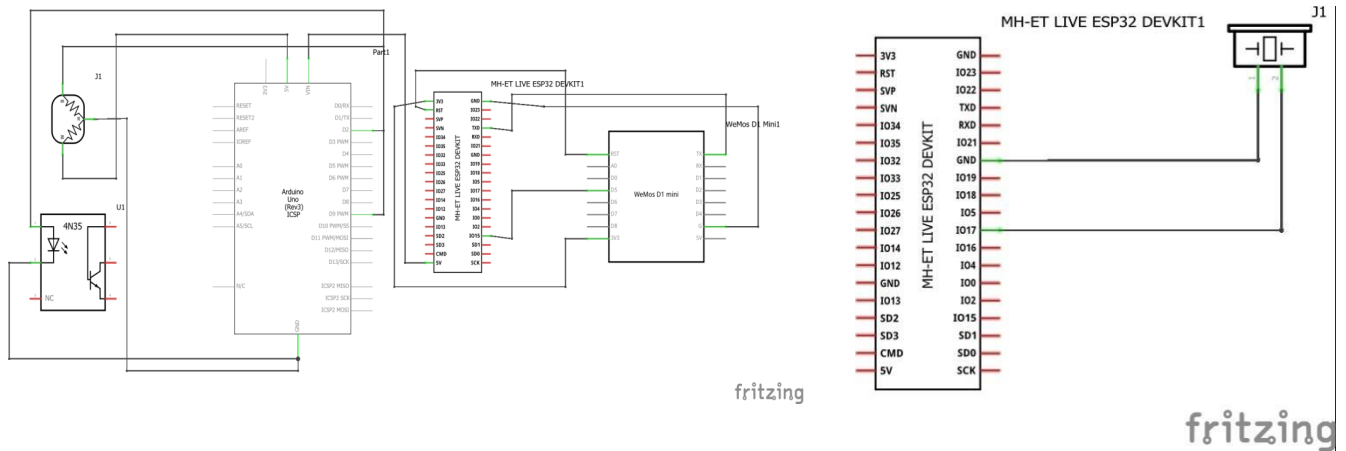
Pada rancangan desain dua ini menggunakan bahan ABS (*Acrylonitrile Butadiene Styrene*) yang dilengkapi dengan tombol (*keypad 4x4 dan switch On/Off*). Selain itu, terdapat juga LCD sebagai layar monitoring untuk menampilkan hasil parameter yang diukur dan *buzzer* untuk notifikasi dari parameter yang diukur, seperti yang terlihat pada gambar 3.7. Setelah itu, hasil monitoring nya akan ditampilkan ke aplikasi telegram melalui *smartphone* pengguna. Pada gambar 3.8 adalah *schematic* dari desain dua, dimana terdapat dua *schematic* yang berbeda yaitu *schematic* alat monitoring infus dan *schematic* untuk notifikasi alarm dari ruang perawat yang menggunakan *buzzer*.



Gambar 3. 7 Ilustrasi usulan rancangan sistem desain dua secara umum. (a) proses cara kerja sistem, (b) desain model sistem, (c) desain model untuk notifikasi sistem monitoring infus pasien dari ruang perawat

Pada usulan solusi dua sistem monitoring infus pasien dari ruang perawat tersebut, maka diperlukan inventarisasi kebutuhan untuk sistem ini, dapat dilihat pada tabel 3.3. memperlihatkan

kebutuhan alat sesuai usulan dua yang sedikit berbeda dari usulan solusi satu dengan spesifikasi yang dibutuhkan.



Gambar 3. 8 Schematic usulan solusi desain dua

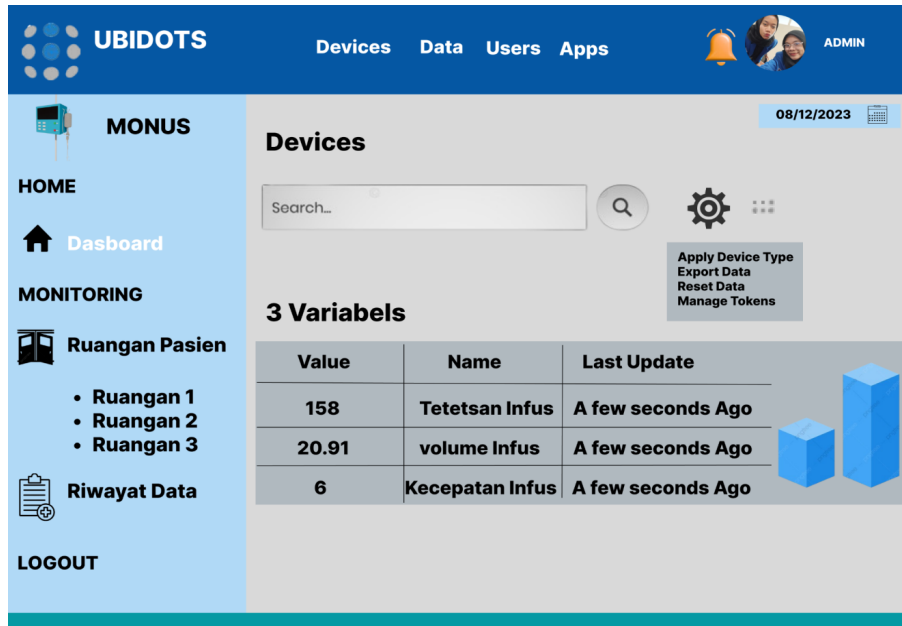
Tabel 3. 3 Inventarisasi kebutuhan usulan dua sistem perangkat keras sistem monitoring infus pasien dari ruang perawat

No	Nama Alat	Keterangan
1	Perangkat untuk kemasan alat	Dibuat sebagai pelindung dan penutup rangkaian alat. Perangkat ini menggunakan bahan ABS (<i>Akrilonitril Butadiena Stiren</i>) 3D <i>printing</i> berbentuk balok dengan ukuran 21 cm x 7 cm x 35 cm.
2	Mikrocontroller ESP 32	ESP 32 merupakan berfungsi sebagai mikrokontroller yang menghubungkan antara modul WiFi dengan komponen sistem yang lain seperti sensor. Sehingga data yang diterima dapat ditampilkan ke LCD dan output lainnya melalui komunikasi WiFi.
2	Sensor <i>Load Cell</i> dan Sensor <i>Infrared</i>	Sensor yang digunakan adalah modul yang telah terintegrasi dengan modul IoT. Sensor <i>load cell</i> digunakan untuk pengukuran dan mengontrol volume cairan infus pasien,

No	Nama Alat	Keterangan
		sedangkan sensor <i>infrared</i> digunakan untuk ada atau tidaknya cairan infus pasien.
3	Motor Servo	Motor servo ini digunakan untuk mengatur tetesan infus dengan cara menjepit selang infus sehingga kecepatan aliran infus pada selang dapat diatur.
4	Modul IoT	Modul komunikasi Mikrokontroler ke internet menggunakan WiFi untuk mempermudah pengiriman data. Modul yang digunakan yaitu ESP32 dikarenakan harga yang lebih murah dan tersedia di pasaran.
5	LCD	LCD digunakan untuk menampilkan hasil monitoring parameter yang diukur melalui ruang perawat. LCD yang digunakan yaitu LCD 16 x 2. LCD merupakan jenis modul yang sederhana dalam proses pengendalian sistem monitoring infus pasien dari ruang perawat, sehingga LCD ini dapat memudahkan dalam penghubung ke dalam alat <i>project</i> .
6	Tombol (<i>keypad</i> 4x4 dan <i>switch On/Off</i>)	Untuk mengatur sistem digunakan tombol berupa <i>keypad</i> 4x4 untuk mengatur <i>setting</i> yang diperlukan pada sistem dan tombol <i>on/off</i> untuk mengaktifkan dan mematikan sistem.
7	Alarm (<i>Buzzer</i>)	Untuk memberikan notifikasi ke perawat jika ada masalah terhadap parameter yang digunakan. Selain itu, sebagai bentuk antisipasi jika perawat sedang tidak memantau aktivitas alat dari PC di ruang perawat.
8	Baterai Lithium	Sistem ini menggunakan sumber tegangan <i>Direct Current</i> (DC) untuk meminimalisir biaya penggunaan baterai dan

No	Nama Alat	Keterangan
		mempermudah aliran listrik ke sistem agar bisa dibawa kemanapun oleh pasien.
9	Aplikasi Telegram	Untuk membantu perawat dengan memberikan notifikasi parameter yang diukur melalui <i>smartphone</i> sehingga tidak hanya bisa dipantau dengan PC/Laptop saja, agar tetap memudahkan perawat memonitoring infus pasien jika perawat tidak berada di dalam ruangnya
10	Web Server Ubidots	Untuk membantu dalam menampilkan hasil monitoring parameter alat infus yang diakses dari ruang perawat. Web server ini juga akan digunakan untuk mengantisipasi kelalaian dalam memantau kondisi infus pasien dan meminimalisir waktu tenaga medis (perawat) dalam memantau kondisi infus secara langsung ke ruang rawat inap.

Desain aplikasi usulan solusi dua dibuat *compatible* dengan web server, aplikasi telegram, dan spesifikasi yang sesuai dengan kebutuhan alat *project* dimana dapat dilihat pada tampilan seperti gambar 3.9 dan gambar 3.10. berikut.



Gambar 3. 9 Usulan tampilan dashboard rancangan web server Monus



Gambar 3. 10 Usulan tampilan rancangan aplikasi telegram Monus

3.2.2 Rencana Anggaran Desain 2

Berdasarkan spesifikasi yang dibutuhkan, berikut merupakan rancangan anggaran usulan desain dua yang dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3. 4 Rencana anggaran pengembangan usulan dua sistem monitoring infus pasien dari ruang perawat

No.	Item/Pengeluaran	Satuan	Harga satuan	Jumlah	Harga Total
1	Biaya uji coba untuk kebutuhan <i>project</i>	Bulan	Rp222.000,00	2	Rp444.000,00
2	Modul sensor <i>load cell</i>	Pcs	Rp30.900,00	1	Rp30.900,00
3	Modul sensor <i>infrared</i>	Pcs	Rp12.500,00	1	Rp12.500,00
4	Motor servo	Pcs	Rp52.000,00	1	Rp52.000,00
5	Jasa cetak kotak kemasan (<i>3D Printing</i>)	Pcs	Rp450.000,00	1	Rp450.000,00
6	LCD	Pcs	Rp40.100,00	1	Rp40.100,00
7	Kabel dan peralatan solder	Paket	Rp36.000,00	1	Rp36.000,00
8	Module WiFi	Pcs	Rp176.600,00	1	Rp176.600,00
9	Tombol (<i>keypad 4x4</i>)	Pcs	Rp5.000,00	1	Rp5.000,00
10	Tombol (<i>switch On/Off</i>)	Pcs	Rp1.750,00	1	Rp1.750,00
11	Pembelian timah 0.8 mm 10 m	meter	Rp13.500,00	10	Rp13.500,00
12	Web Server Ubidots	Bulan	-	-	-
13	Tiang Infus kaki 3 roda	Pcs	Rp94.499,00	1	Rp94.499,00
14	Infus B Braun 500 ml	Set	Rp10.900,00	2	Rp21.800,00
15	Selang Infus Entri	Pcs	Rp10.000,00	1	Rp10.000,00

No.	Item/Pengeluaran	Satuan	Harga satuan	Jumlah	Harga Total
16	Selang Infus Hexa	Pcs	Rp10.000,00	1	Rp10.000,00
17	Plat besi dan baut	Paket	Rp30.000,00	1	Rp30.000,00
18	Modul ESP32	Pcs	Rp101.000,00	2	Rp202.000,00
19	PCB	Pcs	Rp49.500,00	2	Rp99.000,00
20	Chip memori 128Gb	Pcs	Rp65.000,00	1	Rp65.000,00
21	Powerbank 5000 mAH	Pcs	Rp50.000,00	2	Rp100.000,00
21	Buzzer	Pcs	Rp5.500,00	1	Rp5.500,00
Total Belanja					Rp2.256.149,00

3.2.3 Analisis Risiko Desain

Analisis resiko desain dua memiliki beberapa kekurangan yang berdampak terhadap pembuatan sistem monitoring infus pasien dari ruang perawat ini yang meliputi 3 aspek yaitu :

3.1.3.1 Aspek *Engineering*

Pada aspek *engineering* yang dapat terjadi dalam pembuatan alat yaitu saat koneksi terputus dikarenakan mati lampu atau lainnya, maka data monitoring infus dapat tidak dikirim, sehingga berdampak pada kemampuan sistem dalam pemantauan *real-time* yang akurat. Selain itu, pembacaan atau pemasangan sensor dapat kurang baik, sehingga hasil pembacaan akan terjadi *noise* yang mengakibatkan keakuratan data monitoring infus pasien.

3.1.3.2 Aspek Ekonomi

Pada aspek ekonomi terdapat suatu resiko saat pembuatan alat yaitu pada masalah biaya dari komponen maupun aspek pendukung pembuatan alat yang relatif mahal. Sehingga untuk menerapkan alat ini pada suatu rumah sakit akan membutuhkan biaya yang cukup banyak.

3.1.3.3 Aspek Sosial

Pada aspek sosial terdapat beberapa resiko yang dapat terjadi dalam pembuatan alat *project*

yaitu ketergantungan terhadap penggunaan internet.

3.2.4 Pengukuran Performa

Sistem ini memiliki dua bentuk notifikasi sebagai bentuk pengingat atau penanda di ruang perawat yaitu dalam bentuk web server dan aplikasi telegram. Kedua bentuk notifikasi tersebut akan berbunyi saat salah satu dari beberapa parameter yaitu kecepatan, volume, dan ada atau tidaknya cairan infus tidak sesuai dengan prosedur. Hasil pembacaan sensor akan ditunjukkan pada aplikasi di *smartphone* dan web server sebagai output yang akan diterima oleh perawat. Selain itu, pengukuran performa pada desain kedua ini akan dipengaruhi juga oleh penggunaan WiFi sebagai serial komunikasi untuk pengiriman data kepada perawat. Namun, penggunaan WiFi dapat mengurangi kebutuhan kabel fisik, kemudahan pemeliharaan perangkat, fleksibilitas serta mobilitas yang tinggi, dan membantu dalam kecepatan transfer data secara *real-time*.

3.3 Analisis dan Penentuan Usulan Solusi/Desain Terbaik

Berdasarkan usulan solusi satu dan dua, penulis memutuskan untuk menggunakan usulan solusi kedua sebagai pembuatan alat sistem monitoring infus pasien dari ruang perawat di tugas akhir ini. Alasan pemilihan menggunakan desain kedua yaitu desain nya lebih ergonomis, tampilan minimalis, dan untuk berat alat lebih ringan sehingga tidak sulit jika dipindahkan oleh perawat dari ruangan satu ke ruangan lainnya. Selain itu, saat penulis melakukan observasi ke RS UII terdapat alat yang serupa yaitu *infusion pump* namun masih secara manual dalam mengecek parameter infus pasien. Maka dari itu, Penulis memilih desain kedua agar perawat atau tenaga medis lainnya dapat memonitoring infus pasien dengan web server dan aplikasi yang dibuat. Selain itu, dalam mempertimbangkan usulan solusi ini juga menggunakan matriks keputusan yang ditunjukkan pada tabel 3.5. dan perhitungan keputusan pada tabel 3.6.

Tabel 3. 5 *Decision matrix analysis unweighted assessment*

Faktor	Desain	Efektifitas	Akurasi	Biaya
Bobot	3	5	4	2
Desain 1	3	3	2	2
Desain 2	4	4	3	3

Tabel 3. 6 *Decision matrix analysis weighted assessment*

Faktor	Desain	Efektifitas	Akurasi	Biaya	Total
Bobot	3	5	4	2	
Desain 1	9	15	8	4	36
Desain 2	12	20	12	6	50

3.4 *Gantt Chart*

Berikut adalah upaya dalam memenuhi target yang ingin dicapai dalam pengerjaan Sistem Monitoring Infus Pasien dari Ruang Perawat, dimana perencanaan tersebut dapat dilihat pada pembagian tugas di Tabel 3.7. dengan seksama yaitu :

Tabel 3. 7 *Gantt chart pelaksanaan capstone project sistem monitoring infus pasien dari ruang perawat*

No.	Kegiatan/Capaian	2023				2024							
		Sep	Okt	Nov	Des	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt
1	Survei dan identifikasi permasalahan	T, W	T, W	T, W									
2	Mencari literatur dan informasi untuk kebutuhan dan spesifikasi sistem	T	W										
3	Mengumpulkan seluruh ide solusi dan finalisasi usulan perancangan sistem beserta manajemen dan rancangan belanja		T, W	T, W									
4	Pengumpulan proposal Tugas Akhir 1/ <i>Capstone Project</i> dan seminar				T, W								
5	Pembelian alat dan bahan				T, W								

No.	Kegiatan/Capaian	2023				2024							
		Sep	Okt	Nov	Des	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt
6	Perancangan sistem sesuai proposal					T, W							
7	Pembuatan Alat						T, W	T, W					
8	Testing dan Validasi								T, W	T, W			
9	Expo dan pengumpulan laporan akhir										T, W		

Keterangan : T : Tarisya, W : Wafiq

3.5 Realisasi Pelaksanaan Tugas Akhir 1

Berdasarkan *timeline* pada *Gantt chart* dalam pembuatan sistem monitoring infus pasien dari ruang perawat, maka realisasi pelaksanaan tugas akhir dapat dilihat pada Tabel 3.8. Kendala pada pembuatan *project* ini ada pada survei dan uji coba ke rumah sakit, dikarenakan proses persetujuan melakukan survei dan uji coba cukup lama dari Diklat RS UII. Selain itu, pembuatan rancangan desain sistem usulan solusi dua yang cukup sulit agar berbeda dengan usulan solusi 1 dan juga merealisasikan *project* dengan alat kesehatan di rumah sakit.

Tabel 3. 8 Realisasi aktivitas pelaksanaan tugas akhir 1

No	Hari, Tanggal, Durasi (jam atau hari)	Aktivitas	Pelaksana
1	Sabtu, 16/09/2023, 08.00	Bimbingan Tugas Akhir 1, Penulisan Proposal dan Latar Belakang Judul	Tarisya Wafiq
2	Sabtu, 16/09/2023, 13.00	Pencarian referensi dan inovasi baru Penulisan Proposal BAB 1	Tarisya Wafiq
3	Senin, 18/09/2023, 13.00	Penulisan Proposal BAB 1	Tarisya Wafiq

4	Selasa, 19/09/2023, 15.30	Mengambil alat monitoring infus dari angkatan sebelumnya	Tarisyah Wafiq
5	Rabu, 20/09/2023, 15.30	Mengecek alat monitoring infus dari angkatan sebelumnya	Tarisyah Wafiq
6	Kamis, 21/09/2023, 15.15	Bimbingan Tugas Akhir membahas Latar belakang dan rumusan masalah	Tarisyah Wafiq
7	Sabtu, 23/09/2023, 10.00	Melakukan survei ke RS JIH dan RS PKU Muhammadiyah Gamping dengan menanyakan prosedur penelitian Melakukan wawancara secara langsung dengan perawat dan melalui google form dengan tenaga medis dan pasien yang pernah di rawat inap	Tarisyah Wafiq
8	Senin, 25/09/2023, 10.30	Melakukan survei ke RS JIH dan RS PKU Muhammadiyah Gamping dengan memberikan surat dan mengikuti alur atau prosedur pelaksanaan penelitian di rumah sakit tersebut	Tarisyah Wafiq
9	Selasa, 26/09/2023, 13.00	Bimbingan Tugas Akhir dengan membahas progress dari BAB 1	Tarisyah Wafiq
10	Senin, 02/10/2023, 12.15	- Bertemu dengan Dr. Ana (mitra FK UII) untuk konsultasi mengenai judul TA	Tarisyah Wafiq

		- Mengerjakan revisi BAB 1	
11	Selasa, 03/10/2023, 13.15	Bimbingan Tugas Akhir membahas tentang hasil survey dan wawancara dari stakeholder	Tarisyah Wafiq
12	Jum'at, 06/10/2023, 19.00	Revisi BAB 1	Tarisyah Wafiq
13	Senin, 9/10/2023, 10.00	Pengajuan surat survei ke RS UII dan RS PKU Muhammadiyah Bantul	Tarisyah Wafiq
14	Minggu, 15/10/2023, 11.00	Mengerjakan BAB 2	Tarisyah Wafiq
15	Selasa, 17/10/2023, 13.00	Bimbingan Tugas Akhir : pengecekan BAB 1 dan BAB 2	Tarisyah Wafiq
16	Selasa, 24/10/2023, 04.43	Mengerjakan revisi BAB 1 dan BAB 2	Tarisyah Wafiq
17	Rabu, 25/10/2023, 13.00	Membahas konsep lanjutan project	Tarisyah Wafiq
18	Sabtu, 28/10/2023, 10.00	Bimbingan Tugas Akhir : kelanjutan progres project	Tarisyah Wafiq
19	Senin, 30/10/2023, 18.30	Mengerjakan revisi BAB 2	Tarisyah Wafiq
20	Sabtu, 04/11/2023, 10.00	Mengerjakan BAB 3 (Membuat <i>Design</i>)	Tarisyah Wafiq
21	Senin, 05/11/2023, 15.00	Mengerjakan BAB 3 (Membuat <i>flowchart</i> , dan diagram blok)	Tarisyah Wafiq

22	Rabu, 08/11/2023, 15.00	Mengerjakan BAB 3 (Finalisasi desain 1)	Tarisyah Wafiq
23	Kamis, 09/11/2023, 12.30	Mengerjakan BAB 3 (Menjelaskan usulan 1)	Tarisyah Wafiq
24	Minggu, 12/11/2023, 19.00	Mengerjakan BAB 3 (Menyusun Rancangan Anggaran Biaya)	Tarisyah Wafiq
25	Senin, 13/11/2023, 08.00	Mengerjakan BAB 3 (<i>Gantt Chart</i> dan Realisasi Pelaksanaan Tugas Akhir)	Tarisyah Wafiq
26	Selasa, 14/11/2023, 13.00	Bimbingan TA1 : membahas progres dari BAB 1 - BAB 3	Tarisyah Wafiq
27	Kamis, 16/11/2023, 19.00	- Revisi BAB 3 - Melanjutkan design usulan solusi 1	Tarisyah Wafiq
28	Senin, 20/11/2023, 20.00	- Mengerjakan usulan solusi 2	Tarisyah Wafiq
29	Selasa, 21/11/2023, 13.00 dan 19.00	- Bimbingan TA1 : progres BAB 3 - Revisi BAB 3 dan Melanjutkan usulan solusi 2	Tarisyah Wafiq
28	Rabu, 23/11/2023, 19.00	- Membuat rancangan desain tampilan web server - Membuat sistem elektronik alat	Tarisyah Wafiq

		- Membuat PPT untuk seminar proposal di RS uii	
29	Kamis, 24/11/2023, 13.00	Seminar proposal di RS UII	Tarisya Wafiq
30	Selasa, 26/11/2023, 13.00	Bimbingan TA 1 : Pengecekan progres BAB 3, dan keseluruhannya	Tarisya
31	Jum'at, 01/12//2023, 19.00	Revisi BAB 3 (Desain, <i>grain chart</i>)	Tarisya
32	Sabtu, 02/12/2023, 19.00	Revisi BAB 3 (standarisasi K3, pengganti serial komunikasi, desain)	Wafiq
33	Jum'at, 08/12/2023, 10.00	Revisi desain dan diagram	Tarisya Wafiq
34	Senin, 11/12/2023, 13.00	Bimbingan TA	Tarisya Wafiq
35	Minggu, 12/12/12023. 19.00	Revisi desain dan transmisi serial komunikasi alat	Tarisya Wafiq
36	Senin, 18/12/2023, 12.00	Revisi rangkaian transmitter dan mengecek keseluruhan	Tarisya Wafiq
37	Kamis, 21/12/2023. 15.30	Bimbingan TA1 : Persiapan Sempro	Tarisya Wafq

BAB 4. HASIL RANCANGAN DAN METODE PENGUKURAN

4.1 Hasil Rancangan Sistem

Pada proses perancangan sistem monitoring infus pasien dari ruang perawat ini, penulis mengembangkan dari penelitian sebelumnya. Dimana, terdapat penambahan parameter yang diukur, penggantian sensor yang digunakan seperti sensor *Infrared*, software atau *interface* yang digunakan, dan penambahan *buzzer* untuk sebagai notifikasi di ruang perawat. Alat ini diberi nama Monus sesuai dengan judul *project*. Berikut merupakan rincian bagian hasil rancangan sistem Monus secara umum yaitu :

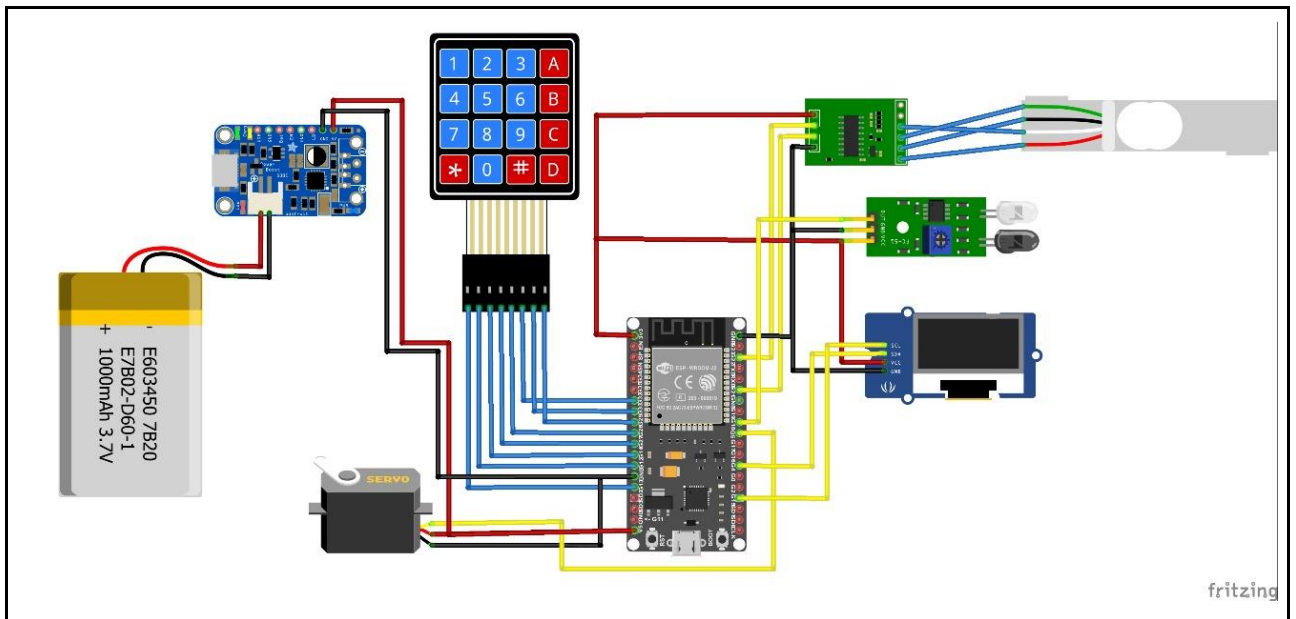
4.1.1 Rangkaian Elektronik

Pada proses *prototyping* alat untuk Tugas Akhir 2 ini, penulis menggunakan komponen yang telah ditentukan dalam Bab 3 Tugas Akhir 1 dalam membuat rangkaian elektronik, dimana komponen-komponen tersebut dapat dilihat pada gambar 4.1 alat ruang perawat serta gambar 4.2 Alat ruang pasien, dan tabel 4.1 berikut :

Tabel 4. 1 Komponen rangkaian elektronik

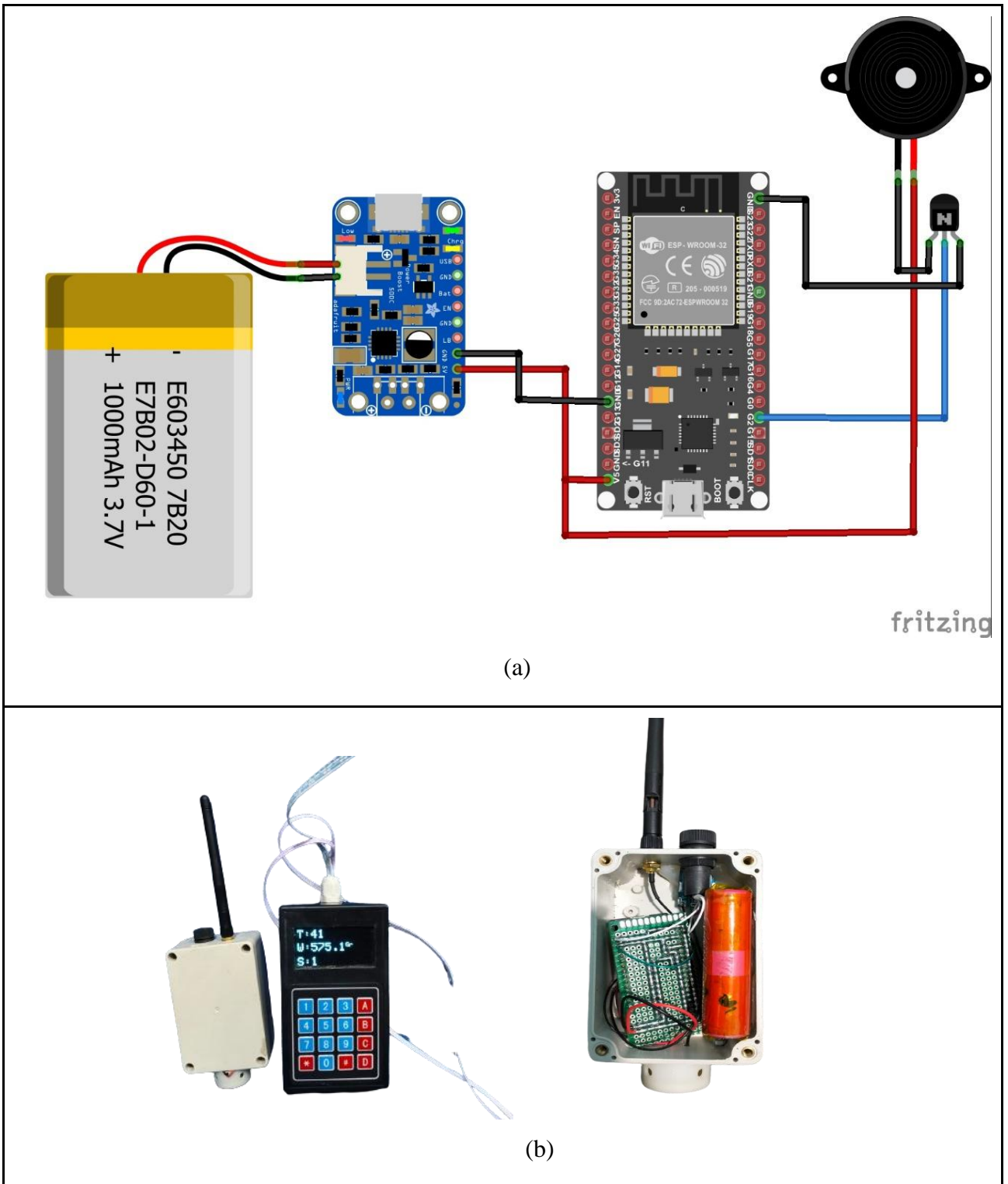
No	Komponen
1	Sensor <i>load cell</i> dan <i>infrared</i>
2	Modul IoT
3	LCD
4	<i>Buzzer</i>
5	Tombol <i>keypad</i> 4x4
6	Cetakan untuk kemasan alat
7	Mikrokontroler
8	Motor Servo
9	Baterai Lithium 5000 mAh

Setelah, penulis menentukan dan pembelian komponen tersebut, penulis juga melakukan rangkaian elektronik dengan menggunakan software wokwi secara online. Berikut merupakan perancangan elektronis dan pembuatan alat secara langsung yaitu :



Gambar 4. 1 Rangkaian elektronik alat ruang pasien

Berdasarkan gambar rangkaian elektronis diatas merupakan rangkaian untuk alat di ruang rawat inap atau pasien. Dimana, rangkaian tersebut terdiri dari sensor, servo, mikrokontroller, keypad, WiFi dan LCD. Sensor yang digunakan adalah *load cell* dan *infrared* yang berfungsi untuk mendeteksi parameter-parameter. Mikrokontroler dan WiFi digunakan untuk menghubungkan antara sensor dan komponen lainnya sehingga bisa ditampilkan di output. Dari rangkaian diatas output yang digunakan yaitu LCD untuk menampilkan hasil ukur parameter dari alat yang berada di ruang rawat inap.



Gambar 4. 2 (a) Rangkaian elektronik alat ruang perawat, (b) bentuk realisasi alat ruang perawat

Berdasarkan gambar diatas menunjukkan rangkaian elektronik untuk ruangan perawat. Dimana, rangkaian tersebut terdiri dari ESP32, *buzzer*, dan baterai lithium sekitar 5000 mAH. ESP32 berfungsi untuk penerimaan proses sinyal input dari ruang perawat agar dapat

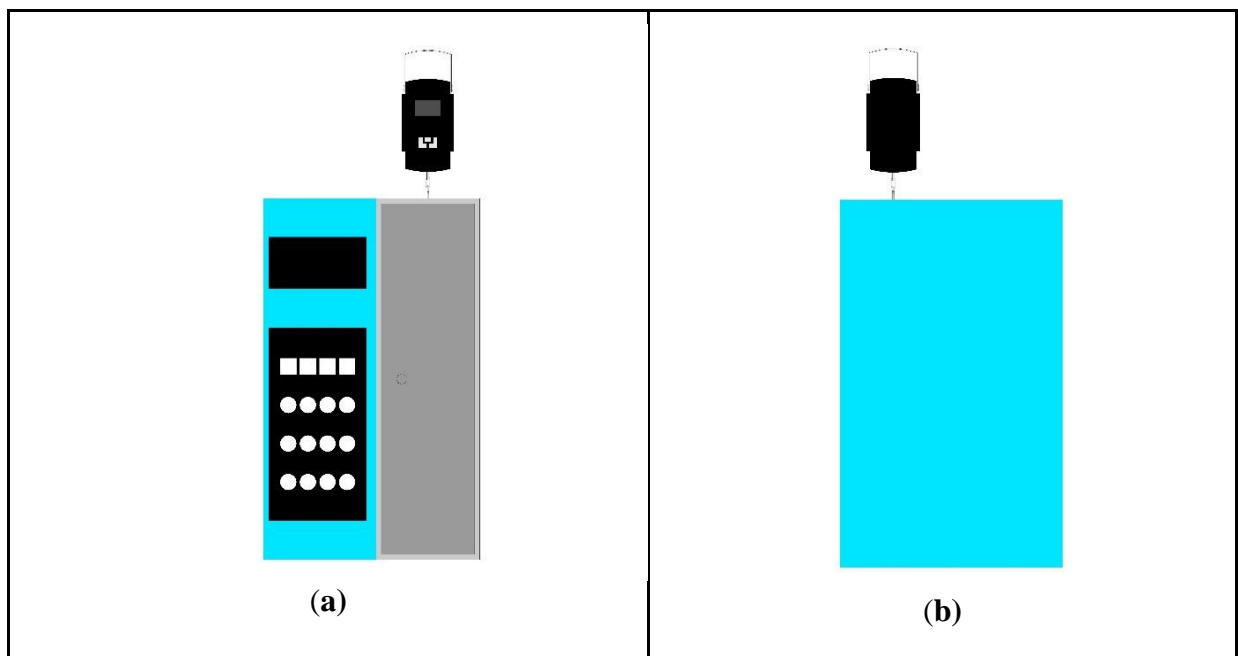
memonitoring jarak jauh. *Buzzer* sebagai alarm untuk memberikan notifikasi ke perawat jika ada masalah terhadap parameter yang diukur. Sedangkan, baterai lithium 5000mAH untuk penggunaan sumber tegangan alat.

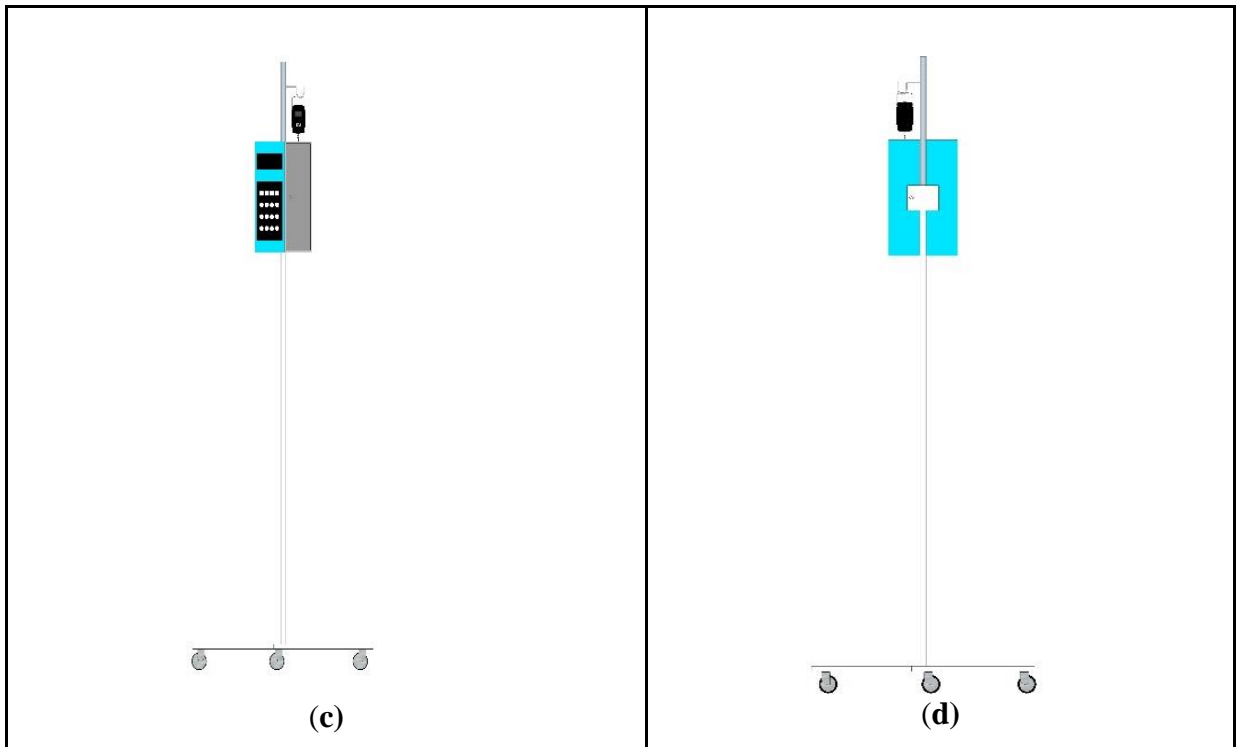
Pada alat yang ada di ruang rawat inap dan di ruang perawat dihubungkan dengan metode *peer to peer*, dimana metode tersebut dilakukan dengan menghubungkan WiFi ke alat yang ada di ruang rawat inap kemudian alat tersebut mengirimkan koneksi ke alat yang ada di ruang perawat, selanjutnya WiFi dikoneksikan kembali ke alat yang ada di ruang perawat. Sehingga kedua alat tersebut dapat terhubung dan terkoneksi dengan web server Ubidots.

4.1.2 Gambar Desain Tiga Dimensi (3D)

Pada proses pembuatan alat terdapat beberapa penyesuaian ulang dari usulan desain 2, dikarenakan di realisasinya ada komponen yang diganti dan perhitungan desain terbaru lebih ergonomis, sehingga dilakukan modifikasi untuk meningkatkan kenyamanan pengguna. Desain 3D ini berukuran 21 cm x 7 cm x 35 cm. Berikut adalah tampilan realisasi desain 3D dari alat ruang pasien dan ruang perawat yang ditinjau pada gambar 4.3 dan gambar 4.4 :

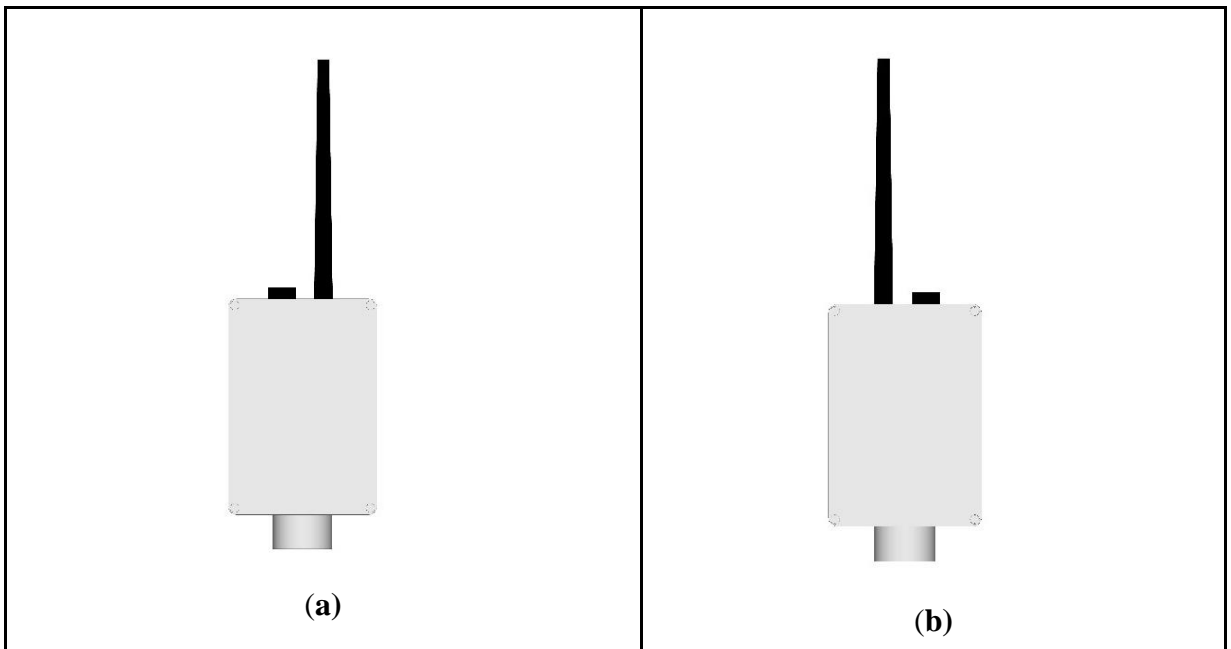
a. Alat Ruang Pasien

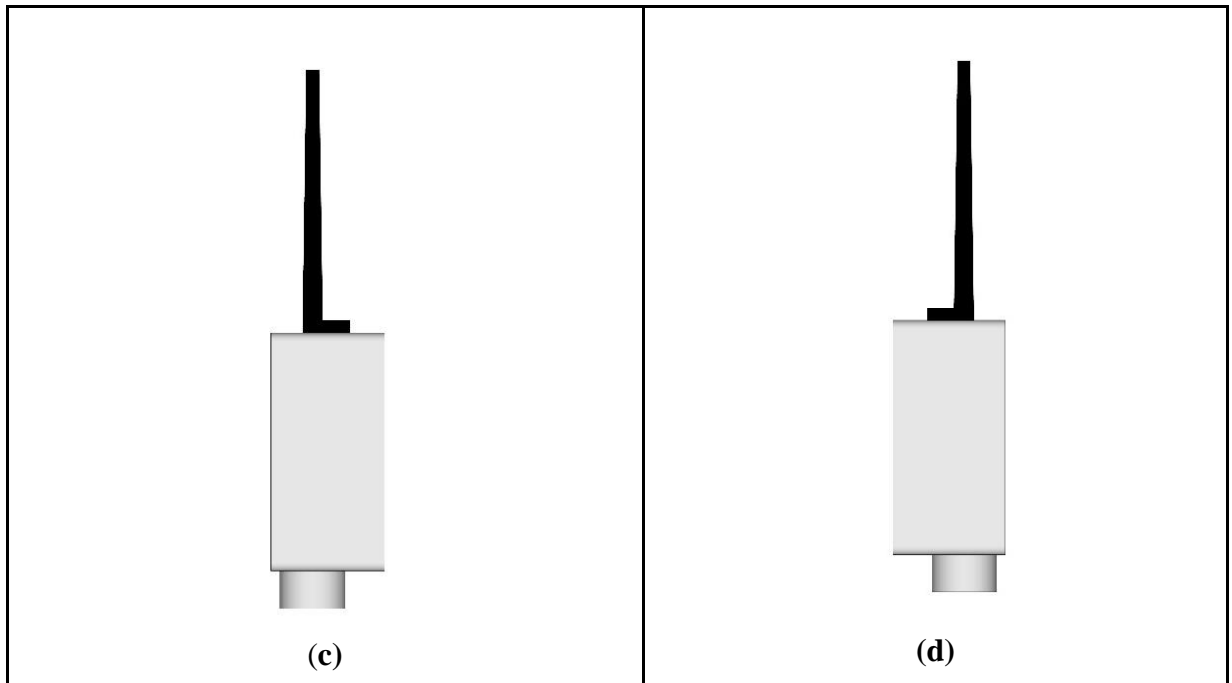




Gambar 4. 3 (a) Desain 3D alat pasien tampak depan (b) tampak belakang (c) alat pasien tampak depan dengan tiang infus (d) alat pasien tampak belakang dengan tiang infus

b. Alat Ruang Perawat

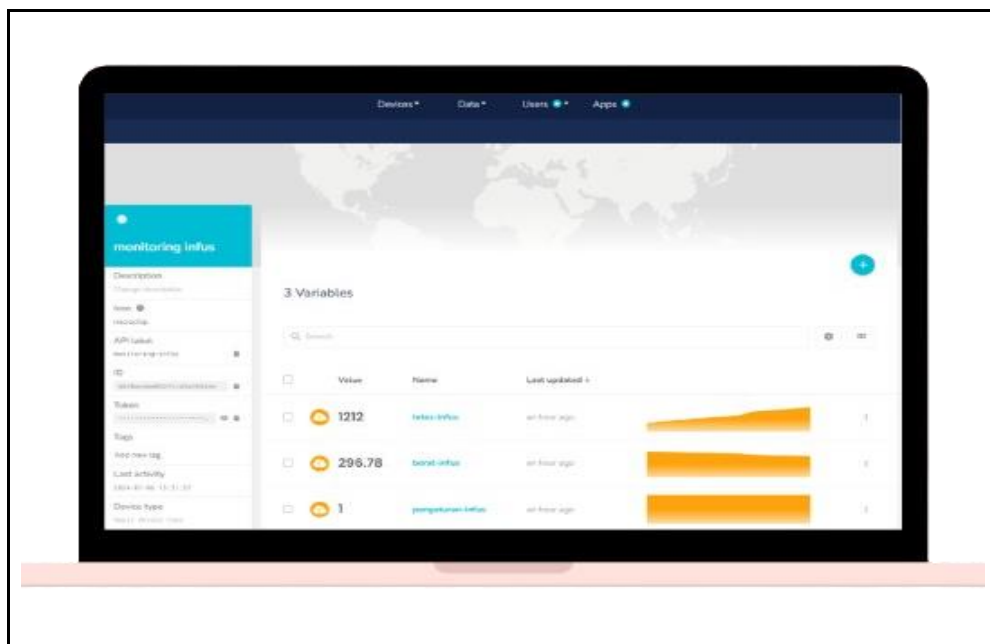


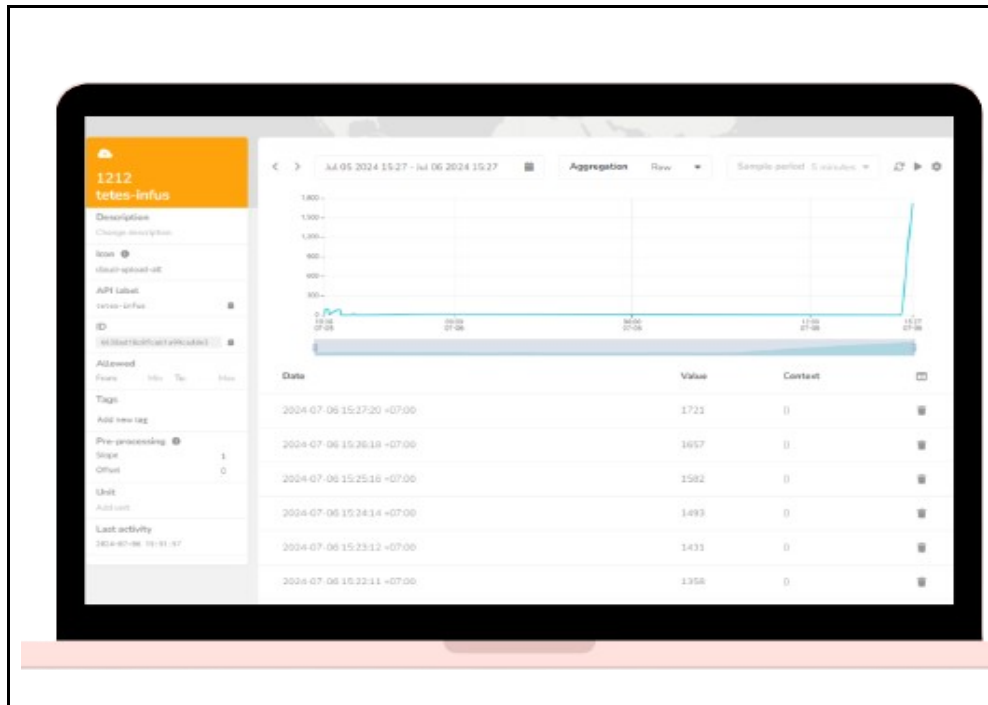


Gambar 4. 4 (a) Desain 3D alat perawat tampak depan (b) tampak depan (c) tampak kiri (d) tampak kanan

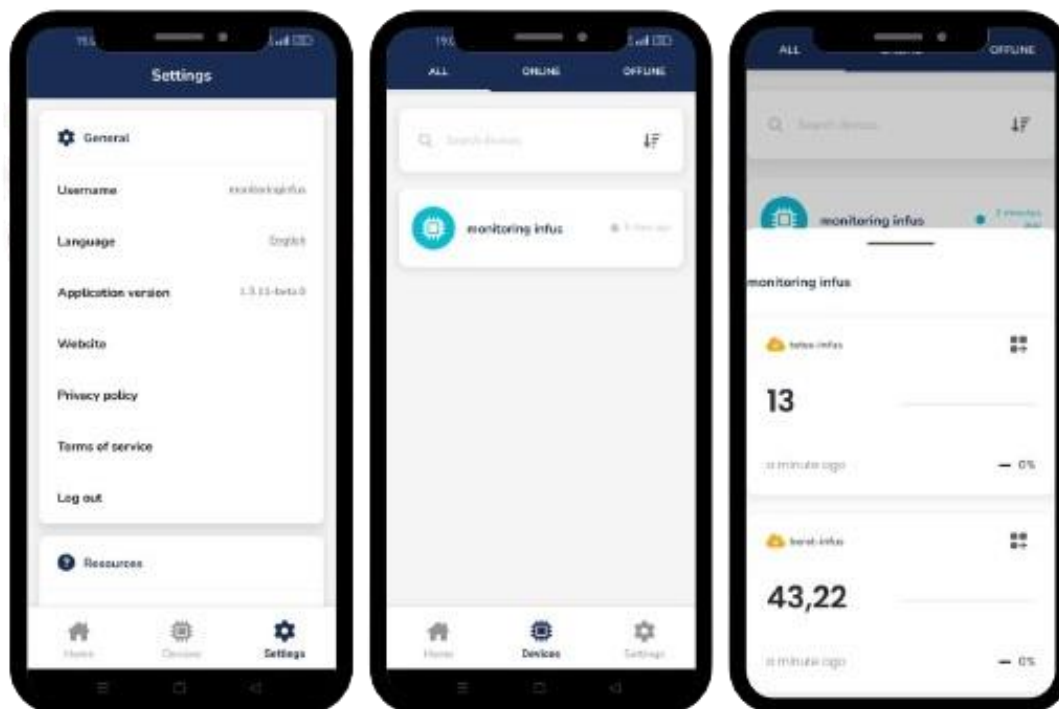
4.1.3 Software atau *Interface*

Software yang digunakan pada pembuatan alat sistem monitoring infus adalah Ubidots. Berikut adalah *interface* yang digunakan sebagai software ditinjau pada gambar 4.5 :





(a)



(b)

Gambar 4. 5 (a) Desain web server Ubidots, (b) Desain Ubidots pada *smartphone*

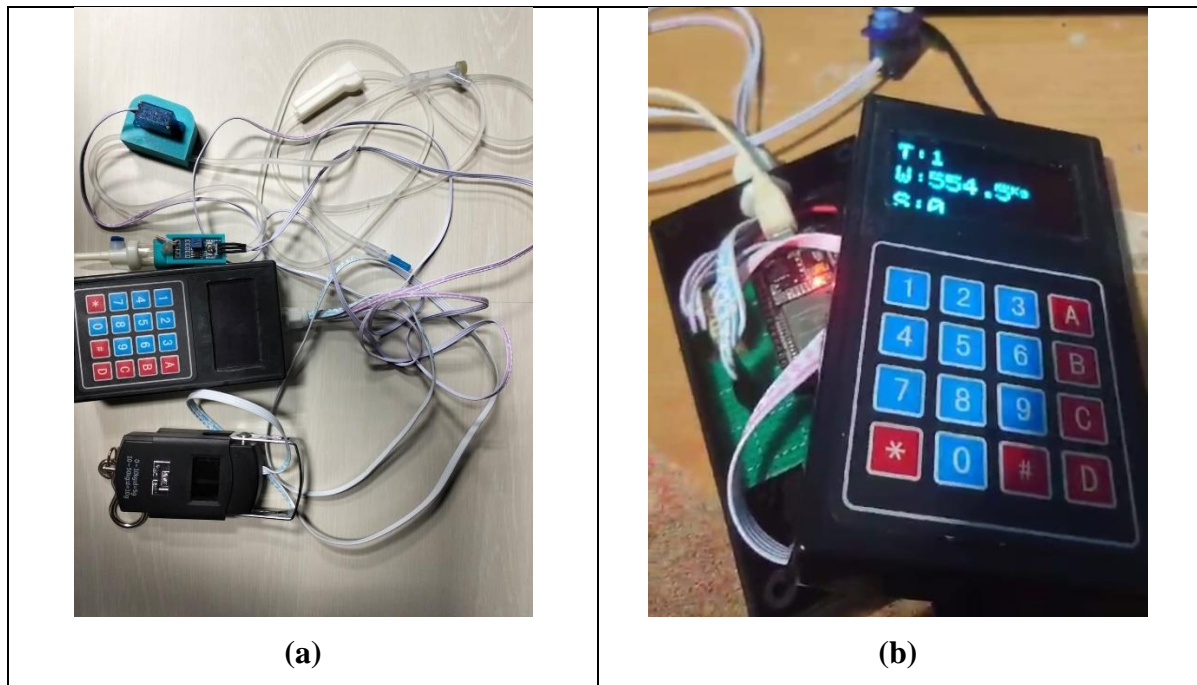
Pada gambar diatas, menunjukkan web server yang penulis gunakan. Dimana, dalam Ubidots tersebut berisikan parameter yang diukur dan pengaturan lainnya agar membantu perawat

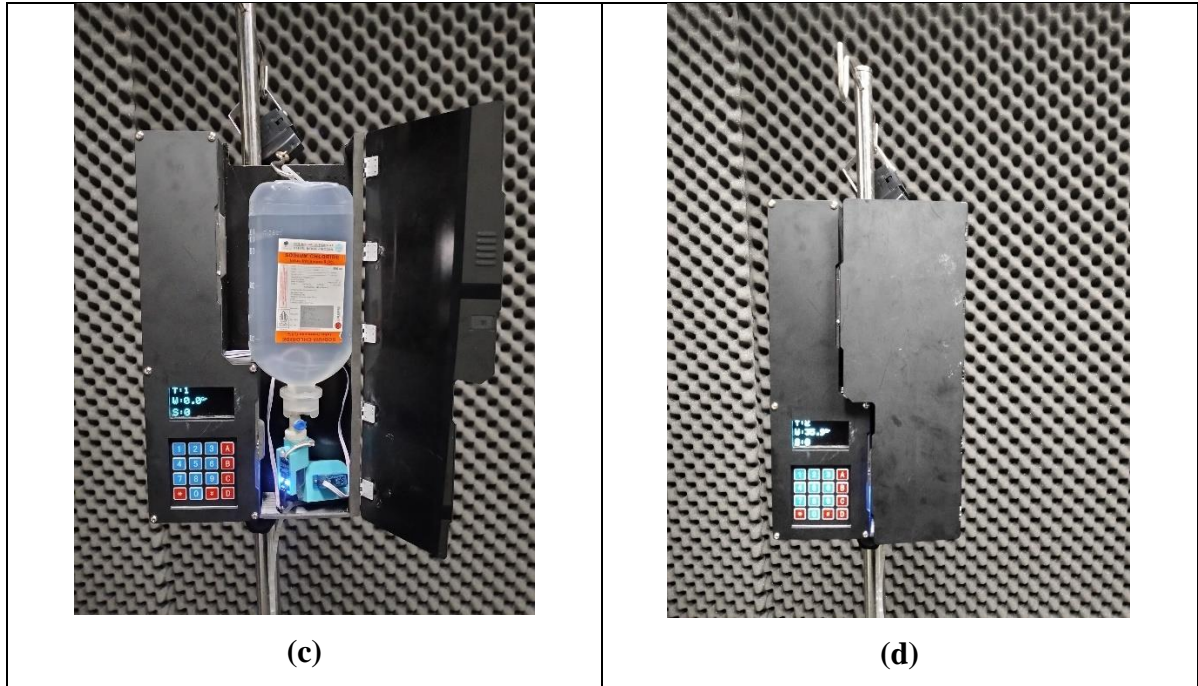
dalam menangani pasien menggunakan metode komunikasi WiFi. Metode komunikasi tersebut dipilih agar dapat memudahkan alat sistem monitoring infus dengan jaringan internet melalui perangkat elektronik di berbagai rumah sakit dan mempercepat layanan akses pada web server sesuai yang dijelaskan pada Bab 2. Selain web server, penulis juga menggunakan telegram sebagai output alat sistem monitoring infus dalam bentuk aplikasi.

4.1.1 Foto Hasil Akhir Perancangan

Hasil Perancangan alat merupakan gambaran dari alat yang akan digunakan dan juga beberapa rancangan yang akan dibuat. Berikut merupakan hasil akhir perancangan alat Monus yang ditinjau pada gambar 4.6 dan gambar 4.7 :

a. Alat di ruang pasien





Gambar 4. 6 (a) dan (b) Hasil realisasi perancangan alat ruang pasien, (c) dan (d) Tampilan realisasi alat dipasang di infus

b. Alat di ruang perawat



Gambar 4. 7 Hasil realisasi perancangan alat ruang perawat

Berdasarkan gambar diatas yang merupakan foto hasil akhir perancangan alat sistem monitoring infus yang terdiri dari 2 alat yaitu alat di ruang pasien dan alat di ruang perawat.

Dimana, alat di ruang pasien dilengkapi dengan sensor yang memantau tingkat cairan infus secara *real-time* dan mengirimkan data tersebut secara nirkabel ke alat di ruang perawat, sedangkan alat yang di ruang perawat menampilkan informasi melalui panel kontrol dan perawat bisa memonitoring kondisi infus tanpa harus berada di dekat ruangan pasien. Dengan sistem ini, efisiensi perawatan dapat membantu perawat dalam mengetahui masalah infus, sehingga dapat segera memberikan tindakan yang diperlukan.

4.2 Metode Pengukuran Kinerja Hasil Perancangan

Metode pengukuran yang digunakan untuk melakukan koneksi antara kedua alat yang berada di ruang rawat inap dan ruang perawat yaitu dengan metode *peer to peer*. Metode tersebut dilakukan untuk melakukan koneksi antara kedua alat sehingga dapat mengirimkan data dan menampilkan data ke web server. Berdasarkan hasil survei kecepatan tetesan infus rata-rata yaitu berkisar pada 20-60 tetes permenit. Untuk pengaturan kecepatan yang digunakan pada alat mengacu pada hasil survei tersebut, dimana untuk *range* kecepatan di setiap tombol *keypad* dapat dilihat pada tabel 4.2 di bawah ini.

Tabel 4. 2 *Range* kecepatan aliran infus

Tombol <i>Keypad</i>	<i>Range</i> Kecepatan
9	20 - 23
8	24 - 27
7	28 - 31
6	32 - 35
5	36 - 39
4	40 - 43
3	44 - 47
2	48 - 51
1	52 - 55
0	56 - 60

Pada pengukuran selanjutnya untuk mengetahui kinerja alat berjalan dengan baik dapat dilihat juga dari pengukuran alat ruang perawat ke ruang pasien terhadap jaraknya, web server,

dan aplikasi yang penulis gunakan. Dimana, cara yang digunakan dalam melakukan pengujian web server dan aplikasi antara lain :

a. Pengukuran jarak jangkauan alarm

Pengukuran jarak antara alat ruang perawat ke pasien sangat penting dalam pelayanan, karena berpengaruh pada efisiensi dan kualitas perawatan. Pada pengukuran ini, penulis mengambil data dengan melihat jarak ruang perawat ke ruang pasien, sebagai bentuk notifikasi di ruang perawat yang menggunakan *buzzer* dan dihubungkan melalui koneksi WiFi sehingga informasi dari alat di ruang pasien tetap dapat terjangkau. Optimalisasi jarak antara alat di ruang perawat, dan pasien harus memperhatikan keseimbangan antara aksesibilitas, efisiensi, dan kenyamanan.

b. Web server

Sistem monitoring dengan web server ini untuk mendeteksi pengukuran parameter meliputi kecepatan cairan infus, volume cairan infus, dan tetesan infus yang kemudian dikirimkan menggunakan internet melalui WiFi dan ditampilkan pada aplikasi. Mekanisme kerja Monus dari pengambilan, akuisisi hingga penyimpanan data.

Untuk pengujian detail menggunakan web server ini, penulis melakukan pemantauan terhadap konektivitas serial komunikasi yaitu WiFi dan juga responsivitas server terhadap alat Monus dalam menerima dan menampilkan data yang dikirim. Selain itu, memastikan bahwa data yang diterima juga akurat dan ditampilkan secara *real-time* dimana alat Monus ini akan memberikan data ke web server setiap 1 menit berganti. Apabila, hasil pengukuran ketiga parameter dari alat ruang pasien atau inap sama dengan tampilan web server, maka dapat dikatakan bahwa software atau *interface* yang telah dirancang memiliki kinerja yang baik sesuai dengan spesifikasi yang telah diusulkan.

c. Aplikasi

Alat Monus : sistem monitoring infus pasien dari ruang perawat ini juga menggunakan aplikasi. Dimana, aplikasi ini juga berfungsi untuk memberikan notifikasi aliran cairan infus, apabila perawat tidak ada di ruang perawat. Penulis menggunakan aplikasi telegram untuk menampilkan data secara *real-time* dari sensor infus dan di aplikasi telegram ini akan memberi tahu tenaga medis atau pengguna ketika ada masalah, seperti aliran infus yang terlalu lambat, terlalu cepat, atau terhenti dengan notifikasi berupa pesan teks.

BAB 5. HASIL PENGUKURAN DAN ANALISIS

5.1 Analisis Hasil

Analisis hasil pada pengukuran Monus : monitoring infus pasien dari ruang perawat akan menguraikan hasil dari implementasi usulan solusi desain yang sudah ditentukan baik dari pengukuran performa sistem, pengalaman pengguna (hasil tanggapan berupa survei ataupun hasil rekapitulasi kuesioner kepuasan pengguna), pemenuhan spesifikasi, kesesuaian dengan tujuan, dan analisis/pembahasan dampak implementasi sistem terhadap beberapa aspek. Berikut adalah analisis hasil pengukuran alat Monus diantaranya yaitu :

5.1.1 Hasil dan Analisis Pengujian Indikator

Hasil dan analisis pengujian indikator didasarkan pada desain yang sudah ditentukan oleh penulis pada Bab 4. Pengujian ini dibagi menjadi empat bagian, yaitu uji parameter, uji jarak, uji daya tahan baterai, dan uji web server serta aplikasi. Berikut adalah penjelasan hasil dan analisis dari pengujian indikator yang penulis lakukan yaitu :

5.1.1.1 Uji Parameter

a. Kecepatan Aliran Infus

Pengukuran data dilakukan sebanyak 10 kali berdasarkan variasi kecepatan pada alat. Pada setiap pengukuran terdapat 3 data yaitu kecepatan, volume dan ada atau tidaknya tetesan yang disesuaikan dengan waktu pengukuran. Untuk parameter kecepatan diatur manual sesuai dengan rumus perhitungan

$$\text{Kecepatan} = \frac{\text{Volume}}{\text{Jumlah jam} \times \text{Faktor tetesan}}$$

Perhitungan tersebut dilakukan untuk melihat kesesuaian antara jumlah tetesan per menit dengan beberapa variasi kecepatan. Pengaturan kecepatan ini dipengaruhi oleh motor servo yang berfungsi untuk mengatur diameter selang infus berdasarkan sudut poros. Semakin besar sudut poros maka kecepatan akan semakin kecil atau lambat sedangkan semakin kecil sudut poros maka kecepatan akan semakin besar atau cepat. Kedua hal tersebut mengacu pada lebar sinyal atau *bandwidth* yang berbanding lurus dengan sudut poros seperti halnya pada *bandwidth* 1,5 ms sudut poros akan menjadi 90 derajat.

b. Volume Cairan Infus

Pengujian volume cairan infus dilakukan dengan cara menghitung volume infus dari volume 500 mL sampai ≤ 10 mL dan sama seperti pengujian kecepatan aliran infus dilakukan sebanyak 10 kali sesuai variasi kecepatan pada alat. Selain itu, pengujian volume cairan infus ini juga berdasarkan TPM (*Total Productive Maintenance*) agar mengetahui berapa jumlah aliran volume cairan infus selama 1 menit, dikarenakan di setiap kemasan infus terdapat keterangan 20 tetesan setara dengan 1 mL ($20 \text{ drops} = 1 \text{ mL}$) dan batas normal menurut bidang kesehatan infus sekitar 20 sampai 60 tetesan. Apabila tetesan dilihat dari per jam, maka batas normal tetesan sekitar 60 mL/jam sampai dengan 180 mL/jam. Secara matematis rumus volume nya pun sebagai berikut :

$$\text{Volume (V)} = \text{Kecepatan Aliran (Q)} \times \text{Waktu (t)}$$

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah jumlah volume dari cairan infus sesuai dengan ketentuan infus set atau bidang kesehatan. Volume cairan infus ini menggunakan sensor *load cell* yang berfungsi untuk mengkondisikan sinyal dari *load cell* agar tegangan levelnya pada 0-5v agar bisa dibaca oleh mikrokontroler dan memudahkan untuk pengolah datanya kemudian hasil pengujiannya akan ditampilkan di alat dan web server. Dimana, prinsip kerja dari sensor *load cell* yaitu saat sisi *strain gauge* mendapat tekanan beban, maka sisi lainnya akan mengalami perubahan regangan (deformasi).

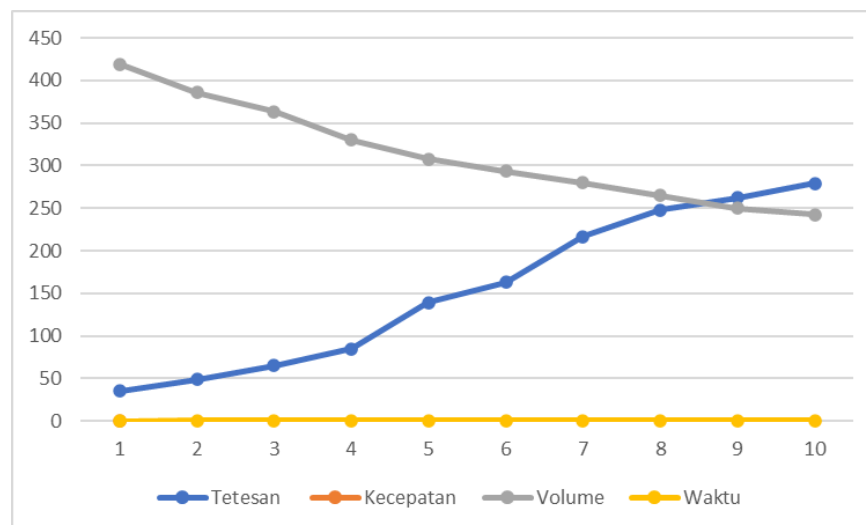
c. Ada atau Tidaknya Cairan Infus

Kondisi cairan infus dilihat dari apakah ada tetesan atau tidak. Kondisi ini diamati oleh sensor *infrared*, dimana setiap tetesan akan terbaca dan dikalkulasikan menjadi jumlah tetesan infus pada alat dan ditampilkan di web server. Informasi kondisi tersebut dihubungkan dengan *buzzer* berdasarkan dua kondisi yaitu normal dan tidak normal. Pada kondisi normal, tetesan akan ada setiap detik atau minimal < 10 detik. Sedangkan kondisi tidak normal ditunjukkan jika tidak ada tetesan selama ≥ 10 detik dan kondisi tersebut akan menyebabkan *buzzer* berbunyi di ruang perawat sebagai bentuk peringatan.

Berikut adalah hasil uji data dari 3 parameter diatas setiap 1 menit, maka dapat ditinjau pada tabel 5.1 hingga 5.10 sebagai berikut :

Tabel 5. 1 Hasil uji data ke-1

No	Tetesan	Kecepatan	Volume	Waktu
1	35	0	419.10	18:02
2	49		386.11	18:04
3	65		363.66	18:05
4	85		330.40	18:07
5	139		307.44	18:08
6	163		293.44	18:09
7	217		280.07	18:10
8	248		265.19	18:11
9	262		250.19	18:13
10	279		242.31	18:14

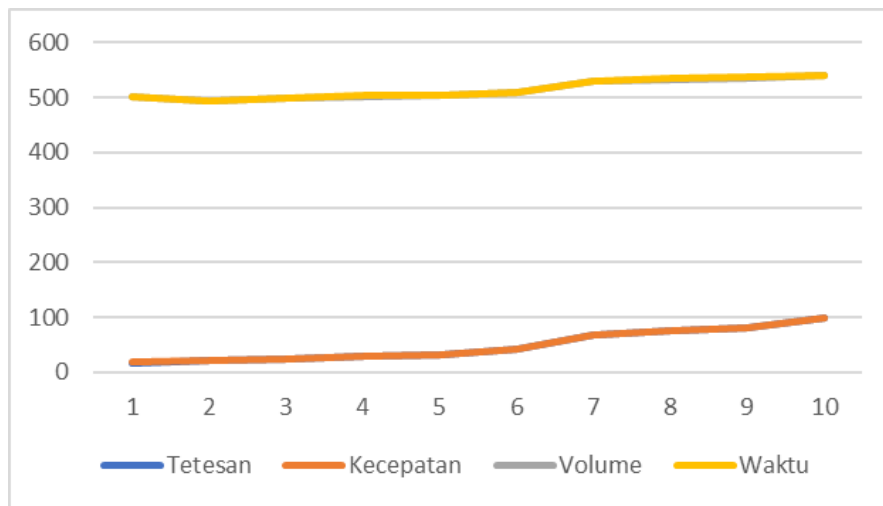


Gambar 5. 1 Grafik hasil uji data ke-1 dengan kecepatan 0

Tabel 5. 2 Hasil uji data ke-2

No	Tetesan	Kecepatan	Volume	Waktu
1	17	1	482.54	21:00
2	22		471.51	21:01
3	24		474.45	21:03
4	28		474.01	21:04

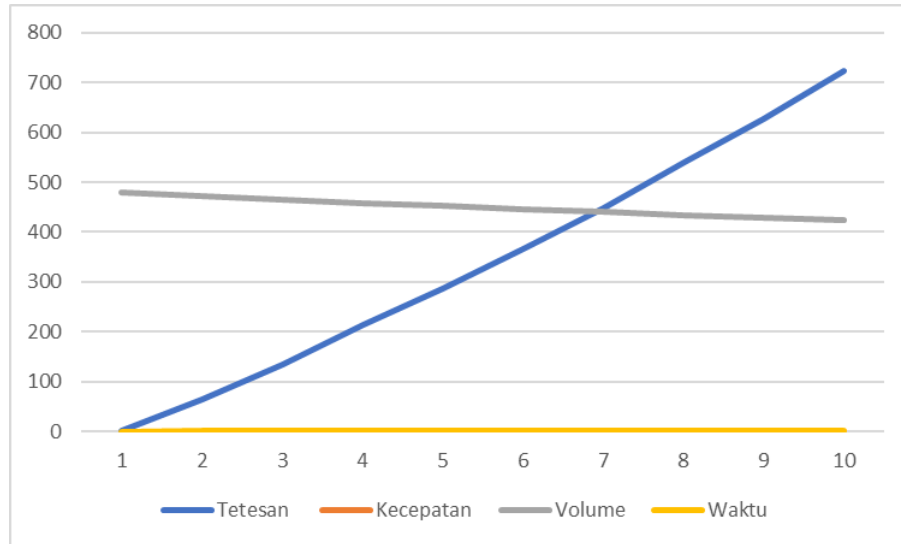
5	33	470.91	21:05
6	41	467.13	21:07
7	69	460.42	21:09
8	76	457.51	21:10
9	81	454.77	21:12
10	100	439.01	21:14



Gambar 5. 2 Grafik hasil uji data ke-2 dengan kecepatan 1

Tabel 5. 3 Hasil uji data ke-3

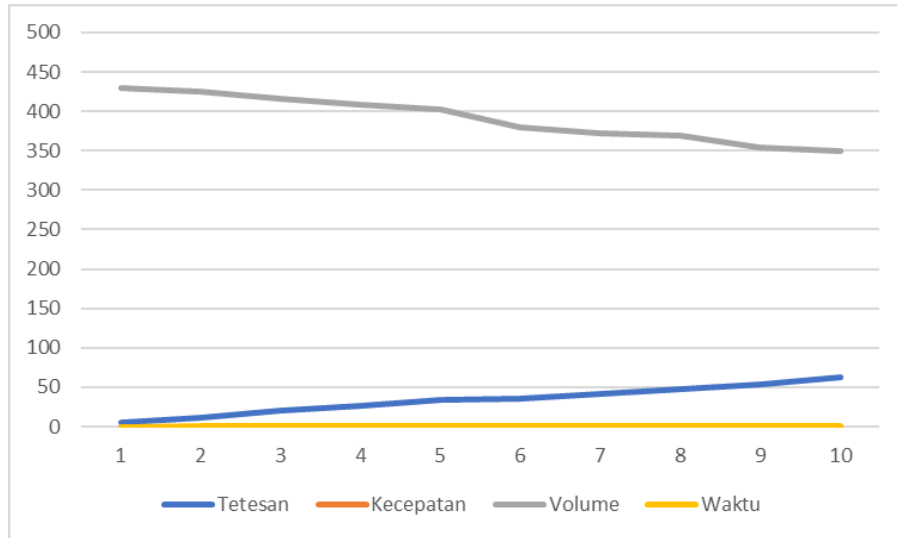
No	Tetesan	Kecepatan	Volume	Waktu
1	0	2	479.90	15:03
2	64		471.64	15:05
3	134		465.74	15:06
4	213		458.49	15:07
5	287		453.62	15:08
6	365		446.89	15:09
7	448		441.25	15:10
8	541		433.33	15:11
9	628		429.30	15:12
10	724		424.98	15:13



Gambar 5. 3 Grafik hasil uji data ke-3 dengan kecepatan 2

Tabel 5. 4 Hasil uji data ke-4

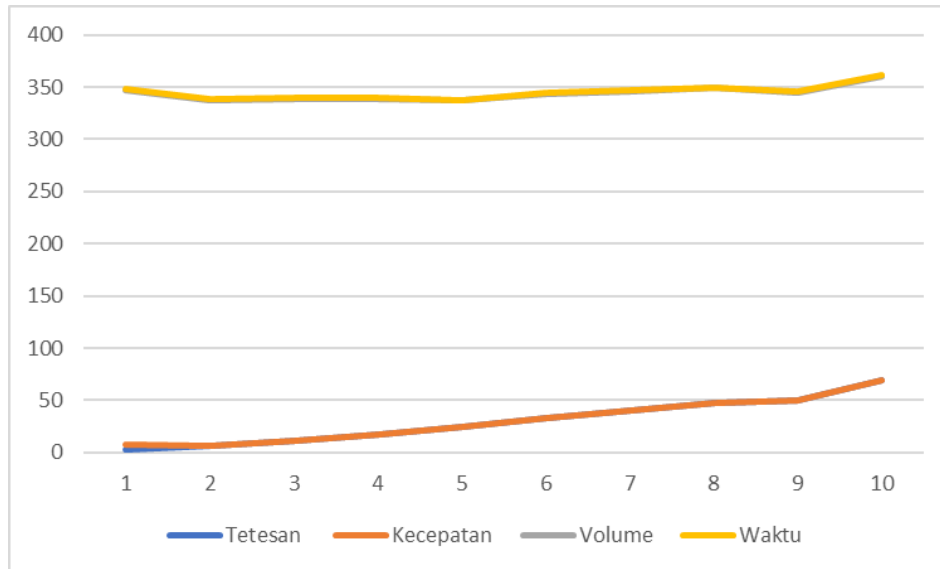
No	Tetesan	Kecepatan	Volume	Waktu
1	5	3	430.01	21:16
2	11		424.77	21:17
3	20		416.60	21:19
4	26		409.08	21:21
5	34		402.42	21:22
6	36		380.41	21:23
7	41		372.20	21:25
8	47		369.80	21:26
9	54		354.47	21:28
10	62		348.83	21:30



Gambar 5. 4 Grafik hasil uji data ke-4 dengan kecepatan 3

Tabel 5. 5 Hasil uji data ke-5

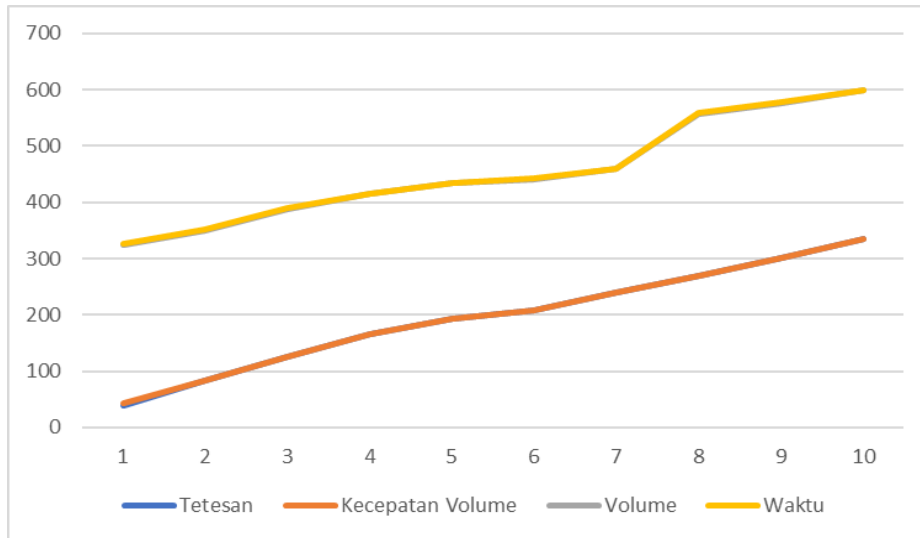
No	Tetesan	Kecepatan	Volume	Waktu
1	3	4	340.53	21:33
2	6		331.53	21:34
3	11		328.18	21:35
4	17		321.47	21:37
5	24		313.09	21:39
6	33		310.67	21:41
7	40		306.11	21:42
8	48		300.97	21:43
9	50		294.61	21:45
10	69		291.93	21:49



Gambar 5. 5 Grafik hasil uji data ke-5 dengan kecepatan 4

Tabel 5. 6 Hasil uji data ke-6

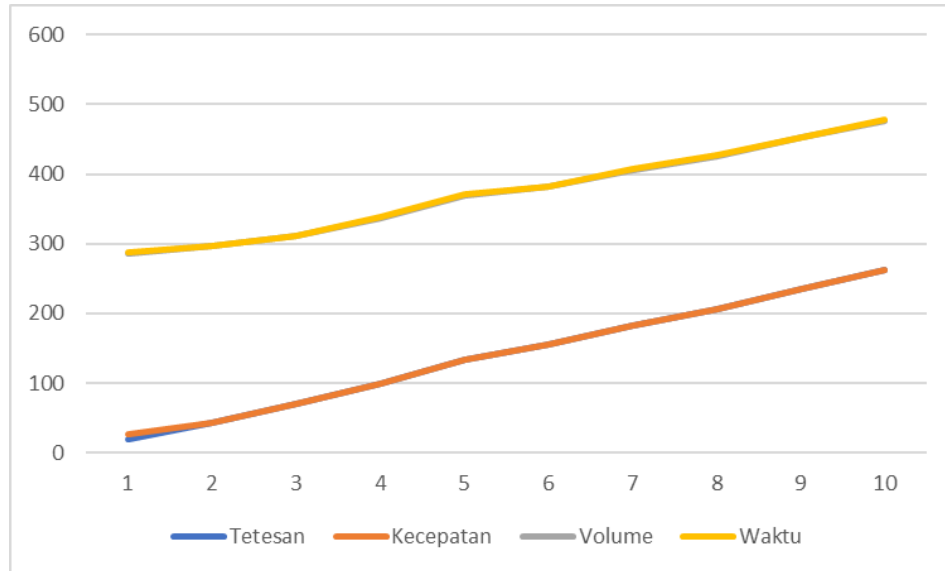
No	Tetesan	Kecepatan	Volume	Waktu
1	39	5	280.77	21:51
2	84		266.04	21:52
3	126		262.52	21:53
4	165		249.32	21:54
5	193		240.62	21:56
6	209		232.14	21:57
7	239		220.01	21:58
8	269		288.32	21:59
9	301		275.29	22:00
10	335		263.54	22:01



Gambar 5. 6 Grafik hasil uji data ke-6 dengan kecepatan 5

Tabel 5. 7 Hasil uji data ke-7

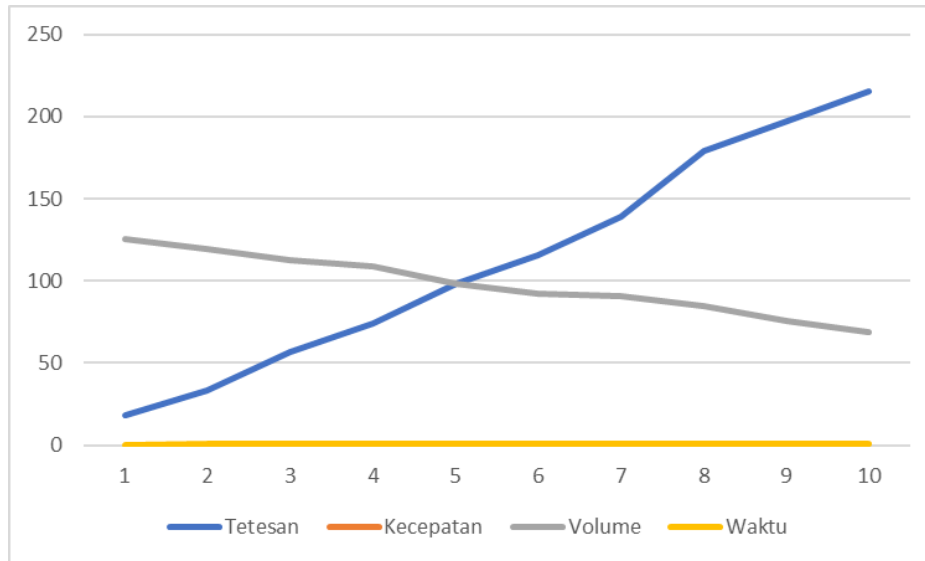
No	Tetesan	Kecepatan	Volume	Waktu
1	20	6	260.25	22:17
2	43		253.53	22:18
3	70		240.88	22:19
4	99		238.44	22:20
5	133		236.22	22:21
6	156		225.36	22:22
7	183		223.25	22:23
8	206		219.80	22:24
9	235		216.94	22:26
10	262		214.21	22:27



Gambar 5. 7 Grafik hasil uji data ke-7 dengan kecepatan 6

Tabel 5. 8 Hasil uji data ke-8

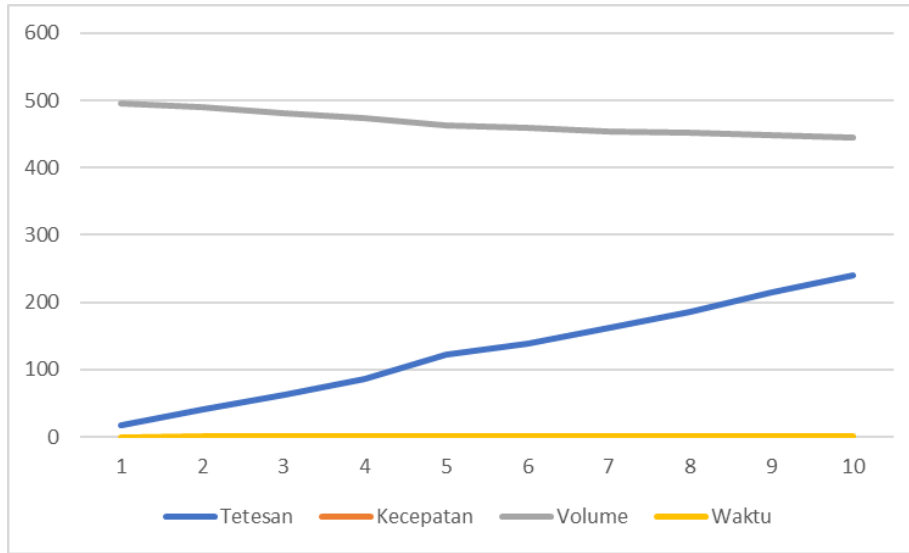
No	Tetesan	Kecepatan	Volume	Waktu
1	18	7	125.36	22:34
2	33		119.47	22:36
3	57		112.30	22:37
4	74		108.99	22:38
5	98		98.62	22:39
6	116		91.98	22:41
7	139		91.07	22:43
8	179		84.48	22:44
9	197		75.91	22:46
10	215		68.75	22:47



Gambar 5. 8 Grafik hasil uji data ke-8 dengan kecepatan 7

Tabel 5. 9 Hasil uji data ke-9

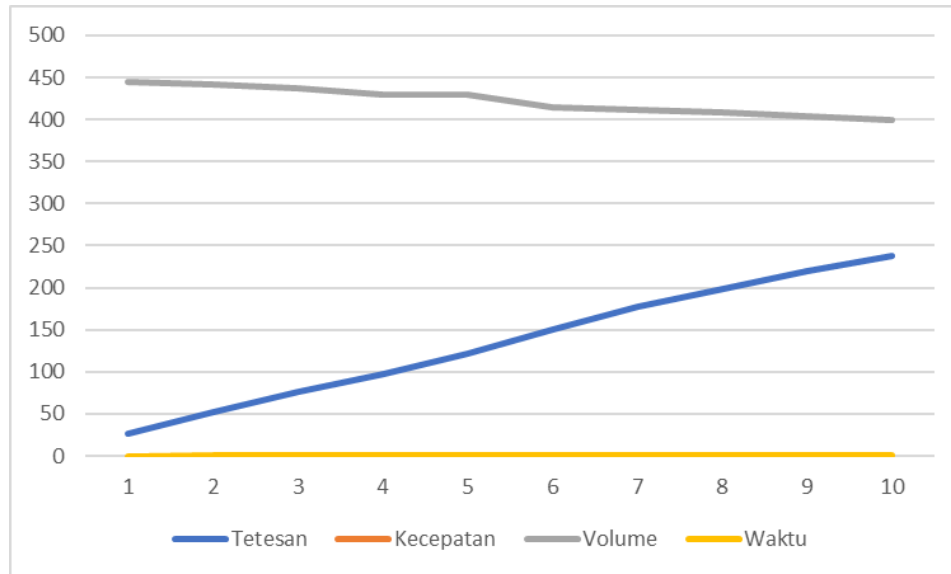
No	Tetesan	Kecepatan	Volume	Waktu
1	18	8	494.82	23:01
2	40		490.78	23:03
3	62		481.85	23:04
4	86		473.83	23:06
5	123		462.46	23:09
6	139		459.26	23:10
7	162		453.13	23:12
8	185		452.06	23:13
9	215		449.32	23:15
10	240		445.70	23:16



Gambar 5. 9 Grafik hasil uji data ke-9 dengan kecepatan 8

Tabel 5. 10 Hasil uji data ke-10

No	Tetesan	Kecepatan	Volume	Waktu
1	27	9	445.09	23:23
2	52		441.29	23:25
3	77		437.22	23:26
4	98		429.35	23:27
5	122		428.91	23:29
6	150		414.43	23:30
7	177		410.95	23:31
8	199		409.19	23:32
9	219		404.19	23:33
10	238		398.87	23:35



Gambar 5. 10 Grafik hasil uji data ke-10 dengan kecepatan 9

Persentase error dalam tetesan infus merupakan faktor penting yang mempengaruhi akurasi dan keandalan sistem monitoring infus. Menurut Standar *Internasional* ISO 60601-2-24:2012 dan pedoman dari organisasi seperti *Infusion Nurses Society* (INS) serta *Association for the Advancement of Medical Instrumentation* (AAMI) batas toleransi persentase error yang dapat diterima biasanya berkisar antara 5% hingga 10% [19]. Fungsi persentase error ini menunjukkan sejauh mana hasil pengukuran aktual mendekati nilai teoritis yang diharapkan dan menetapkan persyaratan ketat untuk akurasi dan keselamatan perangkat infus, berguna mencegah risiko *over-infusion* atau *under-infusion* yang dapat berdampak serius pada kesehatan pasien [19]. Berikut adalah rumus mencari persentase error secara teoritis :

$$\text{Persentase Error} = \frac{\text{Nilai Eksperimen} - \text{Nilai Teoritis}}{\text{Nilai Teoritis}} \times 100\%$$

Persentase error data uji ketiga parameter tersebut dibandingkan dengan hasil pengukuran secara manual dengan teoritis untuk mendapatkan nilai errornya, dimana untuk nilai teoritis kami menggunakan 20cc sesuai dengan ketentuan batas normal infus, yang ditunjukkan pada tabel 5.11 berikut :

Tabel 5. 11 Persentase error uji parameter

No	Pengujian Data	Kecepatan Infus	Persentase Error
1	Uji data ke-1	0	11%
2	Uji data ke-2	1	3%
3	Uji data ke-3	2	32.7%
4	Uji data ke-4	3	1.85%
5	Uji data ke-5	4	2.3%
6	Uji data ke-6	5	13.95%
7	Uji data ke-7	6	11,1%
8	Uji data ke-8	7	8.85%
9	Uji data ke-9	8	10.1%
10	Uji data ke-10	9	9.55%
<i>ΣPersentase error</i>			$\frac{104.4}{10} \times 100\%$ = 10,44%

Akurasi tetesan infus sangatlah penting untuk menghindari risiko kelebihan atau kekurangan infus pada kesehatan pasien. Standar internasional seperti ISO 60601-2-24:2012 mengatur persyaratan ketat mengenai akurasi dan keselamatan perangkat infus [19]. Akurasi tetesan infus diukur dengan membandingkan jumlah tetesan yang diukur dengan jumlah yang diharapkan, dan persentase kesalahan harus berada dalam batas toleransi yang dapat diterima. Berikut adalah rumus mencari akurasi dalam sistem monitoring infus pasien :

$$Akurasi = \left(1 - \frac{Tetesan\ Teukur - Tetesan\ Referensi}{Tetesan\ Referensi}\right) \times 100\%$$

Maka dengan perhitungan tersebut, akurasi pengujian data ini mendapatkan akurasi 90%, dimana perhitungan dapat ditinjau pada bawah ini :

$$Akurasi = \left(1 - \frac{22 - 20}{20}\right) \times 100\%$$

$$Akurasi = \left(1 - \frac{2}{20}\right) \times 100\%$$

$$Akurasi = (1 - 0.9) \times 100\%$$

$$\mathbf{Akurasi = 90\%}$$

Sistem kerja alat Monus untuk ruang pasien yang menggunakan sensor *load cell* sebagai pendeteksi volume cairan infus dan sensor *infrared* sebagai pendeteksi kecepatan infus serta ada atau tidaknya tetesan akan diteruskan ke mikrokontroler ESP32 dengan menggunakan serial komunikasi WiFi untuk mengirimkan hasil data ke LCD, web server, dan aplikasi. Data hasil uji dari ketiga parameter yaitu kecepatan aliran infus, volume cairan, dan ada atau tidaknya tetesan, dimana ketiga parameter tersebut saling berhubungan dalam memonitoring cairan infus. Alat Monus ini dapat berjalan dengan baik dalam mengetahui pengukuran ketiga parameter tersebut setiap satu menit atau secara *real-time*.

Kecepatan infus tertinggi terdapat pada bilangan '9' dimana semakin tinggi bilangan maka kecepatan infus akan semakin besar. Berdasarkan data hasil uji sistem diatas didapatkan bahwa semakin tinggi kecepatan infus maka semakin besar peningkatan tetesan di setiap menitnya atau perbedaan tetesan setiap menit semakin besar. Dari hasil tabel maupun grafik diatas, Volume infus di setiap pengaturan kecepatan memiliki selisih yang berbeda. Hal ini dipengaruhi oleh kecepatan infus dimana volume di setiap menit menunjukkan pengurangan cukup sesuai dengan kenaikan jumlah tetesan permenit. Hal tersebut, sesuai dengan bidang kesehatan dan secara matematis atau teoritis. Selain itu, setelah melakukan 10 kali pengujian di setiap parameter diketahui bahwa nilai sesuai TPM 20 sama dengan 1 ml cairan infus yang sudah mengalir.

Dengan perhitungan ISO 60601-2-24:2012, persentase error alat monus ini sekitar 10,44% dengan akurasi 90%, dapat dikatakan bahwasannya alat ini masih di batas toleransi, namun sedikit melebihi batas yang diterima dan menunjukkan perlunya tindakan korektif., dimana menurut ISO 60601-2-24:2012 persentase error terbaik ialah $\leq 5\%$ dan 5% - 10%. Persentase error alat Monus ini dengan 10,44% masih memerlukan perbaikan untuk menentukan akurasi dan keandalan alat.

Tabel 5. 12 Hasil uji data kondisi alarm (*buzzer*) saat infus habis

No	Tetes	Kecepatan	Volume	Waktu	Alarm
1	85	4	12.32	21:51	-
2	88		12.27	21:52	-
3	92		11.25	21:53	-
4	97		10.90	21:54	-
5	100		10.53	21:55	-
6	105		10.27	21:56	-
7	108		10.13	21:57	-
8	112		10.07	21:58	-
9	115		9.99	21:59	√
10	121		9.58	22:01	√

Ket : - (tidak bunyi), √ (bunyi)

Tabel 5. 13 Hasil uji data kondisi tetesan *stuck*

No	Tetes	Kecepatan	Volume	Waktu	Alarm
1	4	4	17.96	21:30	-
2	8		17.75	21:31	-
3	13		17.31	21:32	-
4	17		17.24	21:33	-
5	21		17.02	21:35	-
6	25		16.25	21:36	-
7	29		16.44	21:37	-
8	32		16.84	21:38	-
9	36		15.65	21:39	-
10	36		15.25	21:40	√

Ket : - (tidak bunyi), √ (bunyi)

Berdasarkan tabel 5.12 dan tabel 5.13 merupakan data uji kondisi alarm (*buzzer*) dan tetesan *stuck* yang menjelaskan kemungkinan untuk terjadi *trouble* atau kesalahan saat memberikan notifikasi berdasarkan informasi dari sistem ruang pasien. Hal tersebut dikarenakan

adanya kendala pada koneksi dan jarak jangkauan yang terbatas hanya hingga 9 meter. Untuk mengatasi kejadian tersebut digunakan notifikasi dari aplikasi telegram sebagai *backup* dari notifikasi alarm (*buzzer*)

5.1.1.2 Uji jarak

Pengukuran jarak jangkauan dari alat dilakukan antara alat di ruang pasien dengan *buzzer* di ruang perawat. Setiap data pengukuran diambil dari jarak yang bervariasi. Jarak tersebut disesuaikan dengan jarak antara ruang perawat dan beberapa ruang pasien dengan ketentuan ukuran rumah sakit pada umumnya. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa jauh jarak jangkauan *buzzer* dan koneksi WiFi dengan alat di ruang pasien. Berikut adalah hasil uji data jarak, maka dapat ditinjau pada tabel 5.14 sebagai berikut :

Tabel 5. 14 Hasil data uji jarak

Keterangan Jarak	Jarak	Kondisi	Waktu Pengujian
Pintu ruang terbuka (beda 6 ruangan)	8 meter	SL	17.18
Pintu ruang tertutup (beda 6 ruangan)	9 meter	SL	17.20
Lantai atas	9 meter dengan ketinggian 3.7 meter	SP	16.27

Ket : SL : suara lancar, SP : suara putus-putus

Sistem kerja alat Monus untuk ruang perawat, dimana dari hasil data alat ruang pasien, maka WiFi akan menerima dan mengirimkan mikrokontroler ESP32, kemudian akan mengirimkan ke *buzzer* untuk notifikasi jika terjadi kehabisan infus. Berdasarkan hasil data uji jarak yaitu pintu ruang terbuka serta pintu ruang tertutup dengan pembeda 6 ruangan, dan lantai atas yang ditunjukkan pada tabel diatas maka, jarak 8 meter dengan kondisi pintu ruangan terbuka, maka alat menunjukkan performa yang baik dengan suara lancar (SL) dan waktu pengujian di jam 17.18

yang artinya menunjukkan bahwa sinyal nirkabel dapat bertransmisi dengan baik tanpa gangguan signifikan. Jarak 9 meter dengan kondisi pintu ruangan tertutup, sistem tetap menunjukkan performa yang baik dengan suara lancar (SL) dan waktu pengujian di jam 17.20 yang artinya menunjukkan bahwa sinyal nirkabel masih cukup kuat untuk menembus penghalang seperti pintu tertutup, meskipun jarak sedikit lebih jauh dibandingkan dengan kondisi pintu terbuka. Namun, jarak 9 meter dengan ketinggian tambahan 3.7 meter, kondisi sinyal berubah menjadi suara putus-putus (SP) dengan waktu pengujian di jam 16.27. Hal ini menunjukkan bahwa sinyal nirkabel mengalami gangguan yang lebih signifikan ketika harus menembus lantai dan mungkin bahan konstruksi lainnya, yang mengakibatkan performa transmisi yang kurang stabil.

Sehingga, dengan data uji jarak ini dapat mengukur kinerja sistem pada berbagai jarak dari ruang perawat. Data uji jarak ini terfokuskan dengan hasil kekuatan sinyal yang dikirim oleh WiFi, tingkat keberhasilan transmisi data, dan waktu nya. Maka dari itu, dengan jarak optimal yang penulis dapatkan yaitu 9 meter merupakan jarak yang paling maksimal untuk alat ini berbunyi dan sinyal nirkabel dapat bertransmisi dengan baik tanpa gangguan signifikan.

5.1.1.3 Uji Daya Tahan Baterai

Pengukuran daya tahan baterai dilakukan pada baterai alat yaitu baterai lithium-ion 5000 mAh. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa lama daya baterai bertahan dan dapat memberikan suplai ke beberapa komponen lainnya. Selama penggunaan sistem secara terus-menerus sistem dapat bertahan selama 5-10 jam. Dengan tegangan 12 volt untuk sistem di ruang perawat, masa bertahan baterai selama 6 jam. Berdasarkan perhitungan dengan rumus berikut :

$$Kapasitas (Wh) = Kapasitas (Ah) \times Tegangan (V)$$

$$Kapasitas (Wh) = 5 Ah \times 12 volt$$

$$Kapasitas (Wh) = 60 Wh$$

Dengan kapasitas 60 Wh dan daya sebesar 10 Watt didapatkan masa bertahan baterai dengan perhitungan berikut :

$$Waktu (Jam) = \frac{Kapasitas (Wh)}{Daya (Watt)}$$

$$Waktu (Jam) = \frac{60 Wh}{10 Watt} = 6 Jam$$

Berdasarkan perhitungan diatas didapatkan bahwa masa bertahan baterai yaitu 6 jam. Sedangkan pada realitanya masa tahan baterai yaitu 5-6 jam. Sehingga perhitungan diatas sesuai dengan realitanya.

5.1.1.4 Uji Web server dan Aplikasi

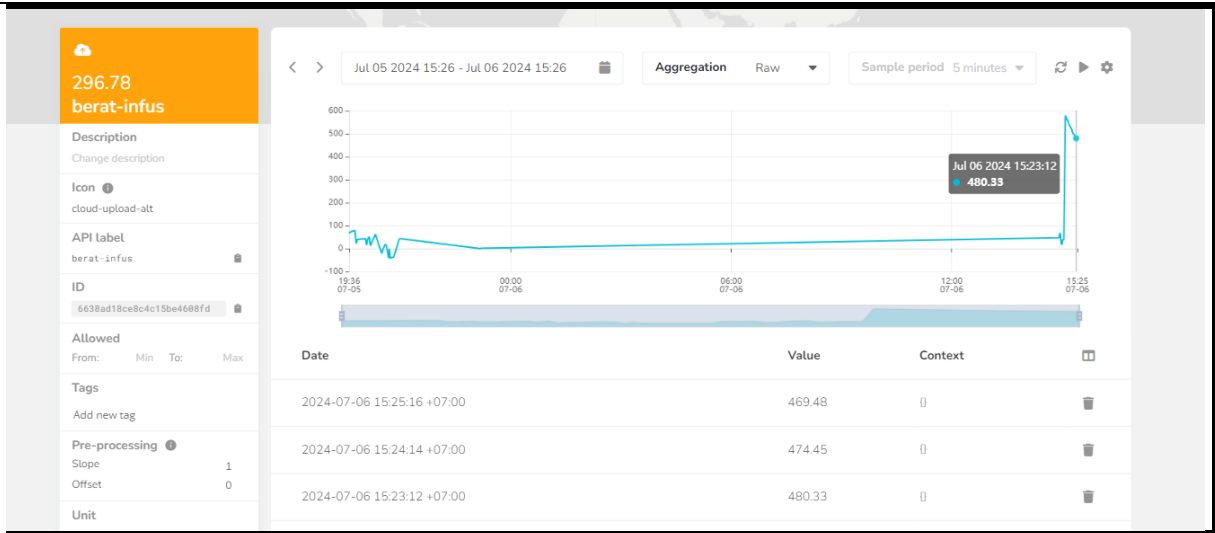
a. Web server

Pengujian web ini untuk melihat hasil akhir alat yang akan ditampilkan ke web server dan dapat diakses dengan *smartphone* maupun PC. Selain itu, juga dapat menampilkan hasil grafik yang sesuai dengan data pengukuran setiap parameter yang diperoleh dari hasil pembacaan sensor dan diproses secara *real-time*. Dimana, pengujian data yang telah masuk ke web server dilihat apakah sesuai dengan hasil tampilan LCD alat dan pengujian pengukuran data ini dilakukan selama 30 menit per data yang diambil. Untuk menjalankannya, perawat atau pengguna melakukan login untuk membuat akun baru. Kemudian hubungkan alat *smartphone*, laptop, atau komputer/PC untuk mendapatkan informasi berupa data yang berasal dari sensor yang berjalan. Selain itu, Untuk tampilan grafik pada web server digunakan untuk mengumpulkan, menganalisis dan memvisualisasikan data dari setiap sensor yang terhubung dengan jaringan. *Traffic resources* berfungsi untuk menampilkan data setiap satu menit sehingga dalam satu menit akan menampilkan parameter pengukuran dan dapat menyimpan data yang diproses dari sensor dengan format Microsoft Excel.

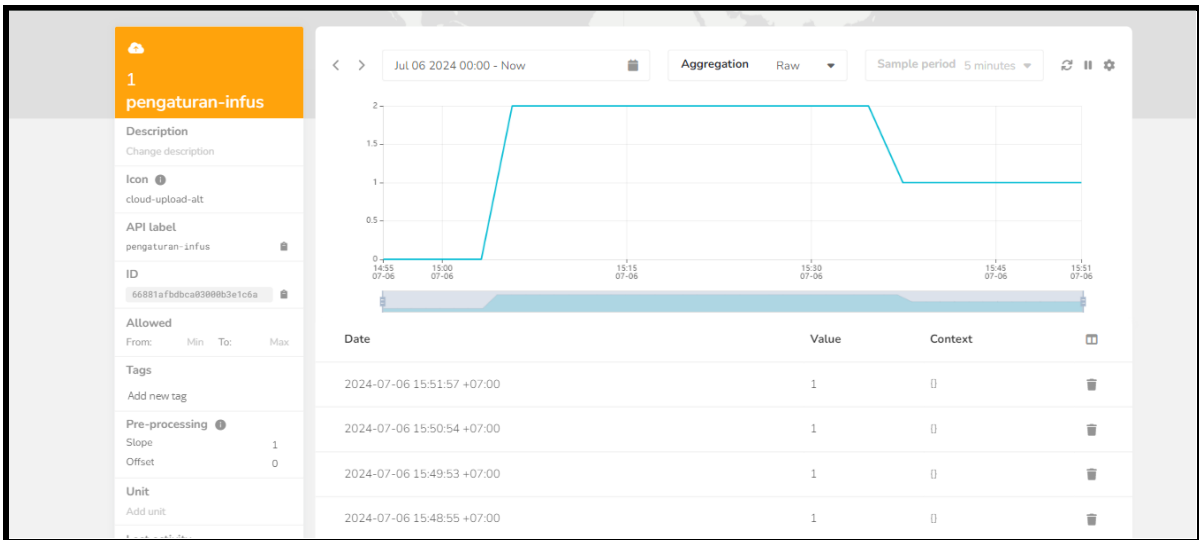
Beberapa parameter yang telah disebutkan sebelumnya akan ditampilkan dalam web server, maka untuk tampilannya dapat ditinjau pada gambar 5.11 hingga 5.14 berikut :



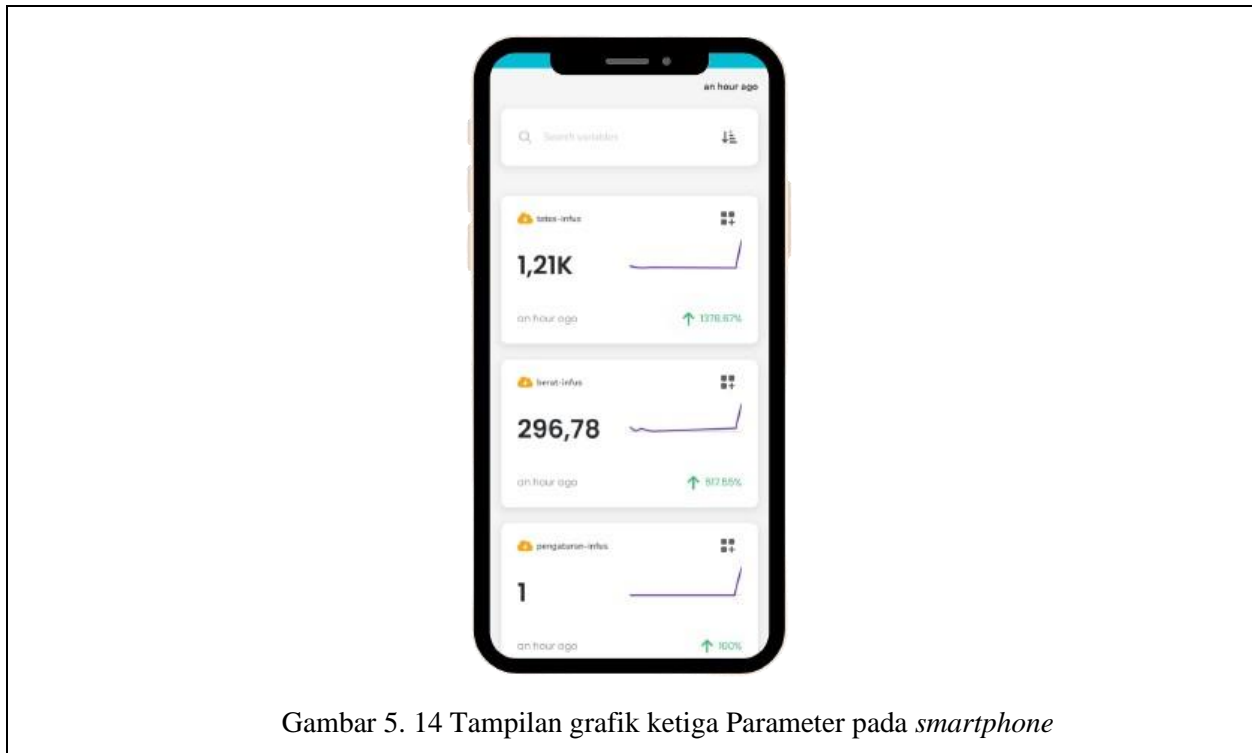
Gambar 5. 11 Tampilan grafik kecepatan aliran infus pada Ubidot



Gambar 5. 12 Tampilan grafik Volume cairan infus pada Ubidot



Gambar 5. 13 Tampilan grafik tetesan infus pada Ubidot



Gambar 5. 14 Tampilan grafik ketiga Parameter pada *smartphone*

b. Aplikasi Telegram

Pengujian tidak hanya dengan web server namun juga dengan aplikasi yaitu aplikasi telegram. Aplikasi tersebut dapat digunakan dalam membantu tugas *admin* dalam monitoring hasil infus dengan praktis. Prinsip kerja aplikasi telegram ini hampir sama seperti web server. Berikut adalah tampilan aplikasi telegram dari alat Monus yang dapat berhasil dijalankan pada tabel 5.15 dan gambar 5.15 yaitu :

Tabel 5. 15 Hasil uji aplikasi telegram

Pengujian Data	Keterangan Kondisi	Jam	Hari/Tanggal
1	Alat Ready	22.28	Jum'at, 05 Juli 2024
	Infus Habis	-	
	Infus Macet	22.44	
2	Alat Ready	22.51	Jum'at, 05 Juli 2024
	Infus Habis	23.10	

5.1.1.5 Perbandingan Performa Antara Sistem Yang Dibuat Dengan Sistem Lain

Perbandingan alat Monus yang penulis buat dengan sistem yang sudah ada di sebelumnya menjadi beberapa referensi dipilih untuk menjadi bahan pertimbangan dalam proses perancangan dapat dilihat pada tabel 5.16 yang merupakan perbandingan referensi teknologi terdahulu dari sistem monitoring infus pasien yang telah diimplementasikan.

Tabel 5. 16 Perbandingan performa antara sistem yang dibuat dengan sistem lain

No	Fitur/komponen	Sistem yang dibuat	Monitoring Cairan Infus Menggunakan <i>Load Cell</i> Berbasis <i>Internet Of Things (IoT)</i>	Sistem Kendali dan Monitoring Infus Berbasis <i>Internet Of Things</i>	Sistem Pemantauan Tetesan Cairan Infus Berbasis <i>Internet Of Things</i>
1	Kecepatan Aliran Infus	$\leq 90^{\circ}$	-	$\geq 110^{\circ}$	-
2	Volume Cairan Infus	≥ 60	≥ 60	≥ 60	-
3	Ada atau Tidaknya Tetesan Cairan Infus	Terdeteksi tetesan	Terdeteksi tetesan namun lemah	Terdeteksi tetesan	Terdeteksi namun lemah
4	Jarak Alat	Maksimal 9 meter	-	-	Maksimal 4 meter

5.1.2 Pemenuhan Spesifikasi Sistem

Pada spesifikasi sistem di alat Monus ini, terdapat perbedaan komponen yang digunakan, dimensi, berat, dan juga kualitas. Hal ini dikarenakan penyesuaian terhadap perancangan alat dan pengoptimalan komponen dengan realisasinya. Berikut adalah perbandingan alat Monus antara spesifikasi usulan dan hasil realisasi perancangannya yang dapat dilihat pada tabel 5.17 berikut:

Tabel 5. 17 Pemenuhan spesifikasi sistem

No	Spesifikasi	Usulan	Realisasi
1	Dimensi (Panjang x Lebar x Tinggi)	30 cm x 15 cm x 15 cm.	21 cm x 7 cm x 35 cm
2	Berat Alat Monus	± 1 Kg	Alat Ruang Pasien : 0.500 Kg Alat Ruang Perawat : 0.240 kg
3	Sumber Tegangan	Baterai LifePO4	Baterai Lithium 5000 mAH
4	Sensor Kecepatan Cairan Infus	Sensor Optocoupler	Motor Servo
5	Sensor Volume Cairan Infus	Sensor <i>Load Cell</i>	Sensor <i>Load Cell</i>
6	Sensor Ada atau Tidaknya Tetesan Infus	Sensor Optocoupler	Sensor Infrared
7	Jarak Alat Ruang Perawat	40 meter	9 meter
8	Koneksi	WiFi	WiFi
9	Web Server (<i>platform</i> penampil data)	<i>Framework</i>	Ubidots
10	Hasil Keluaran Monitoring	PC dan <i>Smartphone</i>	PC dan <i>Smartphone</i>
11	Aplikasi telegram	Keluaran telegram : ID perangkat, 3 parameter	Keluaran telegram : Infus macet dan infus habis, hari/tanggal, dan jam

Pada tabel 5.17 diatas terdapat beberapa ketidaksesuaian yang terjadi pada usulan dengan realisasi, pada dimensi terdapat perbedaan yang cukup banyak yaitu 21 cm untuk panjang, 7 cm

untuk lebar serta 35 cm untuk tinggi, dikarenakan lebih fleksibel dan ergonomis, lalu pada berat usulan dan realisasi sedikit berbeda, untuk realisasi lebih kecil dan fleksibel dibandingkan dengan usulan, dimana berat alat ruang pasien dengan 0.500 Kg, sedangkan alat ruang perawat : 0.240 kg. Pada bagian sumber tegangan juga mengalami perbedaan, yang mulanya menggunakan baterai LifePO4 menjadi baterai Lithium 5000mAH hal ini dikarenakan daya tahan baterai yang lebih lama dan kapasitas yang besar. Pada sensor kecepatan cairan infus yang mulanya menggunakan sensor optocoupler menjadi motor servo dikarenakan untuk akurasi, presisi kontrol, kemampuan pengaturan dinamis, dan fleksibilitas lebih baik dibandingkan sensor optocoupler. Pada sensor ada atau tidaknya tetesan infus penulis juga mengganti dari sensor optocoupler menjadi sensor *infrared*, hal ini dikarenakan sensor *infrared* mempunyai keunggulan yang signifikan seperti mengukur perubahan volume dengan akurat, resistansi lebih tahan lama terhadap gangguan lingkungan, dan fleksibilitas untuk penempatannya. Pada jarak juga terdapat perbedaan banyak dimana usulan 40 meter, dan di realisasi nya 9 meter. Lalu untuk web server atau *platform* penampil data yang mulanya *framework* menjadi Ubidots dikarenakan kecepatan dalam mengintegrasikan perangkat IoT untuk memonitoring data, keamanan data yang kuat, dan efektif dalam segi biaya.

5.1.3 Pengalaman Pengguna

Pada saat melakukan pengujian sistem terdapat kendala, dikarenakan koneksi yang belum stabil dan kesesuaian jarak yang dibutuhkan belum sesuai sehingga harus mengganti jenis komponen ESP32 dan menambahkan antena untuk menambah jarak jangkauan. Pengalaman pengguna dapat dilihat pada tabel 5.18 berikut :

Tabel 5. 18 Pengalaman pengguna

No	Fitur/Komponen	Capaian	Aksi/Perbaikan
1	Fungsi	Efektif dalam mendeteksi tetesan, volume dan mengatur kecepatan.	Dipertahankan
2	Kemudahan	Bahan selang infus cukup elastis sehingga mudah dalam mengatur kecepatan aliran	Dipertahankan

3	Keamanan	Desain dan ukuran sistem yang minimalis dengan semua komponen tertutup sehingga sulit untuk terkena gangguan dari luar	Dipertahankan
4	Kendala	<ul style="list-style-type: none"> • Jarak jangkauan yang terbatas sehingga sulit dalam kondisi penempatan alat yang sesuai dengan ketentuan rumah sakit • Koneksi seringkali sulit terhubung 	<ul style="list-style-type: none"> • Mengganti jenis ESP32 dan menambahkan antena di sistem yang ada di ruang perawat • Memastikan koneksi aman sebelum menghubungkan dan mengecek koneksi saat terjadi delay dalam pembacaan data di web server

Sistem ini sudah menjalankan fungsinya dengan baik berdasarkan keefektifan dalam mendeteksi tetesan, volume dan mengatur kecepatan. Sistem juga mudah dioperasikan dan fleksibel sehingga dalam melakukan monitoring tidak perlu memantau secara terus menerus. Keamanan dari sistem sudah tergolong cukup aman karena desain yang minimalis dan fleksibel. Terdapat beberapa kendala dikarenakan koneksi jaringan dan jarak jangkauan, akan tetapi setelah melakukan aksi jarak jangkauan terpantau aman dan sesuai dengan ketentuan. Selain itu, pengalaman pengguna alat ini juga kami berikan ke pasien sebagai media atau *participant* dalam pengujian produk yang diajukan oleh tim project agar mengetahui sistem monitoring infus dapat membantu mereka selama perawatan. Beberapa pasien setuju dengan alat Monus ini untuk memantau kondisi infus mereka, dikarenakan sudah *compact* dari segi ukuran, bentuk, komponen, dan fungsinya. Pasien juga memberikan saran untuk desain dari alat Monus dkecilkan kembali, warnanya lebih dicerahkan, indikator pada tampilan LCD bisa diperjelas agar mempermudah orang yang ingin lihat, penggunaan baterai untuk mengetahui catu daya alat, dan jika ada pengembangan mungkin bisa ditambahkan fungsinya untuk *controlling* bukan hanya memonitoring saja.

5.1.4 Kesesuaian Perencanaan dalam Manajemen Tim dan Realisasinya

Pada proses pengerjaan terdapat beberapa perbedaan antara usulan waktu dan juga realisasi pelaksanaan dan aktivitas penulis selama pelaksanaan TA2. Selain itu, usulan RAB dengan realisasi terdapat perbedaan yang cukup signifikan dikarenakan terdapat beberapa perubahan setelah melakukan realisasi dapat dilihat pada tabel 5.19 hingga tabel 5.21 berikut :

Tabel 5. 19 Kesesuaian Perencanaan dalam Manajemen Tim dan Realisasinya

No	Kegiatan	Usulan Waktu	Realisasi Pelaksanaan
1	Pembelian alat dan bahan	Desember	Januari
2	Perancangan sistem sesuai proposal	Januari	Februari
3	Pembuatan alat	Februari - Maret	Maret - Mei
4	Testing dan validasi	April - Mei	Mei - Juni
5	Expo dan pengumpulan laporan akhir	Juni	Juli

Pada tabel 5.19 diatas merupakan kesesuaian perencanaan pelaksanaan usulan dan realisasinya. Dimana terdapat perbedaan waktu sekitar sebulan dari usulan pelaksanaan, hal tersebut dikarenakan adanya pergeseran waktu dari pelaksanaan testing dan validasi hingga expo dan pengumpulan laporan.

Tabel 5. 20 Kesesuaian Usulan Rencana Anggaran Biaya dengan Realisasinya

No	Jenis Pengeluaran	Usulan Biaya		Realisasi Biaya		
		Kuantitas	Total Harga	Kuantitas	Harga Satuan	Total Harga

1	Biaya uji coba untuk kebutuhan <i>project</i>	2	Rp444.000,00	2	Rp222.000,00	Rp444.000,00
2	Modul sensor <i>load cell</i>	1	Rp30.900,00	2	Rp25.000,00	Rp50.000,00
3	Modul sensor infrared	1	Rp12.500,00	2	Rp12.000,00	Rp24.000,00
4	Motor servo	1	Rp52.000,00	1	Rp68.000,00	Rp68.000,00
5	Jasa cetak kotak kemasan (3D <i>Printing</i>)	1	Rp450.000,00	1	Rp450.000,00	Rp450.000,00
6	LCD	1	Rp40.100,00	1	Rp60.800,00	Rp60.800,00
7	Kabel dan peralatan solder	1	Rp36.000,00	-	-	-
8	Module WiFi	1	Rp176.600,00	2	Rp40.000,00	Rp80.000,00
9	Tombol (<i>keypad</i> 4x4)	1	Rp5.000,00	1	Rp57.000,00	Rp57.000,00
10	Tombol (<i>switch On/Off</i>)	1	Rp1.750,00	-	-	-
11	Pembelian timah 0.8 mm 10 m	10	Rp13.500,00	-	-	-
12	Web Server Ubidots	-	-	-	-	-

13	Tiang Infus kaki 3 roda	1	Rp94.499,00	-	-	-
14	Infus NaCL 0.9% 500 ml	2	Rp21.800,00	3	Rp11.070,00	Rp33.210,00
15	Infus Set Terumo Dewasa	1	Rp10.000,00	1	Rp13.037,00	Rp13.037,00
16	Selang Infus Hexa	1	Rp10.000,00	-	-	-
17	Suntikan 5 cc BD	-	-	1	Rp3.400,00	Rp3.400,00
17	Plat besi dan baut	1	Rp30.000,00	1	Rp20.000	Rp20.000,00
18	Modul ESP32	3	Rp202.000,00	2	Rp75.000,00	Rp150.000,00
19	PCB	2	Rp99.000,00	IC 5x7cm : 2 IC 10x22cm : 1	IC 5x7cm : Rp2.500,00 IC 10x22cm : Rp14.000,00	Rp5.000,00 + Rp14.000,00 = Rp19.000,00
20	Chip memori 128Gb	1	Rp65.000,00	-	-	-
21	Baterai Lithium 5000 mAH	2	Rp100.000,00	2	Rp70.000,00	Rp140.000,00
22	Arduino UNO R3	1	Rp100.000,00	1	Rp115.000,00	Rp115.000,00
23	Buzzer	1	Rp5.500,00	3	Rp5.500,00	Rp16.500,00
24	Modul sensor optocoupler			1	Rp2.500,00	Rp2.500,00

25	HX711 Module Weighing Sensor	-	-	1	Rp9.000,00	Rp9.000,00
26	Kabel USB to jack DC	-	-	1	Rp7.000,00	Rp7.000,00
27	Lem G untuk Perekat Tiang Infus	-	-	1	Rp5.500,00	Rp5.500,00
28	Baut PAB 10 x 2	-	-	2	Rp500,00	Rp1.000,00
27	Poster 50 cm x 75 cm	-	-	1	Rp104.500,00	Rp104.500,00
Total Harga		Rp. 1.900.149,00		Total Harga		Rp1.873.947,00

Pada Tabel 5.20 diatas yaitu kesesuaian usulan RAB dan realisasinya dimana terdapat perbedaan harga. Hal tersebut karena saat melakukan usulan RAB harga yang dilihat adalah harga di pasaran saat itu sedangkan pembelian dilakukan sebulan setelah usulan RAB. Sehingga saat melakukan pembelian terdapat beberapa perbedaan harga dikarenakan adanya kenaikan atau penurunan harga dari beberapa barang yang digunakan.

Tabel 5. 21 Realisasi aktivitas pelaksanaan tugas akhir 2

No	Hari, Tanggal, Durasi (jam atau hari)	Aktivitas	Pelaksana
1	Selasa, 09 Januari 2024, 2 jam	Membeli komponen	Tarisya
2	Rabu, 10 Januari 2024, 5 Jam	Uji coba sensor dan Menghubungkan mikrokontroller dengan sensor	Tarisya, Wafiq

3	Kamis, 11 Januari 2024, 2 Jam	Menghubungkan sensor <i>load cell</i> dengan HX711 dan uji coba sensor <i>load cell</i>	Tarisyah, Wafiq
4	Jumat, 12 Januari 2024, 2 jam	Menghubungkan sensor <i>load cell</i> dengan HX711 (aktivitas sebelumnya ada kesalahan saat menyolder HX711)	Tarisyah, Wafiq
5	Sabtu, 27 Januari 2024, 2 Jam	Membeli komponen	Wafiq
6	Selasa, 27 Februari 2024, 3 Jam	Kuliah umum penjelasan Capstone TA 2	Wafiq
7	Selasa, 5 Maret 2024, 2 Jam	Merevisi rangkaian elektronik dari 2 sistem (ruang pasien dan perawat)	Tarisyah, Wafiq
8	Kamis, 7 Maret 2024, 2 Jam	Menghubungkan kedua sensor dengan mikrokontroler dan melakukan uji coba sensor	Tarisyah, Wafiq
9	Jumat, 8 Maret 2024, 2 Jam	Membuat program untuk sistem di ruang pasien dan menghubungkan komponen-komponen yang digunakan	Tarisyah, Wafiq
10	Sabtu, 9 Maret 2024, 3 Jam	Melakukan modifikasi program karena masih terjadi error di aktivitas sebelumnya	Tarisyah, Wafiq
11	Kamis, 14 Maret 2024, 2 Jam	Menggabungkan semua komponen dari sistem di ruang pasien dengan kabel dan menyolder	Tarisyah, Wafiq
12	Jumat, 15 Maret 2024, 1 Jam	Menggabungkan semua komponen dari sistem di ruang	Tarisyah, Wafiq

		pasien dengan kabel dan menyolder	
13	Selasa, 19 Maret 2024, 1 Jam	Bimbingan TA 2 dengan dosen pembimbing	Tarisyah, Wafiq
14	Kamis, 21 Maret 2024, 1 Jam	Menggabungkan semua komponen dari sistem di ruang pasien dengan kabel dan menyolder	Tarisyah, Wafiq
15	Jumat, 22 Maret 2024, 1 Jam	Menggabungkan semua komponen dari sistem di ruang pasien dengan kabel dan menyolder	Tarisyah, Wafiq
16	Selasa, 26 Maret 2024, 1 Jam	Bimbingan TA 2 dengan mengirimkan progress	Tarisyah, Wafiq
17	Kamis, 28 Maret 2024, 2 Jam	Menggabungkan semua komponen dari sistem di ruang pasien dengan kabel dan menyolder	Tarisyah, Wafiq
18	Kamis, 25 April 2024, 2 jam	Membeli infus dan selang infus set	Tarisyah, Wafiq
19	Jumat, 26 April 2024, 2 Jam	Bimbingan TA 2 dengan dosen pembimbing	Tarisyah, Wafiq
20	Sabtu, 27 April 2024, 3 Jam	Melakukan uji coba untuk sistem di ruang pasien	Tarisyah, Wafiq
21	Selasa, 30 April 2024, 2 Jam	Melakukan uji coba untuk sistem di ruang pasien	Tarisyah, Wafiq
22	Kamis, 2 Mei 2024, 3 Jam	Membuat sistem untuk ruang perawat	Tarisyah, Wafiq
23	Jumat, 3 Mei 2024, 3 Jam	Melakukan perbaikan untuk sistem di ruang pasien karena	Tarisyah, Wafiq

		terdapat kesalahan pada sensor infrared dan motor servo	
24	Sabtu, 4 Mei 2024, 3 Jam	Melakukan uji coba untuk sistem di ruang pasien	Tarisyah, Wafiq
25	Senin, 6 Mei 2024, 2 Jam	Melakukan uji coba untuk sistem di ruang pasien dan membuat powerpoint untuk penyampaian progress kemajuan	Tarisyah, Wafiq
26	Selasa, 7 Mei 2024, 2.5 Jam	Penyampaian Progress Kemajuan Capstone	Tarisyah, Wafiq
27	Kamis, 9 Mei 2024, 2 Jam	Menggabungkan komponen yang digunakan untuk sistem di ruang perawat	Tarisyah, Wafiq
28	Jumat, 10 Mei 2024, 2 Jam	Menggabungkan komponen yang digunakan untuk sistem di ruang perawat	Tarisyah, Wafiq
29	Selasa, 28 Mei 2024, 2 Jam	Bimbingan TA 2 Capstone dengan dosen dari UTM	Tarisyah, Wafiq
30	Kamis, 30 Mei 2024, 2 Jam	Menggabungkan komponen yang digunakan untuk sistem di ruang perawat	Tarisyah, Wafiq
31	Jumat, 31 Mei 2024, 2 Jam	Melakukan uji coba untuk sistem di ruang perawat	Tarisyah, Wafiq
32	Selasa, 4 Juni 2024, 1 Jam	Bimbingan TA2 dengan dosen pembimbing	Tarisyah, Wafiq
33	Sabtu, 8 Juni 2024, 3 Jam	Melakukan uji coba untuk sistem di ruang perawat	Tarisyah, Wafiq
34	Senin, 10 Juni 2024, 4 Jam	Mengambil data hasil uji sistem	Tarisyah, Wafiq

35	Selasa, 11 Juni 2024, 5 Jam	Mengirimkan progress TA 2 ke dosen pembimbing dan mengambil data hasil uji sistem	Tarisyah, Wafiq
36	Rabu, 12 Juni 2024, 3 Jam	Mengambil data hasil uji sistem	Tarisyah, Wafiq
37	Kamis, 13 Juni 2024, 4 Jam	Mengambil data hasil uji sistem	Tarisyah, Wafiq
38	Jumat, 14 Juni 2024, 2 Jam	Mengambil data hasil uji sistem	Tarisyah, Wafiq
39	Sabtu, 15 Juni 2024, 5 Jam	Mengganti ESP 32 untuk sistem ruang perawat	Tarisyah, Wafiq
40	Minggu, 16 Juni 2024, 5 Jam	Melakukan program ulang untuk sistem di ruang perawat	Tarisyah, Wafiq
41	Senin, 17 Juni 2024, 2 Jam	Melakukan perbaikan program	Tarisyah, Wafiq
42	Selasa, 18 Juni 2024, 4 Jam	Mengambil data hasil uji sistem	Tarisyah, Wafiq
43	Rabu, 19 Juni 2024, 3 Jam	Mengambil data hasil uji sistem	Tarisyah, Wafiq
44	Kamis, 20 Juni 2024, 3 Jam	Mengambil data hasil uji sistem	Tarisyah, Wafiq
45	Jumat, 21 Juni 2024, 2 Jam	Mengambil data hasil uji sistem	Tarisyah, Wafiq
46	Senin, 24 Juni 2024, 2 Jam	Mengambil data hasil uji sistem	Tarisyah, Wafiq
47	Selasa, 25 Juni 2024, 2 Jam	Melakukan perbaikan untuk sistem di ruang perawat	Tarisyah, Wafiq
48	Rabu, 26 Juni 2024, 2 Jam	Menambahkan program untuk dihubungkan ke telegram	Tarisyah, Wafiq
49	Kamis, 27 Juni 2024, 2 Jam	Menambahkan program untuk dihubungkan ke telegram	Tarisyah, Wafiq
50	Jumat, 28 Juni 2024, 2 Jam	Mengambil data hasil uji sistem	Tarisyah, Wafiq
51	Sabtu, 29 Juni 2024, 4 jam	Menyusun BAB 4	Tarisyah, Wafiq
52	Minggu, 30 Juni 2024, 4 Jam	Menyusun BAB 4 dan melakukan perbaikan pada rangkaian elektronis	Tarisyah, Wafiq
53	Selasa, 2 Juli 2024, 3 Jam	Menyusun BAB 4 dan revisi	Tarisyah, Wafiq
54	Rabu, 3 Juli 2024, 2 Jam	Bimbingan dengan dosen pembimbing	Tarisyah, Wafiq

55	Kamis, 4 Juli 2024, 3 Jam	Melakukan perbaikan sistem ruang perawat karena ada kendala saat melakukan pengambilan data kembali	Tarisyah, Wafiq
56	Jumat, 5 Juli 2024, 2 Jam	Mengambil data hasil uji sistem	Tarisyah, Wafiq
57	Sabtu, 6 Juli 2024, 7 Jam	Mengambil data hasil uji sistem dan menyusun BAB 5	Tarisyah, Wafiq
58	Minggu, 7 Juli 2024, 7 Jam	Menyusun BAB 5	Tarisyah, Wafiq
59	Senin, 8 Juli 2024, 5 Jam	Melakukan revisi laporan	Tarisyah, Wafiq
60	Selasa, 9 Juli 2024	Pengumpulan Laporan Akhir TA 2	Tarisyah, Wafiq

Pada tabel 5.21 diatas merupakan aktivitas penulis selama pelaksanaan tugas akhir 2, mulai dari perancangan alat hingga penyusunan laporan akhir TA2. Dimana, tabel tersebut juga terdapat kendala yang dihadapi oleh penulis selama pelaksanaan TA2.

5.2 Dampak Implementasi Sistem

Pada alat ini dibuat dengan maksud tujuan dalam mengatasi permasalahan cairan infus di setiap rumah sakit. Setelah proses perancangan alat Monus : sistem monitoring infus pasien dari ruang perawat berhasil diimplementasikan, maka menimbulkan berbagai dampak yang dapat mempengaruhi lingkungan sekitar itu sendiri. Adapun aspek yang berpengaruh antara lain :

5.2.1 Bidang Teknologi

Pada bagian bidang teknologi ini memerlukan beberapa studi literatur yang sudah ada sebelumnya sebagai perbandingan sistem dan menjadi pertimbangan dalam proses perancangan alat. Dampak positif dari implementasi sistem monitoring infus pasien dari ruang perawat pada aspek teknologi yaitu alat ini dapat mengikuti dengan kemajuan teknologi, dimana alat ini lebih fleksibel yang mudah digunakan dan ergonomis dikarenakan harganya lebih murah dibandingkan dengan sistem saat ini. Selain itu, alat ini juga dengan IoT yang dapat meningkatkan efisiensi dalam berbagai sektor, termasuk kesehatan. Perangkat IoT ini dapat memantau dan mengoptimalkan pengukuran yang akan diukur seperti di alat ini yaitu parameter, jarak, dan web server serta aplikasi.

5.2.2 Bidang Sosial

Alat Monus : Sistem monitoring infus pasien dari ruang perawat memberikan kemudahan kepada perawat untuk melakukan pemantauan keadaan pasien. Selain itu, penjaga pasien atau keluarga pasien tidak perlu memantau keadaan infus secara terus menerus. Adanya sistem ini membantu masyarakat, karena dapat meminimalisasikan tingkat kemacetan infus yang menyebabkan darah naik ke selang.

5.2.3 Bidang Ekonomi

Dampak implementasi sistem monitoring infus pasien ini pada bidang ekonomi adalah memperkecil biaya dalam melakukan monitoring infus. Hal tersebut dikarenakan sistem ini memiliki harga yang lebih fleksibel untuk tenaga medis dan rumah sakit. Akan tetapi untuk perancang membutuhkan biaya yang cukup banyak, karena membutuhkan bahan dan komponen yang sesuai serta berkualitas.

5.2.4 Bidang Lingkungan

Pada bagian bidang lingkungan ini dampak implementasi sistem monitoring infus pasien adalah dapat mengurangi limbah medis karena dapat meminimalisirkan penggunaan kertas. Untuk mencatat keadaan infus pasien di ruangan pasien tertentu perawat atau tenaga medis tidak perlu mencatat secara manual dikarenakan dapat memantau secara langsung dan melihat data kondisi infus pada waktu yang diinginkan. Selain itu, kebutuhan infus dan stok dapat diprediksi dengan lebih akurat sehingga dapat mengurangi pemborosan limbah medis dari infus yang dipakai.

BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Setelah melakukan proses perancangan, pembuatan hingga pengujian sistem monitoring infus pasien dari ruang perawat didapatkan kesimpulan sebagai berikut.

- 1) Perancangan sistem dilakukan dengan mengacu pada spesifikasi masalah dan memperhatikan batasan-batasan masalah. Hasil perancangan dan implementasi sesuai dengan spesifikasi sistem saat melakukan perancangan.
- 2) Proses perancangan sistem monitoring infus pasien dari ruang perawat terdapat beberapa perubahan setelah melakukan validasi sistem, diantaranya pada usulan solusi awal mikrokontroler yang digunakan yaitu Arduino uno R3 dan ESP32, akan tetapi realitanya sistem ini dapat menggunakan satu mikrokontroler saja. Oleh karena itu meminimalisirkan pengeluaran dan penggunaan komponen, mikrokontroler yang digunakan yaitu ESP32. Selain itu terjadi perubahan pada penggunaan sensor yaitu pada usulan awal menggunakan sensor *load cell* dan *optocoupler*. Sedangkan realitanya menggunakan sensor *load cell* dan *infrared*, dikarenakan sensor *infrared* lebih peka terhadap tetesan infus dan delay sangat kecil. Sumber tegangan yang digunakan yaitu tegangan *direct current* (DC) dengan baterai masing-masing 5000 mAh di sistem ruang pasien dan ruang perawat. Sebelumnya sistem menggunakan sumber tegangan AC sehingga harus tetap terhubung dengan sumber saat sistem digunakan, hal ini kurang efisien karena sistem menjadi susah dipindahkan dan terkendala saat listrik padam. Sehingga dilakukan solusi dengan menggunakan baterai 5000 mAh dengan masa tahan baterai 5-6 jam.
- 3) Berdasarkan data hasil uji sistem, sistem ini dapat bertahan selama 5-6 jam untuk kedua sistem baik yang di ruang pasien maupun ruang perawat. Untuk sistem di ruang perawat, *buzzer* dapat berbunyi normal (lancar) pada jarak 7 - 9 meter dalam lingkungan satu lantai, sedangkan pada lingkungan 2 lantai berbunyi putus-putus pada jarak 9 meter dengan ketinggian 3.7 meter. Hal ini sudah dapat disebut baik karena dalam 9 meter dapat melewati 4-6 ruangan. Performa sistem berdasarkan data hasil uji memiliki error sebesar 10.44 % dan keakuratan sistem sebesar 90%. Sistem ini dapat dikatakan cukup baik ditinjau dari performa berdasarkan data hasil uji. Selain itu beberapa parameter sistem ini seperti kecepatan, volume dan kondisi tetesan menunjukkan data pengukuran yang cukup baik.

- 4) Sistem monitoring infus pasien ini memiliki dampak implementasi di berbagai bidang diantaranya bidang teknologi, sosial, ekonomi, dan lingkungan. Pada bidang teknologi dilakukan perbandingan dengan penelitian sebelumnya untuk mempertimbangkan perancangan sistem pembangkit. Dampak sosialnya yaitu tenaga medis dapat melakukan monitoring dari ruang perawat sehingga tidak perlu mengecek kondisi infus ke ruang pasien secara berkala sebelum infus habis. Penjaga pasien tidak perlu memanggil perawat secara langsung saat kondisi infus habis atau tidak normal, karena perawat akan datang langsung ke ruang pasien saat terjadi kondisi tidak normal yang ditandai dengan *buzzer* yang berbunyi. Hal tersebut dapat meminimalisasikan terjadinya resiko infus macet hingga penyumbatan darah yang naik ke selang infus. Pada bidang ekonomi, sistem ini dirancang dan dibuat dengan pertimbangan dari harga alat *infusion pump* yang sudah ada dipasaran dan digunakan di rumah sakit saat ini, karena alat tersebut memiliki fungsi yang cukup mirip dengan sistem monitoring infus pasien. Sehingga RAB dari sistem ini dapat ditekan lebih rendah dengan penyesuaian dari komponen yang digunakan. Pada bidang lingkungan, dampak implementasi sistem ini yaitu mengurangi limbah medis karena dapat memperkirakan stok dan kebutuhan infus dengan lebih akurat sehingga mengurangi limbah medis dari infus yang dipakai.

6.2 Saran

Berdasarkan penelitian, pengujian data, dan analisis yang penulis sudah lakukan tentang Monus : Sistem monitoring infus pasien dari ruang perawat, maka penulis ingin memberikan saran pada sistem yang sudah diimplementasikan agar dapat dikembangkan menjadi sistem yang lebih baik dari sebelumnya. Berikut adalah saran agar dapat dikembangkan menjadi lebih baik yaitu :

- 1) Alat ini sering terkendala dengan koneksi WiFi, sehingga untuk dikembangkan koneksi dari serial komunikasi yang digunakan dapat ditingkatkan jangkauan dan stabilitas komunikasinya.
- 2) Alat ini juga beberapa kali terkendala dengan sensor, sehingga untuk dikembangkan dapat menggunakan komponen yang lebih baik
- 3) Mengubah ukuran dimensi yang lebih kecil dari alat Monus agar lebih fleksibel
- 4) Alat ini juga terkendala pada uji data jarak, dikarenakan antena WiFi yang sering error, sehingga untuk dikembangkan menggunakan komponen antena WiFi yang bisa meningkatkan kekuatan sinyal dan jangkauan.

- 5) Alat ini tidak terdapat indikator baterai untuk mengetahui saat alat kehabisan daya, sehingga untuk dikembangkan menambahkan indikator baterai pada alat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. A. Rosyady, A. S. S. Sukarjiana, N. U. Habibah, N. Ihsana, A. R. C. Baswara, and W. R. Dinata, “Monitoring Cairan Infus Menggunakan Load Cell Berbasis Internet of Things (IoT),” *Techné J. Ilm. Elektrotek.*, vol. 22, no. 1, pp. 97–110, 2023, doi: 10.31358/techne.v22i1.345.
- [2] E. Prasetyo, A. Arifia, F. Amaluddin, and A. Haryoko, “Monitoring Aliran Infus Pasien Macet Di Ruang Perawat Menggunakan Nrf Wireless,” vol. 2, no. 3, pp. 127–142, 2020.
- [3] K. Hidayati and R. B. Barwaqah, “JISA (Jurnal Informatika dan Sains) Monitoring Cairan Infus Secara Realtime,” *JISA (Jurnal Inform. dan Sains)*, vol. 01, no. 02, pp. 62–66, 2018.
- [4] P. A. R. Arimbawa and I Made Aditya Nugraha, “Efektivitas Penggunaan Infuse Pump Terhadap Kenyamanan Pasien di Rumah Sakit Prima Medika Depansar,” *Bali Heal.*, vol. 2, no. November, p. 69, 2018.
- [5] R. T. Yunardi, D. Setiawan, F. Maulina, and T. A. Prijo, “Pengembangan Sistem Kontrol dan Pemantauan Tetesan Cairan Infus Otomatis Berbasis Labview dengan Logika Fuzzy,” *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 5, no. 4, pp. 403–410, 2018, doi: 10.25126/jtiik.201854766.
- [6] J. Yusuf Sukman, “SISTEM MONITORING INFUS MENGGUNAKAN ARDUINO MEGA 2560,” vol. 4, pp. 9–15, 2017.
- [7] G. Priyandoko, D. Siswanto, and I. I. Kurniawan, “Volume 3 Nomor 2 Juli 2021 Rancang Bangun Sistem Portable Monitoring Infus Berbasis Internet of Things,” *Ranc. Bangun Sist. Portable Monit. Infus Berbas. Internet Things*, vol. 3 Nomor 2, pp. 56–61, 2021.
- [8] H. Heru and F. Priyulida, “RANCANG BANGUN SISTEM NURSE CALL TERHADAP KEGAGALAN INFUSE PUMP MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ATmega8535,” *J. Mutiara Elektromedik*, vol. 6, no. 1, pp. 1–6, 2022, doi: 10.51544/elektromedik.v6i1.3258.
- [9] T. D. Hendrawati and R. A. Ruswandi, “Sistem pemantauan tetesan cairan infus berbasis Internet of Things,” *JITEL (Jurnal Ilm. Telekomun. Elektron. dan List. Tenaga)*, vol. 1, no. 1, pp. 25–32, 2021, doi: 10.35313/jitel.v1.i1.2021.25-32.
- [10] F. MSN, A. Muhajar, A. Chobir, and A. U. Rahayu, “Sistem Kendali dan Monitoring Infus Berbasis Internet of Things,” *J. Appl. Electr. Eng.*, vol. 6, no. 1, pp. 10–16, 2022, doi: 10.30871/jaee.v6i1.4017.

- [11] M. Ayu, “Hal yang Perlu Anda Ketahui tentang Pemasangan Infus,” *18 Maret*, 2021.
- [12] M. R. Fadilah and D. Hirawan, “Sistem Monitoring Infus Pasien Di Rumah Sakit Ibu Dan Anak Mutiara Hati Berbasis Internet Of Things,” 2019, [Online]. Available: <http://elibrary.unikom.ac.id/>
- [13] D. Sasmoko and Y. A. Wicaksono, “IMPLEMENTASI PENERAPAN INTERNET of THINGS(IoT)PADA MONITORING INFUS MENGGUNAKAN ESP 8266 DAN WEB UNTUK BERBAGI DATA,” *J. Ilm. Inform.*, vol. 2, no. 1, pp. 90–98, 2017, doi: 10.35316/jimi.v2i1.458.
- [14] Sulistio, “Mikrokontroler ESP32,” *16 November*, 2021. <https://raharja.ac.id/2021/11/16/mikrokontroler-esp32-3/>
- [15] Rieke Adriati Wijayanti, Ahmad Wilda Yulianto, Dianthy Marya, Muhammad Syirajuddin S., and Nurul Hidayati, “Antarmuka Mikrokontroler IoT (ESP32) Dengan USB Host max3421e,” *J. Appl. Smart Electr. Netw. Syst.*, vol. 1, no. 02, pp. 70–75, 2020, doi: 10.52158/jasens.v1i02.141.
- [16] H. Al Fani, S. Sumarno, J. Jalaluddin, D. Hartama, and I. Gunawan, “Perancangan Alat Monitoring Pendeteksi Suara di Ruangn Bayi RS Vita Insani Berbasis Arduino Menggunakan Buzzer,” *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 4, no. 1, p. 144, 2020, doi: 10.30865/mib.v4i1.1750.
- [17] I. Pratiwi and F. Yolanda, “BPS: Indonesia Punya 7,99 Juta Pengangguran,” *5 Mei*, 2023.
- [18] F. A. Perdana, “Baterai Lithium,” *INKUIRI J. Pendidik. IPA*, vol. 9, no. 2, p. 113, 2021, doi: 10.20961/inkuiri.v9i2.50082.
- [19] H. Firdaus, B. G. Irianto, Sumber, and J. Lu, “Analysis of the Drop Sensors Accuracy in Central Peristaltic Infusion Monitoring Displayed on PC Based Wireless (TCRT5000 Drop Sensor),” *J. Electron. Electromed. Eng. Med. Informatics*, vol. 4, no. 1, pp. 42–49, 2022, doi: 10.35882/jeeemi.v4i1.5.



Lampiran Gambar 1. 2 Diskusi bersama dr. Ana Fauziyati, M.Sc., Sp.PD selaku dosen Fakultas Kedokteran UII



(a)



(b)

Lampiran Gambar 1. 3 Diskusi bersama mitra pihak RS UII



Lampiran Gambar 1. 4 Diskusi bersama mitra perawat RS UII



(a)



(b)

Lampiran Gambar 1. 5 Diskusi bersama mitra elektromedik RS UII



(a)



(b)

Lampiran Gambar 1. 6 (a) dan (b) Alat sejenis sistem monitoring infus yang sudah ada



UNDANGAN

Disampaikan dengan hormat
Kepada : Bapak/Ibu/sdr
(Daftar terlampir)
Assalamu'alaikum Wr. Wb
Mengharap kehadiran bapak/Ibu/Sdr. Pada:
Hari : Kamis
Tanggal : 23 November 2023
Pukul : 13.00 WIB - Selesai
Tempat : Ruang Perpus Lt 2 RS UII

Acara tersebut di atas akan diadakan tepat pada waktunya.

Terima kasih atas perhatiannya.

Wassalamu 'alaikum Wr. Wb

ACARA

Seminar Proposal Penelitian Prodi
Teknik Elektro / Teknologi Industri “
Monitoring Infus Pasien dari Ruang
Perawatan”

DAFTAR PESERTA

NO	NAMA	JABATAN
1.	Rofiq Oksa Mardian, S. Ikom.	Plh Manager Pendidikan dan Penelitian
2.	Aprilia Putri Rahmadani	Plh Manager Keperawatan
3.	Fajar Purnomo	Spv Inventaris dan Pengadaan
4.	Silmi Khansa Afifah	Elektromedis
5.	Tarisya Ismianti	Mahasiswa
6.	Wafiq Muthoharoh Islami	Mahasiswa

Yogyakarta, 21 November 2023

Yang membuat,

Rofiq Oksa Mardian, S.Ikom.
Plh Manager Pendidikan dan Penelitian

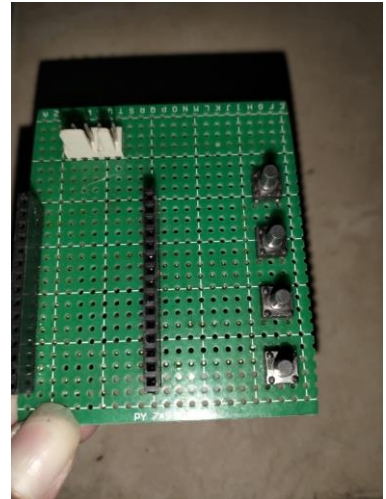
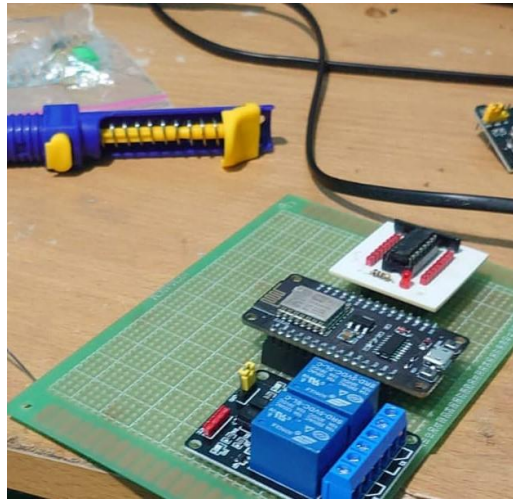
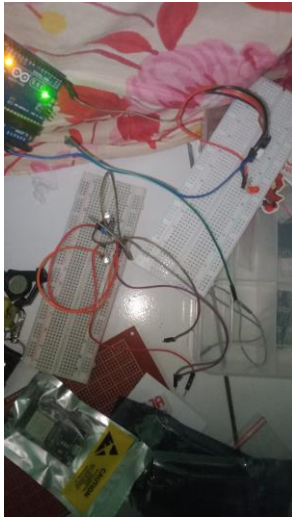
Keterangan:

- Karena pentingnya acara ini, Bagi bapak/ibu diharapkan datang tepat waktu.
- Informasi dan Konfirmasi via Pesan WA ke nomor 0896-3994-2272 (Linda).

Lampiran Gambar 1. 7 Bukti Diizinkan Penelitian Di RS UII



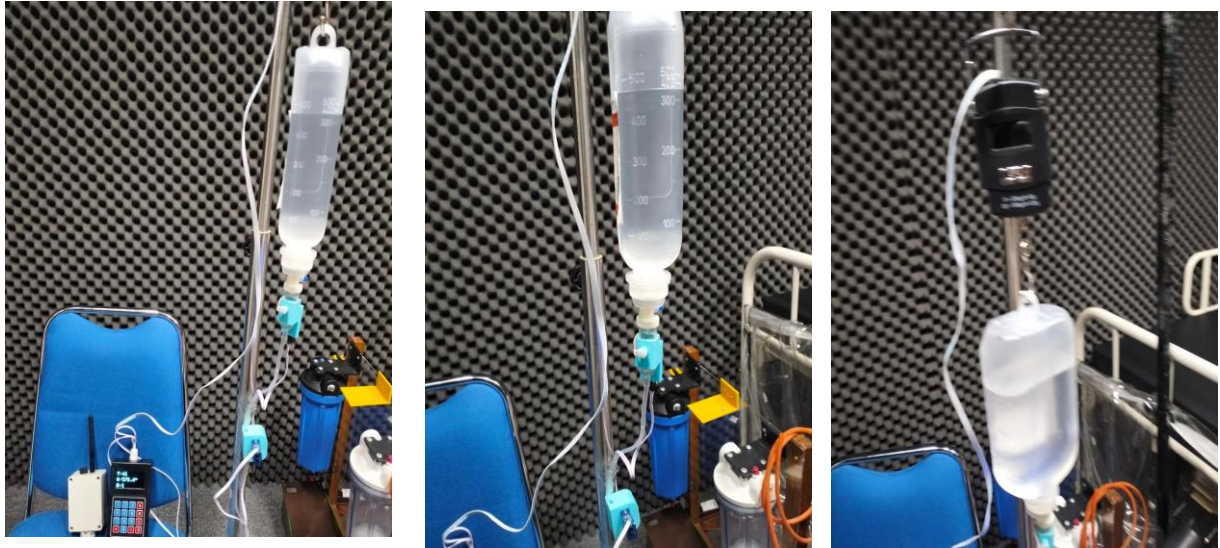
Lampiran Gambar 1. 8 Seminar Proposal TA1



Lampiran Gambar 1. 9 Proses pembuatan alat



Lampiran Gambar 1. 10 Pengetesan Alat Sebelum Digunakan



Lampiran Gambar 1. 11 Pengujian data alat Monus di ruang pasien

```

monitoring_infus_tot_esp32_v1.5 | Arduino 1.8.19 (Windows Store 1.8.57.0)
File Edit Sketch Tools Help

monitoring_infus_tot_esp32_v1.5 | handle_notfound | handle_root | handle_save

#include <Arduino.h>
#include <EEPROM.h>
#include <Wire.h>
#include "UbidotsEsp32Mqtt.h"
#include <WebServer.h>
#include <esp_wifi.h>
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Adafruit_SSD1306.h>
#include <Fonts/FreeSerifBold9pt7b.h>
#include "HX711.h"
#include <NTPCClient.h>
#include <WiFiUdp.h>
#include "soc/soc.h" // Digunakan untuk catu daya yang tidak stabil dan memulai ulang
#include "soc/rtc_cntl_reg.h" // Digunakan untuk catu daya yang tidak stabil dan memulai ulang
#include <ESP32Servo.h>
#include <Keypad.h>
#include <WiFi.h>
#include <ctype.h>
#include <WiFiClientSecure.h>
#include <UniversalTelegramBot.h>
#include <ArduinoJson.h>

#define OLED_RESET 17
#define SCREEN_ADDRESS 0x3C
#define SCREEN_WIDTH 128
#define SCREEN_HEIGHT 64
#define SENS_INFRA 18

```

(a)

```
monitoring_infus_iot_esp32_v1.5 | Arduino 1.8.19 (Windows Store 1.8.57.0)
File Edit Sketch Tools Help
monitoring_infus_iot_esp32_v1.5 handle_notfound handle_root handle_save
#define SCREEN_WIDTH 128
#define SCREEN_HEIGHT 64
#define SENS_INFRA 18
#define SERVO 5
#define LOADCELL_DOUT_PIN 21
#define LOADCELL_SCK_PIN 22
#define COUNT_MAX 999999UL

#ifndef APSSID
#define APSSID "AP_MASTER"
#define APFSK "123456789"
#endif

#define STATE_STARTING 0
#define STATE_CONFIGURE_WIFI_AP 1
#define STATE_CONNECTING_TO_SERVER 2
#define STATE_RUNNING 3

#define BOT_TOKEN "7064287898:AAFEW02MBS_a1xCSRY1FRkXPyNXUNg7U"

Adafruit_SSD1306 display(SCREEN_WIDTH, SCREEN_HEIGHT, &Wire, OLED_RESET);
WebServer webserver(80);
HX711 scale;
TaskHandle_t Task1;
WiFiUDP ntpUDP;
NTPClient timeClient(ntpUDP, "pool.ntp.org");
Servo myservo;
.....
.....
DOIT ESP32 DEVKIT V1, 80MHz, 115200, None, Disabled on COM7
```

(b)

```
monitoring_infus_iot_esp32_v1.5 | Arduino 1.8.19 (Windows Store 1.8.57.0)
File Edit Sketch Tools Help
monitoring_infus_iot_esp32_v1.5 handle_notfound handle_root handle_save
#define BOT_TOKEN "7064287898:AAFEW02MBS_a1xCSRY1FRkXPyNXUNg7U"

Adafruit_SSD1306 display(SCREEN_WIDTH, SCREEN_HEIGHT, &Wire, OLED_RESET);
WebServer webserver(80);
HX711 scale;
TaskHandle_t Task1;
WiFiUDP ntpUDP;
NTPClient timeClient(ntpUDP, "pool.ntp.org");
Servo myservo;
WiFiServer server(8080);
WiFiClientSecure secured_client;
UniversalTelegramBot bot(BOT_TOKEN, secured_client);

struct Settings {
  char deviceName[32] = "";
  bool staticIP;
  IPAddress deviceIP;
  IPAddress deviceSubnetMask;
  IPAddress deviceGateway;
  char deviceLabel[40] = "";
  char deviceToken[40] = "";
  uint8_t macAddress[6];
  char telegramToken[50] = "";
  char chatID[12] = "";
};

Settings settings;
typedef struct SendMessage {
.....
.....
DOIT ESP32 DEVKIT V1, 80MHz, 115200, None, Disabled on COM7
19:56
```

(c)

**TABEL PERBAIKAN
LAPORAN AKHIR CAPSTONE**

MAHASISWA #1 : 20524032 Tarisya Ismianti
 MAHASISWA #2 : 20524069 Wafiq Muthoharoh Islami
 JUDUL/TOPIK : MONUS : Monitoring Infus Pasien dari Ruang Perawat

No	Saran penguji	Perbaikan oleh mahasiswa	Halaman	Status
1	Indikator baterai, atau setidaknya alarm jika mau habis	Dimasukkan kedalam saran untuk dikembangkan oleh TA selanjutnya, dikarenakan waktu deadline TA sehingga tim belum bisa menambahkan nya. Berikut kalimat perbaikan nya " Alat ini tidak terdapat indikator baterai untuk mengetahui saat alat kehabisan daya, sehingga untuk dikembangkan menambahkan indikator baterai pada alat	97	Approved
2	User experience dari sisi pasien	sudah kami tambahkan dan kami sudah menanyakan ke pasien langsung "pengalaman pengguna alat ini juga kami berikan ke pasien sebagai media atau <i>participant</i> dalam pengujian produk yang diajukan oleh tim project agar mengetahui sistem monitoring infus dapat membantu mereka selama perawatan. Beberapa pasien setuju dengan alat Monus ini untuk memantau kondisi infus mereka, dikarenakan sudah <i>compact</i> dari segi ukuran, bentuk, komponen, dan fungsinya. Pasien juga memberikan saran untuk desain dari alat Monus dikedirikan kembali, warnanya lebih dicerahkan, indikator pada tampilan LCD bisa diperjelas agar mempermudah orang yang ingin lihat, penggunaan baterai untuk mengetahui catu daya alat, dan jika ada pengembangan mungkin bisa ditambahkan fungsinya untuk <i>controlling</i> bukan hanya memonitoring saja"	86	Approved
3	Penulisan desimal dalam ejaan Bahasa Indonesia: titik untuk ribuan, jutaan, dst dan koma untuk pecahannya.	Sudah diperbaiki	30, 39, & 87	Approved
4	Tabel 1.1 -> Cara kerja infusion pump belum dideskripsikan di tabel (?)	Cara kerja alat ini dengan menggunakan panel kontrol untuk mengatur jumlah cairan yang diinfuskan dan kecepatan infus.	2	Approved
5	Terdapat huruf kapital yang seharusnya tidak kapital. Contoh: Menurut dr. Valda Garcia, Ada beberapa aspek yang perlu diperhatikan saat ... --> seharusnya "ada". Cek untuk semua typo yang sama	sudah diperbaiki	2	Approved

Lampiran Gambar 1. 13 Lembar Saran Untuk Revisi Laporan Capstone T1 Dari Penguji Internal

No	Saran penguji	Perbaikan oleh mahasiswa	Halaman	Status
6	harga yang ergonomis untuk dilakukan pengembangan -> apakah maksudnya harga yang ekonomis?	terdapat kesalahan kata seharusnya ekonomis, sudah diperbaiki : "harga yang ekonomis untuk dilakukan pengembangan"	22	Approved
7	Analisis risiko desain 1 disebut ada 4 aspek, namun yang dituliskan hanya 3	Sudah diperbaiki, seharusnya hanya 3	32	Approved
8	"terhubung dengan AC." --> ini maksudnya sumber listrik AC atau air conditioner?	sudah diperbaiki yaitu : Alat ini juga tidak bisa dibawa atau berpindah-pindah dari tempat asal dikarenakan terhubung dengan arus balik atau <i>Alternating Current (AC)</i>	32	Approved
9	Pengujian yang menunjukkan ada atau tidaknya false alarm (seharusnya muncul notif/alarm, tapi tidak ada, dll)	sudah kami perbaiki di BAB 5	75	Approved

Yogyakarta, 27 Juli 2024

Menyetujui,
Penguji



(Suatmi Murnani, S.T., M.Eng.)

Lampiran Gambar 1. 14 Lembar Saran Untuk Revisi Laporan Capstone T1 Dari Penguji Internal