

**DESAIN SISTEM MONITORING INFUS YANG
ERGONOMI DAN INOVATIF UNTUK
MENINGKATKAN TINGKAT
USABILITAS**



MUHAMMAD SURYA JAYA

19916011

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

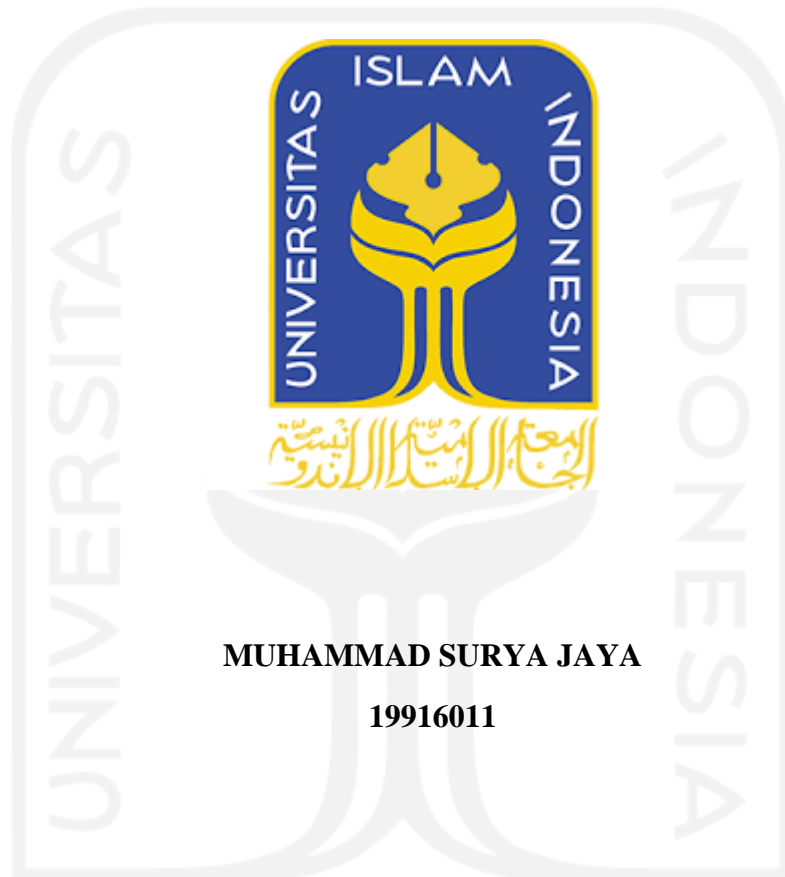
PROGRAM MASGISTER

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA YOGYAKARTA

2021

**DESAIN SISTEM MONITORING INFUS YANG
ERGONOMI DAN INOVATIF UNTUK
MENINGKATKAN TINGKAT
USABILITAS**



MUHAMMAD SURYA JAYA

19916011

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
PROGRAM MASGISTER
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA YOGYAKARTA**

2021

DESAIN MONITORING INFUS YANG ERGONOMI DAN INOVATIF UNTUK MENINGKATKAN TINGKAT USABILITAS

**Tesis untuk memperoleh Gelar Magister pada Program Studi
Teknik Industri Program Magister
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam
Indonesia**

MUHAMMAD SURYA JAYA

19916011

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

PROGRAM MAGISTER

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

YOGYAKARTA

2021

Lembar Pengesahan
Pembimbing

TUGAS AKHIR

**DESAIN SISTEM MONITORING INFUS YANG ERGONOMI DAN
INOVATIF UNTUK MENINGKATKAN TINGKAT USABILITAS**

Tesis telah disetujui pada
tanggal 5 Juni 2021

Pembimbing,



Ir. Hartomo Soewardi, M.Sc,

Ph.DNIP : 955220101

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri Program
Magister Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia



Winda Nur Cahyo, S.T., M.T,

Ph.DNIP : 025200519

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

DESAIN SISTEM MONITORING INFUS YANG ERGONOMI DAN INOVATIF UNTUK MENINGKATKAN TINGKAT USABILITAS

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : MUHAMMAD SURYA JAYA

No. Mahasiswa : 19916011

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji Sebagai Salah Satu Syarat Untuk

Memperoleh Gelar Sarjana Strata Dua Teknik Industri

Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia Yogyakarta, 12 Juli 2021

Tim Penguji

Ir. Hartomo Soewardi, M.Sc., Ph.D.

Ketua

Dr. Ir. Elisa Kusriani, M.T.

Anggota I

Dr. Taufiq Immawan, S.T., M.M.

Anggota II

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Industri Program
Magister Fakultas Teknologi Industri Universitas
Islam Indonesia



Winda Nur Cahyo, S.T., M.T., Ph.D.

PERNYATAAN KEASLIAN

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

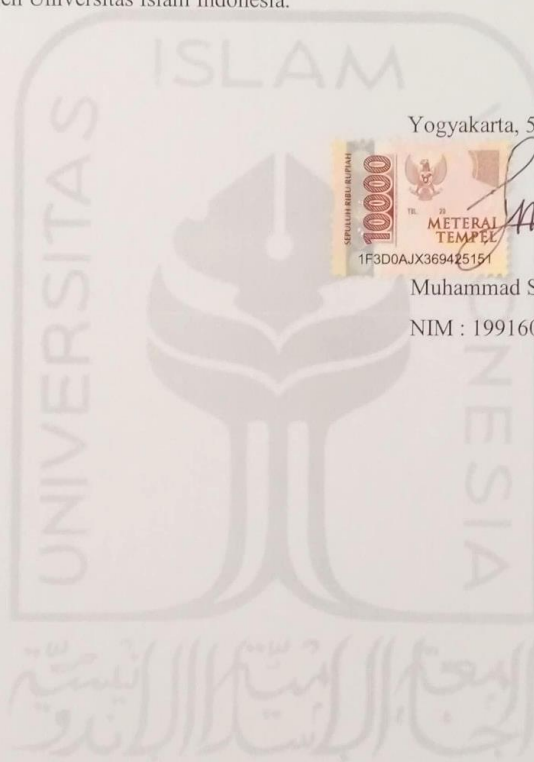
Demi Allah, saya mengakui bahwa karya yang saya buat ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satunya telah saya jelaskan sumbernya. Jika kemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah dalam karya tulis dan hak kekayaan intelektual maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima untuk ditarik Kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 5 Juni 2021



Muhammad Surya Jaya

NIM : 19916011



KATA PENGANTAR



Alhamdulillah, segala puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas segala karunia dan ridho-NYA, sehingga tesis dengan judul **“Desain Sistem Monitoring Infus yang Ergonomi dan Inovatif untuk Meningkatkan Tingkat Usabilitas”** ini dapat diselesaikan. Tesis ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan memperoleh gelar Magister Teknik (M.T.) pada Program Magister Teknik Industri. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa hormat dan menghaturkan terima kasih yang sebesar-besarnya, kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T, Selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Winda Nur Cahyo, ST, MT, PhD, Selaku Ketua Program Magister Teknik Industri Universitas Islam Indonesia dan Selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak memberikan bantuan dan arahannya dalam penyusunan Tesis ini.
3. Bapak/Ibu Dosen Program Magister Teknik Industri yang telah memberikan ilmu pengetahuan selama perkuliahan.
4. Kedua orang tua tercinta atas segala doa, bantuan dan kasih sayang yang senantiasa mengalir untukku
5. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Dengan keterbatasan pengalaman, ilmu maupun pustaka yang ditinjau, penulis menyadari bahwa tesis ini masih banyak kekurangan dan pengembangan lanjut agar benar benar bermanfaat. Oleh sebab itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran agar tesis ini lebih sempurna serta sebagai masukan bagi penulis untuk penelitian dan penulisan karya ilmiah di masa yang akan datang.

Akhir kata, penulis berharap tesis ini memberikan manfaat bagi kita semua terutama untuk pengembangan ilmu pengetahuan.

وَسَّلَامٌ عَلَيْكُمْ وَرَحْمَةُ اللَّهِ وَبَرَكَاتُهُ

Yogyakarta, 05 Juni 2021

Muhammad Surya Jaya

DAFTAR ISI

SAMPUL DEP.....	i
SAMPUL DALAM.....	ii
PRASYARAT GELAR MAGISTER.....	ii
PERSETUJUAN PEMBIMBING TESIS.....	iv
PERNYATAAN KEASLIAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xi
ABSTRAK.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Kajian Empiris	4
2.1.1. Perancangan Sistem <i>Monitoring</i> Infus.....	4
2.1.2. Perancangan dengan <i>Axiomatic Design</i>	7
2.1.3. Penjelasan <i>Novelty</i>	8
2.2. Kajian Teoritis.....	10
2.2.1. Infus	10
2.2.2. Kekosongan Infus	11
2.2.3. Kepuasan Pasien	13
2.2.4. <i>Axiomatic Design</i>	16
2.2.5. Ergonomi	19
2.2.6. <i>Use Questionnaire</i>	21
2.2.7. Uji Statistik	22
BAB III METODE PENELITIAN	23
3.1. Subjek dan Objek Penelitian.....	23
3.2. Ruang Lingkup Penelitian.....	23

3.3.	Populasi dan Sampel	23
3.3.1.	Populasi.....	23
3.3.2.	Sampel	23
3.4.	Jenis Data	23
3.4.1.	Data Primer	23
3.4.2.	Data Sekunder.....	23
3.5.	Variabel dan Definisi Operasional.....	24
3.6.	Instrumen Penelitian.....	24
3.7.	Metode Pengumpulan Data.....	25
3.7.1.	Survei	25
3.8.	Metode Eksperimen	25
3.8.1.	Desain Eksperimen	25
3.8.2.	Tugas Eksperimen.....	25
3.8.3.	Prosedur Eksperimen	25
3.9.	Perancangan Sistem <i>Monitoring</i> Infus	26
3.9.1.	<i>Axiomatic Design</i>	26
3.10.	Metode Analisis Data	26
3.10.1.	<i>Axiomatic Design</i>	26
3.10.2.	Usabilitas.....	27
3.11.	Metode Analisis Statistik.....	28
3.11.1.	Uji Validitas	28
3.11.2.	Uji Reabilitas.....	28
3.11.3.	Uji <i>Marginal Homogeneity</i>	29
3.12.	Alur Penelitian.....	30
3.12.1.	Tahap Pengumpulan Data	30
3.12.2.	Tahap Perancangan Sistem <i>Monitoring</i> Infus	31
3.12.3.	Tahap Analisa.....	32
BAB IV HASIL PENELITIAN		33
4.1.	<i>Customer Attribute</i>	33
4.2.	<i>Axiomatic Design</i>	34
4.2.1.	Proses Mapping.....	35
4.2.2.	Hirarki dan Dekomposisi	38
4.2.3.	Zigzagging	42
4.2.4.	<i>Virtual Design</i>	48
4.3.	Uji Validasi Desain	52

4.4.	Karakteristik Responden	52
4.5.	Uji Kalibrasi	53
4.6.	Data Sistem Monitoring Infus Yang Ergonomis.....	54
4.6.1.	Data Sistem Monitoring Sensor <i>Loadcell</i>	55
4.6.2.	Data Sistem Monitoring Sensor <i>Infrared</i>	55
4.7.	<i>Usability Testing</i>	56
4.7.1.	Sistem Monitoring Infus Manual	56
4.7.2.	Sistem Monitoring Infus Otomatis	58
4.8.	Perbandingan <i>Usability</i> Dalam Setiap Aspek	60
4.8.1.	Aspek Kegunaan (<i>Usefulness</i>)	60
4.8.2.	Aspek Kemudahan Penggunaan (<i>Ease Of Use</i>).....	61
4.8.3.	Aspek Kemudahan Mempelajari (<i>Ease Of Learning</i>)	62
4.8.4.	Aspek Kepuasan Pengguna Sistem (<i>Satisfaction</i>)	63
4.9.	Peningkatan Usabilitas	65
4.10.	Uji Kelayakan Sistem	65
4.11.	Uji Beda.....	66
4.12.	Analisis Ekonomi	67
BAB V PEMBAHASAN.....		69
5.1.	Analisis Desain Sistem Monitoring Infus	69
5.1.1.	Analisis <i>Customer Attribute</i>	69
5.1.2.	Analisis Desain Parameter	69
5.2.	Analisis Tingkat Usabilitas	71
5.3.	Analisis Ekonomi	72
BAB VI PENUTUP		74
6.1.	Kesimpulan	74
6.2.	Saran.....	74
DAFTAR PUSTAKA		75

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>State of The Art</i>	9
Tabel 4.1 Customer Attribute	33
Tabel 4.2 <i>Importance Rating</i>	33
Tabel 4.3 Karakteristik Responden Berdasarkan Jenis Kelamin ...	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.4 Karakteristik Responden Berdasarkan Usia ...	Error! Bookmark not defined.



ABSTRAK

Keterlambatan penggantian alat infus dapat menimbulkan risiko bagi keamanan pasien baik itu risiko rendah hingga risiko tinggi. 7 dari 10 pasien pernah mengalami naiknya darah ke selang infus dan 2 dari 10 pasien bahkan meninggal dunia. Hasil survey menunjukkan 85,7% hal tersebut disebabkan oleh keterlambatan respon perawat. Sistem monitoring adalah salah satu aspek penting dalam penggunaan alat infus untuk mengurangi risiko yang dapat membahayakan keselamatan pasien. Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan sistem *monitoring* infus yang ergonomis dan inovatif untuk meningkatkan tingkat usability. Hasil dalam penelitian ini adalah parameter desain sistem *monitoring* infus yang ergonomis dan inovatif serta memiliki validasi terhadap seluruh aspek yang tercakup dalam usability. Selain itu, sistem monitoring infus ini dapat mengurangi tingkat risiko yang ditimbulkan dari keterlambatan penggantian alat infus.

Kata Kunci : Sistem monitoring infus, *Axiomatic Design*, Usability.



BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kualitas layanan kesehatan mempengaruhi kepuasan dan loyalitas pasien terhadap rumah sakit (Hasan & Putra, 2018). Salah satu aspek yang mempengaruhi adalah perawatan (Shafiq *et al.*, 2017; Fatima *et al.*, 2018; Meesala & Paul, 2018; Singh *et al.*, 2018; Al-Damen, 2017; Karaca & Durna, 2019; Kulsum & Syah, 2017; Swain & Kar, 2018). Aspek tersebut meliputi pemasangan dan pengontrolan alat infus (Garosi *et al.*, 2019; Sulastri & Pompey, 2020; Vos *et al.*, 2020). Apabila tidak dilakukan pengontrolan secara periodik oleh perawat maka akan menimbulkan masalah dan menjadi risiko tinggi ketika tidak ditangani dengan cepat dan tepat, khususnya pada pasien kritis, pasien pasca operasi dan terapi obat khusus (Escobedo *et al.*, 2015; Ulusoy *et al.*, 2019; González *et al.*, 2020; Ogawa *et al.*, 2020; Sacco *et al.*, 2020).

Berdasarkan studi awal terhadap pasien dan pendamping pasien diketahui bahwa keterlambatan penggantian infus disebabkan oleh lamanya respon perawat sebesar 85,7%, dimana waktu tunggu pasien terhadap respon tersebut adalah kurang lebih 10 menit, diketahui lambatnya respon terhadap panggilan pasien atau pendamping pasien 80% disebabkan perawat masih melayani pasien lain, 15% disebabkan pasien memanggil perawat dalam waktu bersamaan dan 5% disebabkan oleh perawat sedang beristirahat. Jika dibiarkan maka akan menimbulkan risiko kepada pasien seperti naiknya darah ke selang infus (Ulfa & Hikayati, 2019). Penelitian Dewi (2018) menunjukkan bahwa memanggil perawat untuk mengganti infus tidak efisien dikarenakan waktu tunggu yang semakin lama. Azis & Arifin (2018) mengemukakan bahwa menekan *emergency button* atau menelfon ke ruang perawat masih memiliki rentan waktu menunggu bagi pasien untuk dilayani. Oleh karena itu, untuk meningkatkan efisiensi kerja perawat terhadap penggantian alat infus diperlukan suatu inovasi berupa sistem *monitoring* alat infus yang ergonomi untuk membantu mengoptimalkan kinerja perawat dan untuk kesehatan serta keselamatan pasien.

Penelitian terkait perancangan sistem *monitoring* alat infus sebelumnya oleh Kusuma & Mulis (2018) yang merancang alat infus berbasis mikrokontroler wemos d1 namun tidak dilengkapi sistem *monitoring*. Perancangan sistem *monitoring* alat infus secara otomatis dilakukan oleh Fauziyyah (2020) namun berbasis arduino tidak terhubung ke *nurse station*. Giaquinto *et al.* (2020) merancang alat infus dengan sistem *monitoring* berbasis computer namun tidak dilengkapi *alarm*, sehingga masih membutuhkan informasi dari pasien ketika cairan infusnya habis. Beberapa penelitian tersebut belum ada yang memiliki *system monitoring* yang terintegrasi aplikasi *mobile* di *nurse station*.

Salah satu metode perancangan yang dapat digunakan adalah metode *axiomatic design* yang didominasi oleh intuisi dan pengalaman (Goo *et al.*, 2019). AD menghubungkan persyaratan fungsional dengan parameter desain dan menentukan masalah dalam domain atribut pelanggan (CA), persyaratan fungsional (FR), parameter desain (DP), dan variabel produksi (PV) sehingga mendapatkan desain yang sesuai dengan fungsinya (Karatas, 2020). Menurut Rahman dan Vitalocca (2019) untuk mengukur tingkat usability digunakan USE *Questionnaire* sehingga dapat diketahui tingkat kegunaan dari alat infus yang dirancang.

1.2. Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana rancangan sistem *monitoring* infus yang ergonomi dan inovatif untuk meningkatkan tingkat usability ?
2. Seberapa besar usability setelah menggunakan sistem *monitoring* infus yang ergonomi dan inovatif ?
3. Berapa harga pokok penjualan sistem *monitoring* infus?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukan penelitian ini, yaitu untuk membuat alat infus ergonomis untuk

1. Menentukan desain parameter sistem *monitoring* infus yang ergonomi dan inovatif untuk meningkatkan tingkat usability.
2. Menentukan tingkat usability sistem *monitoring* infus yang ergonomi dan inovatif.
3. Menentukan harga pokok penjualan yang diinginkan.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah dengan menggunakan sistem *monitoring* infus yang ergonomi dan inovatif akan memberikan kenyamanan bagi pasien maupun perawat karena dapat mengurangi keterlambatan penggantian infus sehingga meningkatkan efisiensi dan efektivitas perawat.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kajian Empiris

Kajian penelitian terdahulu disebut juga dengan kajian empiris. Kajian ini dimaksudkan untuk mencari kajian dari peneliti terdahulu, sehingga dapat diketahui arah dan *research on* atau arah penelitian dan kajian-kajian yang telah dilakukan oleh peneliti-peneliti terdahulu.

2.1.1. Perancangan Sistem *Monitoring* Infus

Terdapat beberapa penelitian terdahulu yang berkaitan dengan sistem *monitoring* infus, yaitu penelitian yang dilakukan oleh Forlenza *et al.* (2017) tentang *zone-MPC* secara signifikan mendeteksi kegagalan komponen sambil berhasil menjaga keamanan dan kontrol glukosa yang efektif, namun sistem ini terbatas hanya pada pemberian obat terhadap pasien diabetes. Penelitian Rani *et al.* (2017) merancang *smart drip* ketika nilai sensor tekanan mencapai nilai ambang, katup kontrol akan menutup yang segera menghentikan aliran cairan tanpa ada aliran udara di pembuluh darah pasien. Kelemahan sistem ini tidak dilengkapi *buzzer* atau *alarm* sehingga masih membutuhkan informasi kepada perawat ketika cairan infusnya habis. Perancangan alat infus untuk terapi obat oleh Kiani & O'reilly (2017) berdasarkan sinyal sensor, parameter fisiologis pertama yang menunjukkan tingkat nyeri pasien. Kelemahan penelitian ini adalah sensor hanya berfokus pada nyeri pasien dan terbatas pada obat anti nyeri.

Ajibola *et al.* (2018) merancang infus dengan sensor yang memiliki transduser pengukur regangan yang mengubah gaya menjadi sinyal listrik dalam millivolt. Kelemahan alat infus ini apabila aliran listrik padam maka alat tersebut tidak dapat digunakan sehingga lebih berbahaya bagi pasien. Perancangan oleh Mauro *et al.* (2018) mendesain *novel heating device for infusion fluids* yang dilengkapi sensor pengontrol suhu cairan infus dan menjaganya dalam rentang hipotermia ringan, untuk mengurangi komplikasi pasca operasi karena suhu rendah namun alat ini terbatas untuk pemberian obat tertentu pada pasien pasca operasi. Penelitian Alagundagi (2018) dengan cara kerja sensor infus yang memberi peringatan setelah mendeteksi penyimpangan yang signifikan dari laju tetesan yang ditetapkan. Kelemahan penelitian terletak pada *alarm*

peringatan yang hanya berbunyi di ruang perawatan pasien dan tidak terhubung ke ruang perawat.

Setiawan *et al.* (2018) merancang sistem infus pemantauan jarak jauh nirkabel yang dapat mengakomodasi sistem infus apapun, namun sistem monitoring ini terbatas pada aplikasi tertentu yang telah diinstal di komputer perawat sehingga apabila tidak ada perawat di *nurse station* maka pasien tetap akan menunggu. Ding *et al.* (2018) merancang alat infus dengan sensor kecepatan tetesan cairan dengan hasil penelitian ketika level cairan di bawah nilai peringatan, sistem mengeluarkan alarm. Kelemahan penelitian ini adalah sistem alarm terekam dalam sistem dan bisa hilang jika dihapus secara manual, hal ini dapat menyebabkan sensor bekerja lebih lambat.

Steil *et al.* (2018) membuat *system monitoring* infus untuk memasukkan insulin dari reservoir ke tubuh pasien. Kelemahan sistem monitoring ini adalah tidak dilengkapi alarm peringatan ketika obat yang diberikan hampir habis. Perancangan alat infus dilakukan oleh Yi *et al.* (2019) mendesain *silver nanoparticle infusion*, infus ini tidak memiliki sistem monitoring. Padmanabhan *et al.* (2019) merancang *simultaneous infusion* dengan tujuan untuk mendesain infus yang bersifat *continus* dari beberapa obat yang memiliki efek interaktif. Kelemahan penelitian ini adalah tidak ada sistem monitoring maupun sensor yang membantu pengontrolan dari penggunaan alat infus.

Penelitian yang dilakukan oleh Garosi *et al.* (2019) merancang sistem *monitoring* infus dengan aplikasi khusus pengontrolan alat infus dengan tujuan untuk mengurangi stress waktu menunggu pasien dan dapat dianggap sebagai alat ergonomis yang berguna untuk digunakan dalam pekerjaan keperawatan. Kelemahan sistem ini adalah terbatas pada komputer yang tersedia di ruang perawat saja, sehingga apabila tidak ada perawat di *nurse station* maka pasien tetap akan menunggu. Jin *et al.* (2019) merancang alat *autonomous infus* pada penelitiannya yang berjudul *Semi-Adaptive Closed-Loop Control for Infusion of Medications With Transport Delay in Clinical Effects*, alat ini dilengkapi sensor adaptasi keterlambatan transportasi dan alat ini bermanfaat dalam mencapai regulasi yang konsisten. Kekurangan dari alat tersebut adalah tidak dilengkapinya dengan sistem monitoring untuk mengetahui keterlambatan dari laju tetes infus, sehingga identifikasi keterlambatan tetesan infus kurang efektif dan efisien.

Alat infus yang dirancang oleh Cahyanurani *et al.* (2019) berupa alat infus yang dilengkapi suatu perangkat yang dapat memantau dan mengontrol tetesan cairan infus

multipoint (multi intravena) melalui aplikasi *online* yang telah dibuat. Kelemahan dari sistem ini adalah terbatas pada komputer atau perangkat yang diinstal dengan aplikasi tersebut dan hanya untuk perangkat di ruang perawat. Pengusulan sistem pemantauan tetesan intravena dilakukan oleh Joseph *et al.* (2019) namun tidak menggunakan sistem pemantauan jarak jauh, sehingga diperlukan pengontrolan secara periodik oleh perawat.

Penelitian Sardana *et al.* (2019) tentang sistem pemantauan *retro-fittable* untuk pengaturan infus Intravena, kelemahan sistem ini adalah pemantauan yang terhubung internet hanya untuk satu ruang tertentu yaitu ruang infus IV. Penelitian Patnaik *et al.* (2019) mengusulkan pengembangan kecepatan tetesan otomatis berbiaya rendah dan berkemampuan komunikasi nirkabel sistem pemantauan, digunakan untuk terapi intravena (IV). Kelemahan penelitian ini adalah tidak dilengkapi alarm karena sensor hanya mengirim sinyal berupa lampu led, sehingga tetap dibutuhkan pengontrolan secara periodik oleh perawat.

D *et al.* (2020) mendesain *infus portable* yang dirancang untuk memberi tekanan pada obat dan pembatasan cairan untuk menentukan tingkat aliran ke tubuh. Kelemahan dari infus ini adalah tidak adanya sistem *monitoring* dan *controlling* untuk mengontrol tekanan pada aliran infus pasien. Sims *et al.* (2020) dalam penelitian *Flow rate measurement and control of infusion devices* yang mendesain *infusion devices* dengan hasil penelitian *infusion device* mencakup sensor berat yang dipasangkan ke konektor beban namun infus ini terbatas pada sistem yang terhubung ke *housing* (ruang perawat). Baeckert *et al.* (2020) mendesain alat infus berupa *modern syringe infusion pump* dengan jarum suntik yang lebih kecil sehingga aliran infus lebih efisien dengan waktu rata-rata dari mulai pompa infus ke aliran tunak bervariasi dari 89 hingga 1622 detik. Kelemahan infus ini tidak dilengkapi sistem *monitoring* dan *controlling*.

Penelitian Zhang *et al.* (2020) dengan menggunakan arduino sebagai alat kontrol inti, tabung infra merah untuk mendeteksi laju tetesan dan jumlah tetesan infus, sensor level cairan non-kontak untuk mendeteksi level cairan sisa, obat deteksi *load cell* memastikan keamanan dan keandalan proses infus. Penelitian ini tidak dilengkapi sistem monitoring berupa aplikasi atau sistem tertentu sehingga diperlukan kontroling secara berkala oleh perawat. Fauziyyah *et al.* (2020) merancang sistem pemantauan infus otomatis dengan peringatan alarm, namun tidak dilengkapi aplikasi pendukung untuk memudahkan sistem pemantauan. Penelitian Rao & Supriyah (2020) yang membuat cairan intravena di *Intensive Care Unit* (ICU) dengan desain baru untuk botol

IV dan sistem pengukuran level cairan dan jumlah tetes berbasis jaringan sensor. Kelemahan penelitian ini adalah tidak dilengkapi sistem *monitoring* dan *controlling* baik itu berupa aplikasi atau sistem terintegrasi ke *nurse station* yang ada di ruang ICU.

2.1.2. Perancangan dengan *Axiomatic Design*

Beberapa hasil penelitian yang menggunakan *Axiomatic Design* yaitu, Penelitian Dunichkin & De (2020) tentang *An Integrated Solution to Urban and Sea Waste Management Systems: Using Axiomatic Design to Discuss Urban Development* dengan tujuan untuk pengembangan perkotaan Pelabuhan Laut Komersial Vladivostok dan pendekatan namun penelitian ini belum memaksimalkan penggunaan fasilitas pengelolaan limbah di Pulau Russky, menggunakan *Desain Axiomatic*. Sutrisno *et al.* (2020) dalam penelitiannya mempresentasikan kerangka kerja dalam merancang tanggap bencana yang andal dengan menggunakan desain aksiomatik. kelemahan penelitian ini, peneliti tidak menjelaskan tentang hubungan antara empat parameter desain aksiomatik. Penelitian Yilmaz *et al.* (2020) tentang *Developing a Customer Oriented Lean Production System Using Axiomatic Design and Fuzzy Value Stream Mapping* dengan hasil komputasi menunjukkan keefektifan metodologi yang diusulkan dalam hal metrik perbandingan, yaitu waktu tunggu manufaktur. Kelemahan dalam penelitian ini adalah peneliti membutuhkan beberapa metode tambahan untuk menjelaskan ketidakjelasan pada proses produksi.

Chen *et al.* (2020) menggunakan metode AD dengan bantuan komputer untuk pemetaan dari domain fungsional ke domain fisik dalam lingkungan sumber daya desain terdistribusi. Kelemahan penelitian ini adalah data yang diolah merupakan data dari internet sehingga akurasi kurang maksimal. Penelitian Goodarzi *et al.* (2020) tentang *using axiomatic design for developing a framework of manufacturing cloud service composition in the equilibrium state*. Hasil penelitian yaitu perbaikan kerangka penelitian dengan mempertimbangkan faktor QoS yang terpisah seperti waktu, biaya dan keandalan layanan. Kelemahan dalam penelitian ini proses dan *lead time* ditentukan dengan menggunakan metode lain seperti *triangular fuzzy number*.

Elsaied *et al.* (2020) memperkenalkan metodologi yang disebut sebagai *Axiomatic Design for X (ADFX)*. Ide ini memungkinkan penambahan beberapa persyaratan desain dan penggunaan sebagai persyaratan fungsional tetapi dalam penelitian ini *axiomatic design* terbatas pada kerangka desain yang tidak fleksibel untuk desain produk X. Penelitian dengan AD juga dilakukan oleh Padala & Maheswari

(2020) dalam industri konstruksi pendekatan yaitu *axiomatic design* untuk menghilangkan perubahan yang tidak perlu karena konflik persyaratan dan untuk mendeteksi perubahan yang diperlukan di seluruh siklus hidup proyek, namun kelemahan AD dalam penelitian ini adalah tidak ada evaluasi mengenai pemenuhan persyaratan klien dalam siklus hidup proyek.

2.1.3. **Penjelasan Novelty**

Penelitian ini berbeda dengan 30 penelitian sebelumnya, terletak pada variabel penelitian yaitu keamanan dan efisiensi. Objek penelitiannya adalah alat infus manual dengan sistem *monitoring* yang akan dirancang. Penelitian sebelumnya belum ada yang menggunakan sistem monitoring berbasis arduino uno, sensor automasi dan wemos mini d1 dengan menggunakan *axiomatic design*.

Secara lengkap posisi penelitian dapat dilihat pada tabel 2.1 di bawah ini.



Tabel 2.0.1 *State of The Art*

No.	Variabel Penelitian		Objek Penelitian					Metode Penelitian			
	Keamanan	Efisiensi Waktu	Alat Infus Manual		Sistem Monitoring Infus			Rancang Bangun Alat	<i>Equipment Design for medical</i>	Desain Eksperimen	<i>Axiomatic Design</i>
			Intravena	Terapi Obat	Arduino Uno	Sensor Automasi	Wemos d1 mini				
1	✓			✓						✓	
2	✓		✓				✓				
3		✓		✓			✓			✓	
4	✓		✓		✓		✓				
5		✓		✓						✓	
6		✓		✓						✓	
7	✓		✓		✓		✓		✓		
8		✓		✓			✓				
9	✓			✓			✓				
10				✓			✓		✓		
11				✓					✓		
12		✓	✓		✓						
13	✓			✓			✓				
14		✓		✓						✓	
15	✓		✓		✓		✓				
16	✓		✓		✓		✓			✓	
17	✓		✓						✓		
18	✓		✓				✓		✓		
19	✓		✓				✓		✓		
20	✓		✓				✓		✓		
21	✓		✓		✓		✓		✓		
22	✓		✓		✓					✓	
23	✓		✓		✓		✓			✓	
24		✓									✓
25	✓										✓
26		✓									✓
27		✓									✓
28		✓									✓
29	✓										✓
30		✓									✓
31	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓

2.2. Kajian Teoritis

2.2.1. Infus

2.2.1.1. Definisi Infus

Infus cairan intravena (*intravenous fluids infusion*) adalah pemberian sejumlah cairan ke dalam tubuh melalui sebuah jarum ke dalam sebuah pembuluh vena (pembuluh balik) untuk menggantikan kehilangan cairan atau zat-zat makanan dari tubuh (Muljodipo et al., 2015).

Terapi intravena (IV) dilakukan dengan memberikan terapi melalui cairan infus yang diberikan secara langsung ke dalam darah bukan merupakan asupan dari saluran cerna. Meliputi pemberian nutrisi *parenteral* total (NPT), terapi cairan, elektrolit intravena serta pergantian darah. Nutrisi *parenteral* total (NPT) adalah nutrisi dalam bentuk cairan hipertonik yang adekuat, terdiri dari glukosa dan nutrisi lain serta elektrolit yang diberikan melalui infus (Perry & Potter, 2005).

2.2.1.2. Tujuan pemberian Terapi Intravena (Infus)

Memberikan atau menggantikan cairan tubuh yang mengandung air, elektrolit, vitamin, protein, lemak, dan kalori, yang tidak dapat dipertahankan secara adekuat melalui oral, memperbaiki keseimbangan asam-basa, memperbaiki volume komponen-komponen darah, memberikan jalan masuk untuk pemberian obat-obatan ke dalam tubuh, memonitor tekanan vena sentral (CVP), memberikan nutrisi pada saat sistem pencernaan mengalami gangguan (Perry & Potter, 2005).

2.2.1.3. Vena Tempat Pemasangan Infus

Tempat pemasangan infus pada umumnya berada di tangan dan lengan dengan vena-vena tempat pemasangan infus: *vena metakarpal*, *vena sefalika*, *vena basilika*, *vena sefalika mediana*, dan *vena antebrakial mediana*. Namun, *vena superfisial* di kaki dapat digunakan jika klien dalam kondisi tidak dapat berjalan dan kebijakan mengizinkan hal tersebut. Penggunaan infus di kaki umumnya dilakukan pada pasien pediatrik dan biasanya dihindari pada pasien dewasa (Perry & Potter, 2005).

2.2.1.4. Indikasi dan Kontraindikasi Pemberian Infus

Secara umum, keadaan-keadaan yang dapat memerlukan pemberian cairan infus yang dikemukakan oleh Hidayat (2008) adalah:

- 1) Perdarahan dalam jumlah banyak (kehilangan cairan tubuh dan komponen darah).
- 2) *Trauma abdomen* (perut) berat (kehilangan cairan tubuh dan komponen darah).
- 3) *Fraktur* (Patah tulang), khususnya di *pelvis* (panggul) dan *femur* (paha) (kehilangan cairan tubuh dan komponen darah).
- 4) “Serangan panas” (*heat stroke*) (kehilangan cairan tubuh pada dehidrasi).
- 5) Diare dan demam (mengakibatkan dehidrasi).
- 6) Luka bakar luas (kehilangan banyak cairan tubuh).
- 7) Semua trauma kepala, dada, dan tulang punggung (kehilangan cairan tubuh dan komponen darah).

2.2.2. Kekosongan Infus

Kekosongan infus yaitu kondisi dimana cairan infus pada pasien rawat inap habis, hal ini sering terjadi terutama pada malam hari ketika keluarga pasien terlelap tidur serta perawat tidak memantau sisa infus pasien sehingga cairan infus habis. Tujuan pemberian infus menurut Hidayat (2008) adalah :

1. Mencukupi kebutuhan cairan ke dalam tubuh pada penderita yang mengalami kekurangan cairan.
2. Memberi zat makan pada penderita yang tidak dapat atau tidak boleh makan dan minum melalui mulut
3. Memberi pengobatan yang terus menerus

2.2.2.1. Faktor yang mempengaruhi

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kejadian kekosongan infus yang sering terjadi di rumah sakit antara lain yaitu :

1. Kesalahan (*Medical Error*)

Kesalahan yang terjadi dalam proses asuhan medis yang mengakibatkan atau berpotensi mengakibatkan cedera pada pasien. Kesalahan termasuk gagal melaksanakan sepenuhnya suatu rencana atau menggunakan rencana yang salah untuk mencapai tujuannya. Dapat akibat melaksanakan suatu tindakan (*commission*) atau tidak melakukan tindakan yang seharusnya dilakukan (*omission*).

Keterlambatan dalam penggantian infus dilihat dari tenaga medis (Perawat), Instansi rumah sakit dan keluarga klien. Kategori nursing errors

menurut TERCAP (*Taxonomy of Errors, Root Cause Analysis and Practice Responsibility*) paling banyak berupa kurangnya perhatian/pemantauan (11 kejadian) sebanyak 73,33%.

Menurut Doenges (2002) Fungsi keluarga yaitu fungsi reproduksi untuk kelangsungan keturunan dan menambah sumber daya manusia, Fungsi ekonomi untuk memenuhi kebutuhan seluruh anggota keluarga, Fungsi sosialisasi untuk belajar bersosialisasi dimana sosialisasi ini merupakan suatu proses yang berlangsung seumur hidup bagi individu, Fungsi perawatan kesehatan dimana keluarga mempunyai fungsi melaksanakan praktek asuhan keperawatan untuk mencegah terjadinya gangguan kesehatan dan atau merawat anggota keluarga yang sakit dan Fungsi afektif yaitu sumber energi yang menentukan kebahagiaan keluarga, keretakan keluarga, kenakalan anak atau masalah keluarga timbul karena fungsi afektif tidak terpenuhi.

Di ruang rawat inap, pasien selalu dijaga oleh pihak keluarga pada pagi, siang dan malam. Hal ini sering kali menyebabkan keluarga kurang perhatian dalam memantau kondisi infus karena keluarga terlelap saat malam hari.

2. Tetesan infus yang diberikan terlalu besar

Pemberian cairan intravena atau infus memiliki dosis yang telah ditentukan sesuai dengan kondisi pasien. Apabila tetesan yang diberikan terlalu besar maka pasien kelebihan cairan dan kekosongan infus atau kehabisan infus meningkat bila tidak dipantau secara kontinyu.

Perubahan posisi lengan klien dapat merubah kecepatan aliran infus sedikit pronasi, supinasi, ekstensi atau elevasi lengan bawah. Hasil penelitiannya juga menyimpulkan bahwa tinggi botol infus ada hubungannya dengan kecepatan aliran infus pada pasien pasca operasi. Hal tersebut dimungkinkan karena tinggi botol infus selalu berada di atas posisi jantung atau tetap tergantung dengan baik pada tempatnya sehingga aliran akan tetap baik. Menurut Potter & Perry (2005) meninggikan botol infus beberapa inchi dapat mempercepat aliran dengan menciptakan tekanan yang lebih besar.

3. Jumlah tenaga medis

Keselamatan pasien (*patient safety*) telah menjadi issue yang sangat penting dalam pelayanan kesehatan. Setiap orang ingin mendapatkan pelayanan kesehatan yang aman dan bebas dari cedera yang tidak diinginkan. Perencanaan

jumlah tenaga keperawatan yang dibutuhkan disetiap unit keperawatan bukanlah karena suatu hal yang sederhana atau mudah dilakukan karena terkait dengan banyak faktor diantaranya BOR, tingkat ketergantungan pasien dan lain- lain. Jumlah tenaga perawata yang berada di unit unit perawatan berpengaruh terhadap pemberian asuhan keperawatan, UU keperawatan menyatakan bahwa perawat dalam pemberian asuhan keperawatan berorientasi pada keselamatan pasien. Dengan demikian jumlah tenaga perawat yang mencukupi kebutuhan pasien diperlukan agar pelayanan yang diberikan kepada pasien menjadi optimal.

4. Komplikasi

Keterlambatan perawat dalam penggantian cairan infus ini dapat berdampak negatif terhadap pasien dengan terjadinya komplikasi yaitudarah pasien akan tersedot naik ke selang infus . Infus bekerja dengan mekanisme keseimbangan tekanan dan dibantu pula oleh daya gravitasi. Cairan dari infus mengalir dari botol infus ke dalam pembuluh darah karena ada yang disebut dengan tekanan hidrostatik dari cairan dalam kantung infus yang lebih tinggi dari pada tekanan di pembuluh darahnya. Dengan demikian cairan dapat mengalir dari kantung infus, melalui selang dan masuk kedalam pembuluh darah. Ketika cairan habis,umumnya perawat atau dokter, akan mengunci akses dari selang tersebut menuju ke pembuluh darah pada klep di infus,sehingga tekanan akan sama besarnya dan tidak ada yang masuk maupun keluar pembuluh darah. Adapun ketika terlambat dikunci, biasanya darah akan naik ke atas karena tekanan yang lebih besar dari pembuluh darah dibandingkan dengan kantung infus yang sudah mengempis karena sudah habis sama sekali. Kondisi ini tentu dapat membahayakan pasien itu sendiri.

2.2.3. Kepuasan Pasien

2.2.3.1.Pengertian Kepuasan

Kepuasan adalah tingkat perasaan seseorang setelah membandingkan kinerja (hasil) yang dirasakan dibandingkan dengan harapan (Kotler & Keller, 2007). Pasien adalah seseorang yang menerima perawatan medis. Sering kali, pasien menderita penyakit atau cedera dan memerlukan bantuan perawat atau dokter untuk memulihkannya (Hidayat, 2008).

Kepuasan pasien dapat juga diartikan sebagai suatu sikap konsumen, yakni beberapa derajat kesukaan atau ketidaksukaannya terhadap pelayanan yang pernah dirasakannya. Minat seseorang untuk berperilaku membeli dipengaruhi oleh sikap, tapi minat untuk menggunakan kembali jasa pelayanan keperawatan akan sangat dipengaruhi oleh pengalamannya yang lampau waktu memakai jasa yang sama. Minat pasien untuk menggunakan rumah sakit sangat besar dipengaruhi oleh pengalaman kepuasan dalam menerima pelayanan (Lamiri, 2008).

Kepuasan pasien dapat dilihat dari hak-hak yang dimiliki pasien yang terpenuhi. Adapun berbagai hak pasien di rumah sakit menurut (Wardhono, 2007) adalah:

1. Hak mendapatkan perawatan.
2. Hak untuk mendapatkan pelayanan medis dan rumah sakit.
3. Hak memilih dokter dan rumah sakit.
4. Hak untuk tidak terlalu dibatasi kemerdekaannya selama proses pengobatan atas informasi dan persetujuan.
5. Hak untuk meningkatkan pelayanan medis (pengobatan) dan tindakan kuratif.
6. Hak untuk mengadu dan mengajukan pengaduan atau gugatan.
7. Hak atas ganti rugi
8. Hak atas bantuan hukum.
9. Hak atas penghitungan biaya pengobatan, perawatan dan mendapatkan penjelasan atas penghitungan biaya tersebut terlepas dari pihak mana yang membayar.

2.2.3.2. Quality Assurance (QA)

Quality assurance atau kepuasan pasien merupakan salah satu faktor penting dan fundamental khususnya bagi manajemen itu sendiri dan para *stakeholder* nya, pasalnya dampak dari *quality assurance* menentukan hidup matinya sebuah layanan kesehatan. Bagi layanan kesehatan, adanya *quality assurance* yang baik tentu saja membuat layanan kesehatan mampu untuk bersaing dan tetap eksis di masyarakat. Bagi pasien, *quality assurance* dapat dijadikan sebagai faktor untuk memilih rumah sakit yang bermutu dan baik. Bagi praktisi medis, selain terikat dengan standar profesinya, dengan adanya *quality assurance* para praktisi medis dituntut untuk semakin teliti, telaten, dan hati-hati dalam menjaga mutu pelayanannya. Bagi pemerintah sendiri, adanya *quality assurance* dapat menjadikan standar dalam memutuskan salah benarnya suatu kasus yang terjadi di rumah sakit (Supranto & Limakrisna, 2007).

Dalam konsep *quality assurance* penilaian baik buruknya sebuah layanan kesehatan dapat dilihat dari empat komponen yang mempengaruhinya yaitu:

1. Aspek klinis, yaitu komponen yang menyangkut pelayanan dokter, perawat dan terkait dengan teknis medis.
2. Efisiensi dan efektifitas, yaitu pelayanan yang murah, tepat guna, tidak ada diagnosa dan terapi yang berlebihan.
3. Keselamatan pasien, yaitu upaya perlindungan pasien dari hal-hal yang dapat membahayakan keselamatan pasien seperti jatuh, kebakaran, dan lain-lain.
4. Kepuasan Pasien, yaitu yang berhubungan dengan kenyamanan, keramahan, dan kecepatan pelayanan.

2.2.3.3. Indikator Kepuasan Pasien

Umumnya indikator yang sering dapat digunakan sebagai objektif untuk memprediksi kepuasan pasien adalah jumlah keluhan pasien atau keluarga, kritik dalam kolom surat pembaca, pengaduan mal praktek, laporan dari staf medik dan perawatan dan sebagainya. Bagaimana bentuk kongret untuk mengukur kepuasan pasien rumah sakit, dalam seminar survei kepuasan pasien di rumah sakit, ada empat aspek yang dapat diukur yaitu (Suyanto, 2009):

1. Kenyamanan

Aspek ini dijabarkan dalam pertanyaan tentang lokasi rumah sakit, kebersihan, kenyamanan ruangan, makanan dan minuman, peralatan ruangan, tata letak, penerangan, kebersihan WC, pembuangan sampah, kesegaran ruangan.

2. Hubungan pasien

Hubungan dengan layanan kesehatan, dapat dijabarkan dengan pertanyaan yang menyangkut keramahan, informasi yang diberikan, sejauh mana tingkat komunikasi, responsi, *support*, seberapa tanggap dokter/ perawat di ruangan IGD, rawat jalan, rawat inap, farmasi, kemudahan dokter/ perawat dihubungi, keteraturan pemberian *meal*, obat, pengukuran suhu dan sebagainya.

3. Kompetensi teknis petugas

Dijabarkan dalam pertanyaan kecepatan pelayanan pendaftaran, ketrampilan dalam penggunaan teknologi, pengalaman petugas medis, gelar medis yang dimiliki, terkenal, keberanian mengambil tindakan, dan sebagainya.

4. Biaya

Dijabarkan dalam pertanyaan kewajaran biaya, kejelasan komponen biaya, biaya pelayanan, perbandingan dengan rumah sakit yang sejenis lainnya, tingkat masyarakat yang berobat, ada tidaknya keringanan bagi masyarakat miskin. dan sebagainya.

2.2.4. Axiomatic Design

Axiomatic design adalah suatu metodologi desain sistem yang menggunakan metode matrix untuk menganalisa transformasi dari kebutuhan customer secara sistematis ke dalam functional requirement, parameter desain, dan variabel proses. Istilah *axiomatic* ini sendiri didapat dari kegunaan prinsip desain atau desain Axioms yang mempengaruhi analisis dan proses pengambilan keputusan dalam mengembangkan produk berkualitas tinggi atau sebuah desain sistem.

Axiomatic design disinyalir sebagai metode desain yang mengalamatkan masalah mendasar dalam Taguchi Methods. Metodologi ini dikembangkan oleh Dr. Suh Nam Pyo sejak tahun 1990an. Beliau adalah Dokter dari departemen Teknik Mesin di Universitas MIT. Beberapa rangkaian konferensi akademik telah diadakan untuk menambahkan pengembangan yang diperlukan dalam metodologi ini. Dalam mendesain suatu solusi dari produk, service, software, proses, maupun hal lainnya, para desainer umumnya melakukan beberapa langkah berikut ini :

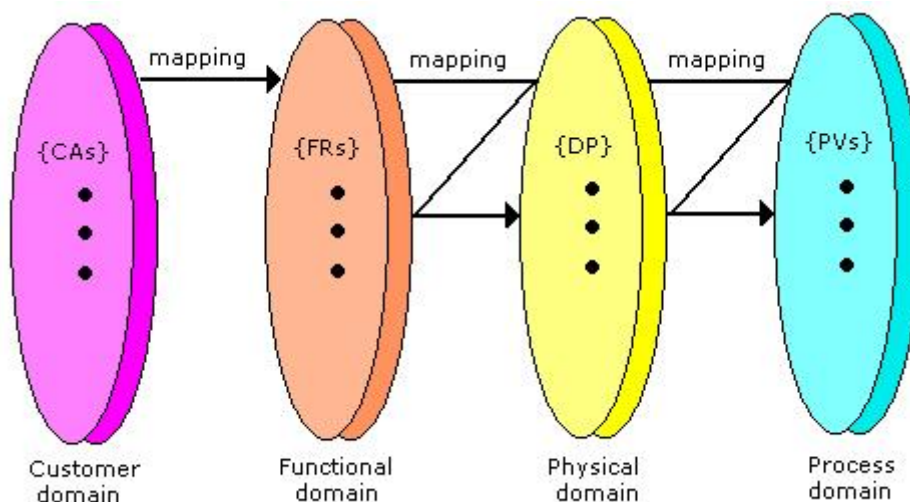
- a. Memahami kebutuhan customer
 - b. Menentukan masalah yang harus mereka selesaikan untuk memenuhi kebutuhan mereka
 - c. Membuat dan memilih suatu solusi
 - d. Menganalisa dan mengoptimalkan solusi yang telah diajukan
 - e. Memeriksa efek yang ditimbulkan oleh desain terhadap kebutuhan customer
- Proses *axiomatic design* mengarahkan para desainer melalui langkahlangkah yang sama. Mereka dapat menggunakan *tool* maupun *software* apapun dan efisiensi tetap dapat terlaksana dengan sukses dalam desain mereka. Hal yang sama juga dapat dilakukan dalam memeriksa atau melakukan koreksi pada desain yang telah ada.

Terdapat empat konsep utama yang digunakan dalam *axiomatic design* :

- a. Domain
- b. Hierarki
- c. Zigzagging

d. *Design axiom*

Konsep dasar dari *axiomatic design* adalah domain. Masing-masing domain akan memiliki peran penting dalam aktivitas desain.



Gambar 2.1 Konsep Dasar *Axiomatic Design*

(Sumber : Frederickson, 2005)

Untuk masing-masing domain yang berdekatan, domain sebelah kiri merepresentasikan “hal yang ingin dicapai”. Sedangkan domain yang berada di kanan merepresentasikan solusi desain dalam “bagaimana mencapai hal itu”. konten dari masing-masing domain adalah sebagai berikut :

- a. *Customer* : keuntungan yang dicari oleh customer
- b. *Functional* : Kebutuhan fungsional dari solusi desain
- c. *Physical* : Parameter desain dari solusi desain
- d. *Process* : variabel proses

Sebagai contoh, dalam *domain customer*, misalkan kebutuhan customer adalah makanan yang tahan lama. Akan ada beberapa cara untuk mencapai hal ini dalam *domain function*, seperti *canning*, *dehydrating*, atau mendinginkan makanan. Dari beberapa pilihan yang ada, desainer memilih mendinginkan dan memutuskan untuk memasukan kulkas ke dalam domain *physical*. *Domain process* menjelaskan bagaimana memmanufaktur kulkas tersebut.

Beberapa definisi yang terasosiasi dengan domain dalam *axiomatic design* adalah :

- a. *Functional requirement*

Functional Requirements (FRs) adalah set minimum dari *independent requirement* yang mengkarakterisasikan kebutuhan fungsional dari solusi desain secara menyeluruh dalam domain *functional*.

b. *Constraint Constraint* (Cs) adalah batas dari solusi yang dapat diterima.

c. Design Parameter

Design Parameters (DPs) adalah elemen dari solusi desain dalam domain *physical* yang dipilih untuk memenuhi spesifikasi FRs.

d. *Process Variable*

Process Variables (PVs) adalah elemen dalam domain *process* yang memberikan ciri khas terhadap proses yang memenuhi spesifikasi DPs. Keputusan dalam satu domain dipetakan ke domain yang berada di sebelah kanannya. Dalam contoh yang sebelumnya, kebutuhan dalam domain *customer* tentang makanan yang tahan lama dipetakan ke pendinginan makanan di dalam domain *functional*, lalu *functional requirement* direalisasikan sebagai kulkas dalam domain *physical*. Hal ini menunjukkan bagaimana “*what*” dalam domain sebelah kiri dipetakan menuju “*how*” dalam domain sebelah kanan. Pemetaan direpresentasikan dengan desain matrix yang menunjukkan hubungan antara FRs dan DPs, dan antara DPs dengan PVs.

$$\begin{array}{c|c} \text{FR1} \\ \text{FR2} \\ \text{FR3} \\ \text{FR4} \end{array} = \begin{array}{c|c} \text{X 0 0 0} \\ \text{X X 0 0} \\ \text{0 0 X 0} \\ \text{0 0 0 X} \end{array} \begin{array}{c} \text{DP1} \\ \text{DP2} \\ \text{DP3} \\ \text{DP4} \end{array}$$

Gambar 2.4 Matrix Hubungan Antara FRs dan DPs

(Sumber : Frederickson, 2005)

Tanda X atau O dalam kotak mengindikasikan apakah kolom DP memberikan efek pada baris FR atau tidak. Konsep kedua dari *axiomatic design* adalah hierarki, yang merepresentasikan arsitektur desain. Dimulai dari level paling tinggi, desainer memilih desain spesifik dengan mendekomposisikan DPs dengan level tertinggi yang dipilih. Dekomposisi ini menghasilkan *layer* demi *layer* bahkan sampai ke level paling rendah sehingga solusi desain dapat diimplementasikan. Melalui proses dekomposisi ini, desainer memastikan

hierarki dari FRs, Dps, dan PVs. Dengan contoh yang sebelumnya FR1 – 1 menjaga makanan agar tetap dalam range temperature tertentu

FR1 – 2 memonitor temperatur keseluruhan dalam kotak

Konsep ketiga dari *axiomatic* desain adalah *zigzagging* yang menggambarkan proses dari dekomposisi desain ke dalam hierarki dengan menghubungkan pair dan domain. Dalam paragraph sebelumnya, FR – 1 didekomposisi menjadi FR1 – 1 dan FR1 – 2. FRs dengan level lebih rendah ini hanya valid untuk DP yang kita pilih. Jika kita memilih untuk mengalengkan makanan, FRs dengan level lebih rendah akan berbeda. Oleh karena itu, desainer mengikuti prosedur *zigzagging* diantara domain “*what*” dan “*how*” sampai level hierarki terendah. Konsep terakhir adalah dua buah desain axiom

Axiom 1 : *The Independence Axiom*; yaitu memonitor independensi dari FRs: dalam *acceptable design*, DPs dan FRs memiliki hubungan yang dapat mengatur DP spesifik untuk memenuhi koreponden FR tanpa member efek pada FRs yang lain.

Axiom 2 : *The Information Axiom*: yaitu meminimalisir konten informasi: diantara desain alternatif yang dapat memenuhi axiom 1, alternatif yang terbaik adalah yang memiliki konten informasi minimum sehingga memaksimalkan kemungkinan tercapainya kesuksesan.

2.2.5. Ergonomi

Ergonomi berasal dari bahasa Yunani, terbentuk dari kata “*ergon*” yang berarti “kerja atau usaha”, dan kata “*nomos*” yang berarti “aturan”. Secara harfiah, ergonomi berarti pengaturan kerja (Yanto & Ngaliman, 2017). Istilah ergonomi pertama kali diperkenalkan oleh Wojciech Jastrzebowski pada tahun 1857 yang mempelajari dampak manusia dan ekonomi karena perubahan dari era pertanian menuju era revolusi industri. Orang yang mempopulerkan istilah ergonomi adalah Etienne Grandjean yang kini dikenal dengan “Bapak Ergonomi Modern”. Grandjean mengartikan ergonomi sebagai “*fitting the work to the worker*” (Stack & Wilhelmsen, 2016). Iridiastadi & Yassierli (2017) mendefinisikan ergonomi sebagai “ilmu yang mempelajari berbagai aspek dan karakteristik manusia (kemampuan, kelebihan, keterbatasan, dan lain-lain) yang relevan

dengan konteks kerja, serta memanfaatkan informasi yang diperoleh dalam upaya merancang produk, mesin, alat, lingkungan, serta sistem kerja yang terbaik”.

Usability berasal dari kata *usable* yang secara umum berarti dapat digunakan dengan baik. Sesuatu dapat dikatakan berguna dengan baik apabila kegagalan dalam penggunaannya dapat dihilangkan atau diminimalkan serta memberi manfaat dan kepuasan kepada pengguna (Rubin, 2008).

Nielsen (1994) mendefinisikan *usability* sebagai ukuran kualitas pengalaman pengguna ketika berinteraksi dengan produk atau sistem apakah situs web, aplikasi perangkat lunak, teknologi bergerak, maupun peralatan-peralatan lain yang dioperasikan oleh pengguna. ISO 9241 (1998) Mendefinisikan *usability* sebagai tingkat dimana produk bisa digunakan oleh pengguna tertentu untuk mencapai tujuannya dengan lebih efektif, efisien, dan memuaskan dalam ruang lingkup penggunaannya. Badre (2002) mendefinisikan usability testing atau uji ketergunaan sebagai berikut, “*Usability testing has traditionally meant testing for efficiency, ease of learning, and the ability to remember how to perform interactive tasks without difficulty or errors.*” Maksudnya uji ketergunaan adalah mengukur efisiensi, kemudahan dipelajari, dan kemampuan untuk mengingat bagaimana berinteraksi tanpa kesulitan atau kesalahan. Berdasarkan pendapat di atas dapat disimpulkan usability adalah tingkat kualitas dari sistem yang mudah dipelajari, mudah digunakan dan mendorong pengguna untuk menggunakan sistem sebagai alat bantu positif dalam menyelesaikan tugas.

2.2.5.1. Usability

Usability adalah atribut kualitas yang menjelaskan atau mengukur seberapa mudah penggunaan suatu antar muka (*interface*). Kata “*Usability*” juga merujuk pada suatu metode untuk meningkatkan kemudahan pemakaian selama proses desain. *Usability* diukur dengan lima kriteria, yaitu: *Learnability*, *Efficiency*, *Memorability*, *Errors*, dan *Satisfaction*.

2.2.5.1.1. Tujuan Usability

Adapun tujuan dari *Usability* seperti yang dijelaskan Nielsen (1994) *usability* memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Efektif pada saat digunakan
2. Efisien pada saat digunakan
3. Aman saat menggunakannya

4. Mudah untuk dipelajari bagi user saat pertama kali menggunakannya
5. Mudah diingat cara menggunakannya

Desain produk merupakan skema dimana elemen-elemen fungsional dan produk disusun menjadi beberapa kumpulan komponen yang berbentuk fisik. Pendesainan ditetapkan selama fase pengembangan konsep dan perancangan tingkatan sistem (Ulrich & Steven, 2004). Lebih jauh Ulrich & Epinger menjelaskan proses pengembangan konsep mencakup beberapa kegiatan yaitu: Identifikasi kebutuhan pelanggan, penetapan spesifikasi target, penyusunan konsep, pemilihan konsep, pengujian konsep, penentuan spesifikasi akhir, perencanaan proyek, analisis ekonomi, analisis produk pesaing, pembuatan prototipe.

Terdapat 4 tujuan penting yang perlu diperhatikan dalam melakukan desain mengembangkan produk yaitu (Dreyfuss, 1967):

1. Kegunaan: hasil produksi manusia harus selalu aman, mudah digunakan dan intuitif. Setiap ciri dibentuk sedemikian rupa untuk mempermudah pemakai mengetahui fungsinya.
2. Penampilan: bentuk, garis, proporsi dan warna digunakan dalam menyatukan produk menjadi satu produk yang menyenangkan.
3. Kemudahan pemeliharaan: produk harus juga didesain untuk memberitahukan bagaimana mereka dapat dirawat dan diperbaiki.
4. Biaya-biaya rendah: bentuk dan ciri memegang peranan besar dalam biaya peralatan dan produksi.

2.2.6. Use Questionnaire

USE Questionnaire diperkenalkan oleh Arnold (Arnie) M. Lund pada tahun 1998. *Usefulness, Satisfaction, and Ease of use Questionnaire* adalah salah satu instrument yang berupa paket kuesioner yang dapat digunakan untuk mengukur penelitian mengenai usability. (Lund, 2001) Paket kuesioner USE digunakan karena dapat mencakup 3 dimensi pengukuran usability menurut (ISO 9241-11, 1998), yaitu efisiensi, efektifitas dan kepuasan. Meskipun ditemukan juga beberapa dimensi yang lain, akan tetapi 3 hal tersebut adalah merupakan parameter yang paling mudah diamati dan dibandingkan hasilnya jika harus mengevaluasi lebih dari satu antarmuka suatu produk teknologi informasi. Bentuk paket kuesioner USE terdiri dari 30 pertanyaan yang mencakup 4 aspek, yaitu:

1. *Usefulness*, yang terdiri dari 8 pernyataan
2. *Ease of use*, yang terdiri dari 11 pernyataan
3. *Ease of learning*, yang terdiri dari 4 pernyataan
4. *Satisfaction*, yang terdiri dari 7 pernyataan

Kuesioner tersebut dibuat dalam bentuk skor dengan 7 poin dengan menggunakan model Skala *likert* yang digunakan untuk mengukur tingkat persetujuan user terhadap pernyataan di atas, dari Sangat Tidak Setuju sampai dengan Sangat Setuju.

2.2.7. Uji Statistik

2.2.7.1. Uji Validitas

Tujuan dari pengujian validitas adalah untuk mengecek apakah isi kuesioner tersebut sudah dipahami oleh responden, dan biasanya digunakan dengan menghitung korelasi antara setiap skor butir instrumen dengan skor total (Sugiyono, 2007).

2.2.7.2. Uji Reliabilitas

Reliabilitas dapat diartikan sebagai indeks yang menunjukkan sejauh mana alat ukur yang digunakan dapat dipercaya atau dapat diandalkan, Sugiyono (2007) menambahkan sebuah instrumen dapat mengukur sesuatu yang diukur secara konsisten dari waktu ke waktu. Jadi kata kunci untuk syarat kualifikasi suatu instrumen pengukuran adalah konsistensi, atau tidak berubah-ubah.

2.2.7.3. Uji Wilcoxon

Uji Wilcoxon merupakan uji perbandingan pada 2 kelompok dimana data dari kedua kelompok tersebut berpasangan atau saling mempunyai ketergantungan. Pengujian ini digunakan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang signifikan antara satu kelompok dengan kelompok lainnya. Uji Wilcoxon digunakan untuk data bertipe ordinal dan data tidak mengikuti distribusi normal. Uji tanda memanfaatkan hanya tanda-tanda 'plus' dan 'minus' yang diperoleh dari selisih antara nilai pengamatan dan median pembanding, tetapi mengabaikan besarnya selisih-selisih tersebut. Wilcoxon (1945) memperkenalkan satu prosedur nonparametrik untuk menguji median yang memanfaatkan baik arah (tanda 'plus' dan 'minus') maupun besar arah itu. Uji ini dikenal dengan istilah uji peringkat bertanda Wilcoxon (Wilcoxon signed-rank test). Uji ini digunakan untuk menguji dua kelompok sampel terkait prosedur NonParametrik.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Subjek dan Objek Penelitian

Subjek pada penelitian ini adalah pasien dan perawat yang terlibat langsung dalam penggunaan alat *infus* di Kabupaten Sleman. Sedangkan objek penelitian ini adalah alat infus otomatis yang dirancang dengan pendekatan *axiomatic design* untuk meningkatkan keamanan pasien dan meningkatkan efisiensi kinerja perawat.

3.2. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini adalah desain sistem monitoring dengan menggunakan independence axiom, hal-hal diluar proses desain sistem monitoring tidak dibahas dalam penelitian ini. Perawat diasumsikan sudah pernah menggunakan telegram dan pada eksperimen hanya menggunakan infus ukuran 500 ml.

3.3. Populasi dan Sampel

3.3.1. Populasi

Populasi dalam penelitian ini adalah pihak-pihak yang terlibat langsung dalam penggunaan sistem *monitoring* infus yang berada di Kab. Sleman, Indonesia.

3.3.2. Sampel

Sampel pada penelitian ini yaitu 35 responden untuk mengidentifikasi masalah dan atribut dalam merancang sistem *monitoring* infus dan untuk mengidentifikasi perubahan yang terjadi pada perancangan sistem *monitoring* infus. Setiap sampel memiliki pengetahuan dan pengalaman mengenai alat infus. Teknik pengambilan sampel menggunakan teknik sampel kuota (*non probability sampling*). Untuk sampel eksperimen digunakan sebanyak 10 orang. Sampel yang digunakan sudah memiliki pengalaman sebagai pasien atau keluarga pasien.

3.4. Jenis Data

Jenis data yang digunakan pada penelitian ini adalah data primer dan sekunder.

3.4.1. Data Primer

Data primer yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah data atribut yang diinginkan oleh kustomer dalam perancangan sistem monitoring infus dan data tingkat usability.

3.4.2. Data Sekunder

Data sekunder, merupakan data yang dikumpulkan dari jurnal-jurnal atau referensi dari

penelitian yang dilakukan oleh orang lain yang dapat menunjang penelitian ini. Data sekunder diperoleh dari referensi pendukung data primer dalam melakukan penelitian bertujuan agar penelitian ini memiliki pondasi/landasan yang kuat.

3.5. Variabel dan Definisi Operasional

Variabel dalam penelitian ini adalah usabilitas, keamanan, dan efisiensi waktu.

Usabilitas adalah kemudahan manusia dalam menggunakan suatu alat atau objek buatan manusia lainnya untuk mencapai tujuan tertentu (Nielsen, 1994). Pengukuran usabilitas dilakukan pada sistem monitoring infus dengan menggunakan kuesioner USE. Skala pengukuran usabilitas dengan USE adalah skala ordinal dengan satuan skor 1 hingga 5.

Aman adalah kondisi dimana seseorang bebas dari cedera fisik dan psikologis dan dalam kondisi aman dan tenang (Potter & Perry, 2006). Aman dalam penelitian ini dikaitkan dengan proses monitoring sebagai mencegah risiko kehabisan infus, diukur dengan menggunakan kuesioner validasi desain bagian Aman. Skala pengukuran yang digunakan adalah skala ordinal dengan satuan skor 1-5.

Efisien adalah ketepatan cara dalam menjalankan suatu pekerjaan dengan tidak membuang-buang waktu, tenaga dan biaya (Mulyadi, 2007). Efisien dalam penelitian ini dikaitkan dengan proses penggantian infus dengan bantuan sistem monitoring sehingga tidak membuang-buang waktu pada proses menunggu konfirmasi, diukur dengan menggunakan *stopwatch* dan satuan menit.

3.6. Instrumen Penelitian

Dalam penelitian ini alat yang digunakan untuk menunjang kegiatan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Kuesioner *Voice of Customer* untuk mengidentifikasi *customers attribute*.
2. Kuesioner USE untuk mengukur tingkat usabilitas dari sistem *monitoring* infus yang dirancang.
3. Kamera untuk merekam saat proses *usability testing*.
4. *Software* IBM SPSS untuk mengolah dan menguji kualitas data penelitian yang diperoleh.
5. *Software Autodesk Fusion 360* untuk menggambarkan rancangan alat infus yang ergonomi dan inovatif sesuai dengan desain yang diperoleh.

6. Alat dan Bahan untuk Perancangan Sistem *Monitoring* Infus Ergonomi dan Inovatif.
7. Tiang dan set infus untuk membantu proses sistem monitoring.

3.7. Metode Pengumpulan Data

3.7.1. Survei

Survei dengan media kuesioner *Voice of Customer* untuk mengidentifikasi *customers attribute*.

3.8. Metode Eksperimen

3.8.1. Desain Eksperimen

Desain eksperimen adalah suatu rancangan percobaan untuk memperoleh informasi yang berhubungan atau yang diperlukan dalam membahas permasalahan yang sedang dihadapi, dalam penelitian ini menggunakan *pre-experimental designs* yaitu rancangan penelitian yang belum dikategorikan sebagai eksperimen sungguhan, karena uji coba sistem *monitoring* infus tidak langsung kepada pasien. *One-Group Pretest-Posttest Design* digunakan untuk pengambilan data eksperimen sebelum dan setelah menggunakan sistem *monitoring* infus yang ergonomis dan inovatif.

3.8.2. Tugas Eksperimen

Tugas eksperimen yang akan dilakukan adalah memasang alat infus yang telah diintegrasikan dengan sistem *monitoring* yang ergonomis dan inovatif.

3.8.3. Prosedur Eksperimen

- a. Perlu dijelaskan kepada perawat tentang tujuan eksperimen yang dilakukan.
- b. Memberi penjelasan kepada perawat tentang cara pemakaian dan cara kerja sistem *monitoring* infus yang dirancang.
- c. Saat eksperimen dilakukan, peneliti mencatat waktu yang dibutuhkan perawat untuk merespon habisnya infus pada pasien serta jumlah pasien yang dapat dilayani sebelum dan setelah menggunakan sistem *monitoring* infus.

3.9. Perancangan Sistem *Monitoring* Infus

3.9.1. *Axiomatic Design*

Konsep umum *Axiomatic Design* dapat dipergunakan untuk menyelesaikan rancangan

Tabel 3.1 *Axiomatic Design*

Tahap rancangan	Domain Rancangan	Elemen rancangan
Rancangan konsep	Pelanggan	<ul style="list-style-type: none"> - Keinginan pelanggan (CNs), manfaat/keuntungan yang dicari oleh pelanggan - Keinginan pelanggan yang diidentifikasi dan ditentukan dalam bentuk fungsional
Rancangan produk	Fungsional	<ul style="list-style-type: none"> - Deskripsi fungsional (FRs) dari solusi - Hambatan yang terjadi (Cs)
Rancangan proses	Fisik	<ul style="list-style-type: none"> - Dapat memenuhi kebutuhan fungsional - Parameter rancangan (DPs) alternatif solusi - Rencana yang diformulasikan kedalam rancangan
	Proses	<ul style="list-style-type: none"> - Variabel/atribut proses

3.10. Metode Analisis Data

Metode analisis data dilakukan terhadap sistem *monitoring* infus yang ergonomis dan inovatif.

3.10.1. *Axiomatic Design*

Analisa ini dilakukan terhadap identifikasi atribut pengguna dan menginterpretasikan ke dalam bentuk *functional requirement* dan pengembangan menjadi *process variable*. Sehingga dalam melakukan analisis ini dapat diketahui hingga solusi spesifik yang dibutuhkan terhadap sistem *monitoring* infus sesuai dengan kebutuhan pengguna. Rancangan yang tidak sesuai dengan aksioma independen disebut *coupled*. Rancangan yang sesuai dengan aksioma independen dinamakan *uncoupled* atau *decoupled*. Untuk

uncoupled = masing–masing DPs independen, hanya berpengaruh pada 1 (satu) FRs, tidak mempengaruhi FRs yang lain; sedangkan untuk *decoupled* = satu DPs mempengaruhi 2 atau lebih FRs.

3.10.2. Usabilitas

Pengukuran usabilitas dalam penelitian ini menggunakan kuesioner *USE*. *USE Questionnaire* memiliki beberapa aspek pengukuran usabilitas yaitu efisiensi, efektivitas dan kepuasan. Kuesioner *USE* merupakan paket kuesioner yang terdiri dari empat variabel penelitian yaitu variabel *usefulness*, *ease of use*, *ease of learning* dan *satisfaction*. Untuk keperluan analisis kuantitatif penelitian, maka responden akan diberikan lima alternatif jawaban dengan menggunakan skala pengukuran *Likert*. Pengukuran usabilitas dilakukan dengan menghitung persentase jawaban dari responden menggunakan rumus

$$Usability (\%) = \frac{Skor\ usability\ pengukuran}{Skor\ usability\ maksimal} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

Untuk pengukuran kelayakan digunakan rumus :

$$Persentase (\%) = \frac{Skor\ yang\ diobservasi}{Skor\ yang\ diharapkan} \times 100 \dots\dots\dots(2)$$

Selanjutnya dilakukan interpretasi sesuai tabel 3.1.

Tabel 3.2 Klasifisi Persentase

Angka (%)	Klasifikasi
< 21	Sangat Tidak Layak
21 – 40	Tidak Layak
41 – 60	Cukup
61 – 80	Layak
81 – 100	Sangat Layak

3.11. Metode Analisis Statistik

3.11.1. Uji Validitas

Pengujian validitas dapat dilakukan untuk mengukur validitas dari kuesioner *voice of customer* dan kuesioner USE pada saat *usability testing* dengan menggunakan bantuan *software* IBM SPSS versi 22, adapun langkah-langkah yang perlu dilakukan dalam pengujian validitas secara perhitungan *software* SPSS ialah sebagai berikut:

- a. Menentukan Hipotesis
 - H_0 : kuesioner valid
 - H_1 : kuesioner tidak valid
- b. Menentukan Nilai r_{tabel}
 - Dengan menggunakan tingkat signifikansi (α) sebesar 5% dan derajat kebebasan (df) = $n-2$.
- c. Nilai r_{hitung} dapat diperoleh setelah melakukan pengolahan data dengan menggunakan *software* SPSS. Nilai r_{hitung} dapat dilihat pada hasil *output* SPSS pada nilai *Product Moment Correlation*.
- d. Pengambilan Keputusan
 - Dalam kriteria validasi, suatu pernyataan dapat diambil berdasarkan:
 - $R_{hitung} > R_{tabel}$, maka H_0 diterima, kuesioner dinyatakan valid.
 - $R_{hitung} < R_{tabel}$, maka H_0 ditolak, kuesioner dinyatakan tidak valid.

3.11.2. Uji Reabilitas

Adapun perhitungan uji reabilitas dapat dilakukan menggunakan *software* SPSS dengan dimulai dari hipotesa sebagai berikut:

- a. Menentukan Hipotesis
 - H_0 : skor item kuesioner reliabel
 - H_1 : skor item kuesioner tidak reliabel
- b. Menentukan Nilai r_{tabel}
 - Dengan menggunakan tingkat signifikansi (α) sebesar 5% dan derajat kebebasan (df) = $n-2$
- c. Menentukan Nilai r_{alpha}
 - Hasil perhitungan r_{alpha} pada *software* SPSS dapat dilihat pada nilai *Alpha Cronchboard*.
- d. Pengambilan Keputusan

Dalam kriteria validasi, suatu pernyataan dapat diambil berdasarkan:

$R_{\alpha} > R_{\text{tabel}}$, maka H_0 diterima, butir kuesioner dinyatakan reliabel.

$R_{\alpha} < R_{\text{tabel}}$, maka H_0 ditolak, butir kuesioner dinyatakan tidak reliabel.

3.11.3. Uji *Marginal Homogeneity*

Pada kasus antara dua peristiwa untuk data kategori lebih dari 2x2 dan bersifat multinomial digunakan metode *Stuart-Maxwell test of Marginal Homogeneity* (Yamin & Kurniawan, 2009). Adapun perhitungan uji *Marginal Homogeneity* juga dapat dilakukan menggunakan *software* SPSS dengan dimulai dari hipotesa sebagai berikut:

a. Menentukan Hipotesis

H_0 : Tidak terdapat perbedaan antara kondisi sebelum dengan sesudah.

H_1 : Terdapat perbedaan antara kondisi sebelum dengan sesudah.

b. Menentukan Kriteria pengujian statistik

Dengan menggunakan tingkat signifikansi (α) sebesar 5%

Jika nilai Signifikansi > 0.05 maka H_0 diterima

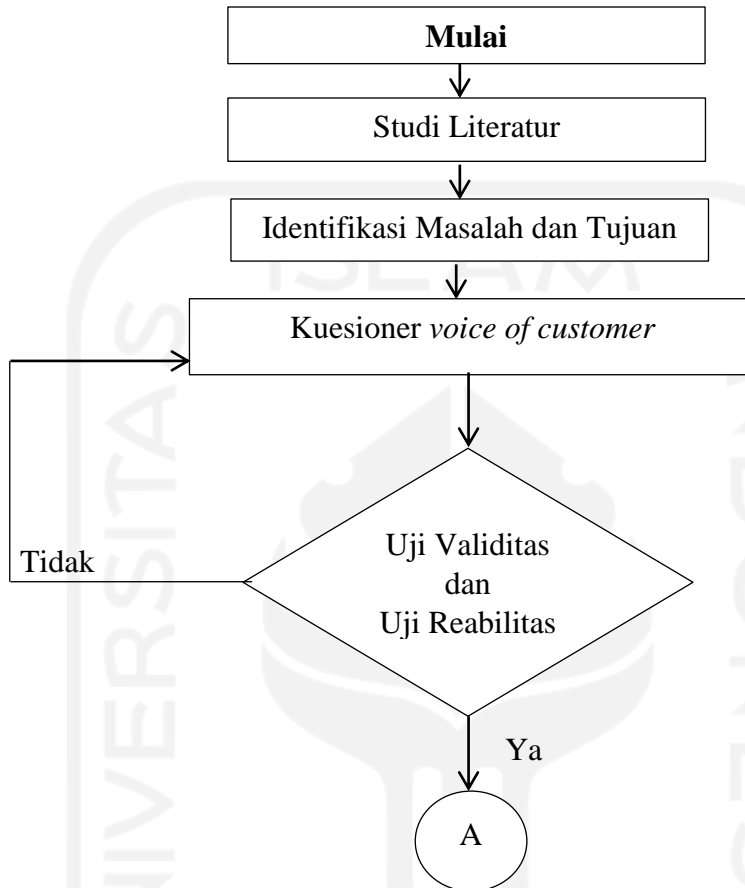
Jika nilai Signifikansi < 0.05 maka H_0 ditolak

c. Menghitung Nilai *Z-value*

Hasil perhitungan *Z-value* pada *software* SPSS dapat dilihat pada nilai *Npar Test*.

3.12. Alur Penelitian

3.12.1. Tahap Pengumpulan Data



Gambar 3.0.1 Alur Penelitian Tahap Pengumpulan Data

Penelitian ini dimulai dengan studi literatur lalu menentukan identifikasi masalah dan tujuan penelitian. Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan kuesioner *voice of customer* yang selanjutnya di uji validitas dan reabilitas.

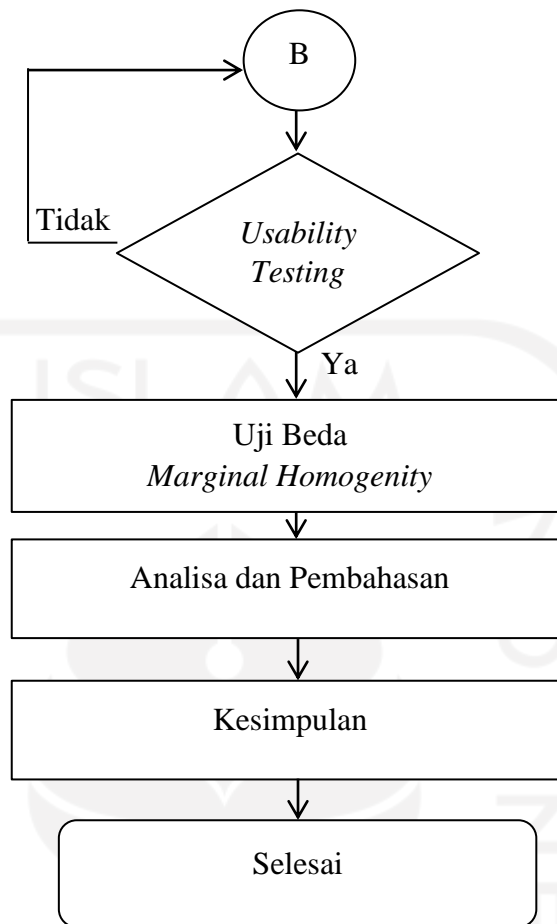
3.12.2. Tahap Perancangan Sistem *Monitoring* Infus



Gambar 3.0.2 Diagram Alir Penelitian Tahap Perancangan

Tahap perancangan dimulai dengan A sebagai hasil dari *customer needs*, selanjutnya perancangan dengan metode axiomatic design yaitu membuat FR berdasarkan CNs lalu memetakannya ke dalam desain parameter dan membuat perancangan sistem *monitoring* infus dalam bentuk gambar visual yang selanjutnya dibuat *prototype* nya.

3.12.3. Tahap Analisa



Gambar 3.0.3 Diagram Alir Penelitian Tahap Analisa

Tahap analisis data dilakukan dengan uji usabilitas secara langsung dan dengan menggunakan *USE Questionnaire* lalu dilakukan uji beda dengan menggunakan uji *marginal homogeneity* Uji tersebut digunakan untuk mengetahui perbedaan efisiensi waktu dan keamanan saat menggunakan infus konvensional dan sistem *monitoring* infus yang ergonomis. Jika terdapat perbedaan yang signifikan maka dapat dibuat kesimpulan dan penelitian selesai.

BAB IV

HASIL PENELITIAN

4.1. *Customer Attribute*

Berdasarkan hasil kuesioner *voice of customer* diketahui *customer attribute* adalah sebagai berikut.

Tabel 4.1 *Customer Attribute*

Customer Atribut	Keterangan
Aman	Sistem monitoring infus yang dapat mencegah risiko keterlambatan penggantian infus
Efisien	Sistem monitoring infus yang dapat membantu mengefisiensikan kinerja perawat dari segi waktu kerja
Mudah Digunakan	Sistem monitoring infus yang mudah digunakan dan mudah dipahami oleh perawat

Tingkat kepentingan setiap atribut dirangkum dalam tabel 4.2

Tabel 4.2 *Importance Rating*

Customer Atribut	<i>Importance Rating</i>
Aman	60%
Efisien	47%
Mudah Digunakan	53%

Berdasarkan tabel 4.2 diketahui bahwa 60% responden menginginkan sistem monitoring yang aman, 53% menginginkan sistem monitoring yang mudah digunakan dan 47% menginginkan yang lebih efisien.

4.2. *Axiomatic Design*

Dalam proses penentuan desain menggunakan axiomatic design, langkah pertama yang dilakukan adalah proses mapping, kedua proses hirarki, ketiga zigzagging, dan membuat virtual desain. Customer attribute aman, efisien dan mudah digunakan diterjemahkan dalam beberapa fungsi dan desain parameter.



4.2.1. Proses Mapping

Tabel 4.3 Atribut Aman

Kode	Customer Attribute	Kode	Functional Requirement	Kode	Design Parameter
CA1	Aman	FR1	Mencegah risiko yang tidak diinginkan	DP1	Sistem monitoring ergonomis
		FR1.1	Mencegah kehabisan infus	DP1.1	Monitoring secara otomatis
		FR1.1.1	Mengurangi keterlambatan penggantian infus	DP1.1.1	Desain sensor otomatis (Arduino Uno)
		FR1.1.1.1	Menghubungkan antar modul	DP1.1.1.1	Arduino Uno Nodemcu esp8266
		FR1.1.1.1.1	Menjalankan sistem sensor	DP1.1.1.1.1	Modul sensor <i>loadcell</i>
		FR1.1.1.1.1.1	Memberikan sinyal peringatan	DP1.1.1.1.1.1	Lampu Indikator
		FR1.1.1.1.2	Mendeteksi volume infus	DP1.1.1.1.2	Modul sensor <i>Infrared</i>
		FR 1.1.1.1.2.1	Mempercepat pendekteksian	DP1.1.1.1.2.1	Infrared FC-51
		FR1.2	Melindungi sistem elektrical	DP1.2	Box pelindung
		FR1.2.1	Melindungi sensor loadcell	DP1.2.1	Box akrilik pelindung loadcell
		FR1.2.1.1	Meningkatkan keamanan loadcell	DP1.2.1.1	Ketebalan 0,5 cm, Ukuran panjang 12 cm, lebar 2,5 cm dan tinggi 5 cm
		FR1.2.2	Melindungi sensor Infrared	DP1.2.2	Box akrilik pelindung infrared
		FR1.2.2.1	Meningkatkan keamanan infrared	DP1.2.2.1	Ketebalan 0,2 cm, Ukuran panjang 8 cm, lebar 3,5 cm dan tinggi 6 cm
		FR1.2.3	Melindungi rangkaian elektrik	DP1.2.3	Box kontrol

FR1.2.3.1	Melindungi dari air	DP1.2.3.1	Material <i>hard plastic</i>
FR1.2.3.1.1	Meningkatkan keamanan rangkaian elektrik	DP1.2.3.1.1	Ukuran panjang 9,5 cm, Lebar 5 cm dan tinggi 15 cm
FR1.2.3.2	Mencegah box terjatuh	DP1.2.3.2	Pengikat aluminium diameter 4 cm
FR1.3	Menjalankan sistem infus	DP1.3	Set Infus
FR1.3.1	Memberikan cairan infus	DP1.3.1	Infus 500 ml
FR1.3.2	Mengalirkan cairan infus	DP1.3.2	Selang / tube
FR1.3.3	Mengatur tetesan infus	DP1.3.3	Roller clamp set
FR1.3.4	Mencegah emboli udara dan menampung tetesan infus	DP1.3.4	Drip chamber
FR1.3.5	Menghubungkan selang infus	DP1.3.5	Connector

Tabel 4.4 Atribut Efisien

Kode	Customer Attribute	Kode	Functional Requirement	Kode	Design Parameter
CA2	Efisien	FR 2	Ketepatan waktu dalam proses penggantian infus	DP2	Sistem <i>monitoring</i> berbasis IoT
		FR2.1	Memudahkan konektivitas	DP2.1	Informasi terhubung dengan <i>smartphone</i> perawat
		FR2.1.1	Menghubungkan informasi	DP2.1.1	Perangkat jaringan internet berbasis wifi (Wemos mini d1)
		FR2.1.1.1	Meminimalisir waktu tunggu penggantian infus	DP2.1.1.1	5 menit sebelum cairan infus habis, sinyal terkirim ke

perangkat perawat

FR2.2	Meningkatkan efektivitas monitoring	DP2.2	Aplikasi IoT
FR2.2.1	Aplikasi IoT untuk monitoring	DP2.2.1	Telegram

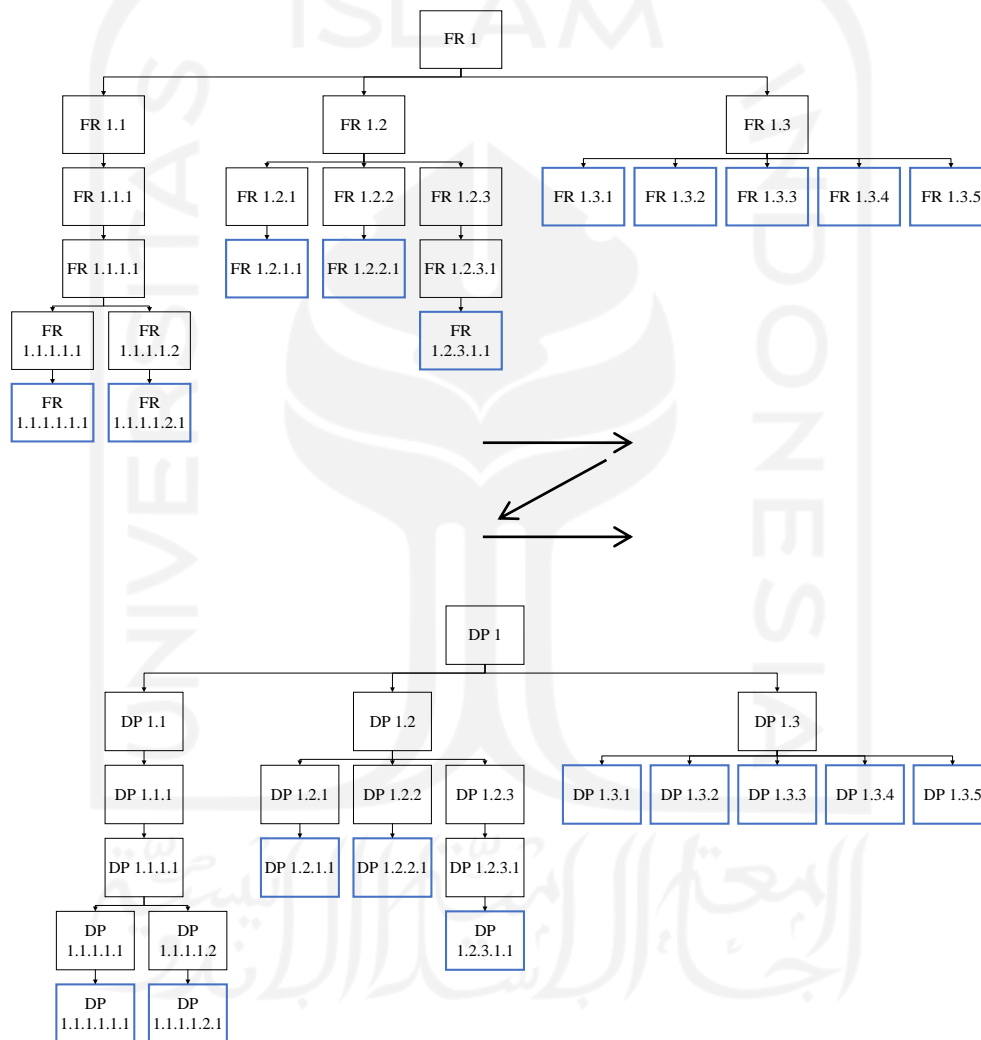
Tabel 4.0.5 Atribut Mudah Digunakan

Kode	Customer Attribute	Kode	Functional Requirement	Kode	Design Parameter
CA3	Mudah Digunakan	FR3	Meminimalisir <i>human error</i>	DP3	Aplikasi yang <i>user friendly</i>
		FR3.1	Mudah dipelajari dan diingat oleh perawat	DP3.1	Telegram di smartphone
		FR3.1.1	Memudahkan untuk chatting	DP3.1.1	<i>Interface chat</i>
		FR3.1.1.1	Menghubungkan perawat yang bertugas	DP3.1.1.1	Fitur grup telegram
		FR3.2	Memudahkan mengakses	DP3.2	Dapat dioperasikan secara <i>online</i> dan <i>offline</i>
		FR3.2.1	Menambahkan <i>tools</i> pengontrolan infus	DP3.2.1	Telegram berbasis <i>application programming interface</i> (API)
		FR3.2.1.1	Mengirimkan pesan	DP3.2.1.1	Pesan telegram laporan berat sisa infus, laporan kecepatan tetesan
		FR3.3	Memudahkan proses <i>on</i> dan <i>off</i>	DP3.3	Tombol <i>on/off</i>

4.2.2. Hirarki dan Dekomposisi

4.2.2.1. Atribut Aman

Atribut aman didefinisikan sebagai sistem monitoring infus yang dapat mencegah risiko keterlambatan penggantian infus. Atribut aman dalam penelitian ini terdiri dari beberapa fungsi dan desain parameter yang dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Hirarki Atribut Aman

Untuk memenuhi fungsi atribut aman digunakan beberapa desain parameter untuk memenuhi *functional requirement* antara lain, desain parameter sistem monitoring ergonomis (DP1) dibuat untuk memenuhi fungsi mencegah risiko yang tidak diinginkan

(FR1). Desain parameter monitoring secara otomatis (DP1.1) dibuat untuk mencegah kehabisan infus (FR1.1). Beberapa sensor digunakan dalam sistem monitoring antara lain Arduino uno nodemcu esp8266 (DP1.1.1.1) digunakan sebagai penghubung antar modul (FR1.1.1.1), modul sensor *loadcell* (DP1.1.1.1.1) berfungsi menjalankan sistem sensor, dalam sistem sensor tersebut memiliki lampu indikator (DP1.1.1.1.1.1) yang memberikan sinyal peringatan (FR1.1.1.1.1.1). Sensor kedua yang digunakan adalah modul sensor infrared (DP1.1.1.1.2) yang berfungsi mendeteksi volume infus (FR1.1.1.1.2), infrared FC-51 (DP1.1.1.1.2.1) digunakan sehingga dapat mempercepat pendeteksian (FR1.1.1.1.2.1).

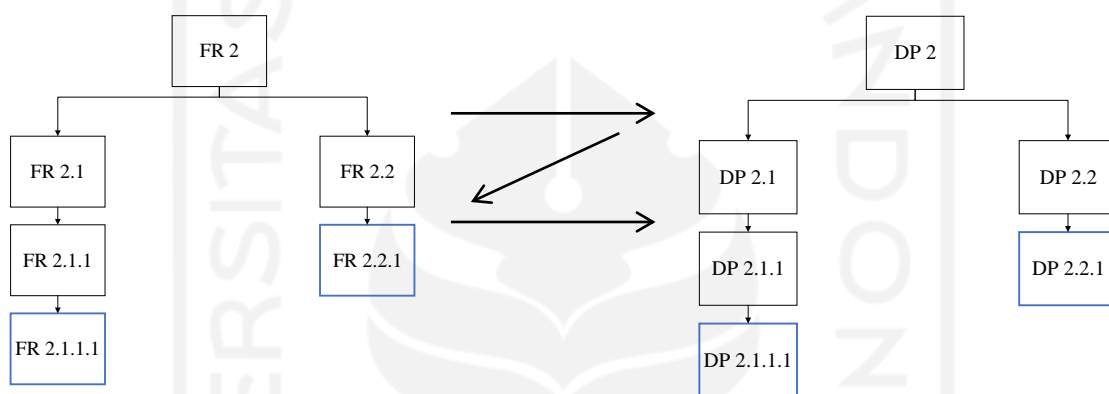
Desain parameter box pelindung (DP1.2) didesain untuk melindungi sistem elektrikal (FR1.2). Beberapa box pelindung yang didesain antara lain box akrilik pelindung *loadcell* (DP1.2.1) yang berfungsi melindungi sensor *loadcell* (FR1.2.1) dengan ketebalan 0,5 cm, Ukuran panjang 12 cm, lebar 2,5 cm dan tinggi 5 cm (DP1.2.1.1) sehingga dapat meningkatkan keamanan *loadcell* (FR1.2.1.1). Box kedua yang didesain adalah box akrilik pelindung infrared (DP1.2.2) yang dibuat untuk melindungi sensor infrared (FR1.2.2) dengan ketebalan 0,2 cm, Ukuran panjang 8 cm, lebar 3,5 cm dan tinggi 6 cm (DP1.2.2.1) sehingga dapat meningkatkan keamanan infrared (FR1.2.2.1). Box ketiga adalah box kontrol (DP1.2.3) yang berfungsi melindungi rangkaian elektrik (FR1.2.3) terbuat dari material *hard plastic* (DP1.2.3.1) digunakan untuk melindungi dari air (FR1.2.3.1).

Desain parameter set infus (DP1.3) berfungsi untuk menjalankan sistem infus (FR1.3). Set infus yang digunakan antara lain infus 500 ml (DP1.3.1) sebagai cairan infus yang digunakan (FR1.3.1), Selang/*tube* (DP1.3.2) yang berfungsi mengalirkan cairan infus (FR1.3.2), *Roller clamp set* (DP1.3.3) yang berfungsi mengatur tetesan infus (FR1.3.3), dan *drip chamber* (DP1.3.4) yang berfungsi mencegah emboli udara dan menampung tetesan

infus (FR1.3.4) serta *connector* (DP1.3.5) yang dapat menghubungkan selang infus (FR1.3.5).

4.2.2.2. Atribut Efisien

Atribut efisien didefinisikan sebagai sistem monitoring infus yang dapat membantu mengefisiensikan kinerja perawat dari segi waktu kerja. Atribut efisien dalam penelitian ini terdiri dari beberapa fungsi dan desain parameter yang dapat dilihat pada gambar 4.2.



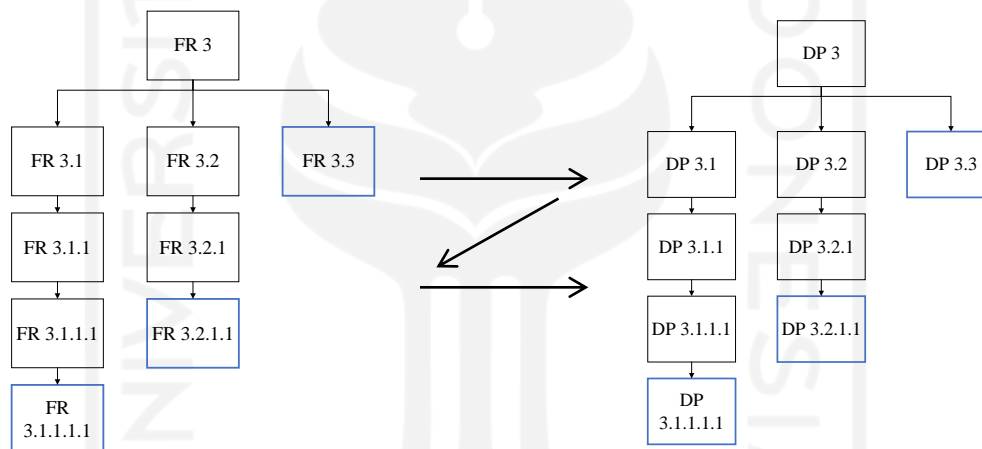
Gambar 4.2 Hirarki Atribut Efisien

Sistem monitoring berbasis IoT (DP2) merupakan desain parameter yang digunakan untuk ketepatan waktu dalam proses penggantian infus (FR2). Desain parameter informasi terhubung dengan smartphone perawat (DP2.1) digunakan untuk memudahkan konektivitas (FR2.1). Perangkat jaringan internet berbasis wifi (wemos mini d1) (DP2.1.1) merupakan perangkat yang menghubungkan informasi (FR2.1.1) sehingga 5 menit sebelum cairan infus habis, sinyal terkirim ke perangkat perawat (DP2.1.1.1) hal ini berfungsi untuk meminimalisir waktu tunggu penggantian infus.

Desain parameter aplikasi IoT (DP2.2) digunakan untuk meningkatkan efektivitas monitoring (FR2.2). Telegram (DP2.2.1) digunakan sebagai aplikasi IoT untuk monitoring (FR2.2.1).

4.2.2.3. Atribut Mudah Digunakan

Atribut mudah digunakan didefinisikan sebagai sistem monitoring infus yang mudah digunakan dan mudah dipahami oleh perawat. Atribut mudah digunakan dalam penelitian ini terdiri dari beberapa fungsi dan desain parameter yang dapat dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Hirarki Atribut Mudah Digunakan

Aplikasi yang *user friendly* (DP3) sebagai desain parameter untuk memenuhi fungsi utama meminimalisir *human error* (FR3). Aplikasi yang digunakan adalah telegram di *smartphone* (DP3.1) sehingga mudah dipelajari dan diingat oleh perawat (FR3.1). Salah satu indikator mudah digunakan adalah *interface chat* (DP3.1.1) sehingga memudahkan untuk chatting (FR3.1.1), fitur grup telegram (DP3.1.1.1) digunakan untuk menghubungkan perawat yang bertugas (FR3.1.1.1). Telegram digunakan karena dapat dioperasikan secara *online* dan *offline* (DP3.2) sehingga memudahkan akses (FR3.2). Telegram berbasis

application programming interface (API) (FR3.2.1) berfungsi untuk menambahkan *tools* pengontrolan infus (FR3.2.1). Pesan telegram laporan berat sisa infus, laporan kecepatan tetesan (DP3.2.1.1) untuk mengirimkan pesan kepada perawat/dokter penanggung jawab (FR3.2.1.1). Tombol on/off (DP3.3) digunakan untuk memudahkan proses on off (FR3.3).

4.2.3. Zigzagging

4.2.3.1. Atribut Awet

Proses dekomposisi menghasilkan FR1 dan DP1 tingkat kedua hingga tingkat keenam.

a. Tingkat Kedua

Proses dekomposisi FR1 menghasilkan FR1 tingkat kedua yang terdiri dari tiga persyaratan fungsional yaitu :

FR_{1.1} = Mencegah kehabisan infus

FR_{1.2} = Melindungi sistem elektrikal

FR_{1.3} = Menjalankan sistem infus

Untuk memenuhi persyaratan fungsional diperoleh desain parameter sebagai berikut :

DP_{1.1} = Sistem monitoring ergonomis

DP_{1.2} = Box pelindung

DP_{1.3} = Set infus

Keterkaitan FR dan DP dalam level dua adalah sebagai berikut :

$$\begin{Bmatrix} FR_{1.1} \\ FR_{1.2} \\ FR_{1.3} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} DP_{1.1} \\ DP_{1.2} \\ DP_{1.3} \end{Bmatrix}$$

Proses zigzagging atribut 1 menggambarkan *diagonal design matrix* yang berarti level kedua dalam atribut 1 adalah *independence axiom*.

b. Tingkat Ketiga

Proses dekomposisi FR1 menghasilkan FR1 tingkat ketiga yang terdiri dari sembilan persyaratan fungsional yaitu :

FR_{1.1.1} = Mengurangi keterlambatan penggantian infus

FR_{1.2.1} = Melindungi sensor loadcell

FR_{1.2.2} = Melindungi sensor infrared

FR_{1.2.3} = Melindungi rangkaian elektrik

FR_{1.3.1} = Memberikan cairan infus

FR_{1.3.2} = Mengalirkan cairan infus

FR_{1.3.3} = Mengatur tetesan infus

FR_{1.3.4} = Mencegah emboli udara dan menampung tetesan infus

FR_{1.3.5} = Menghubungkan selang infus

Untuk memenuhi persyaratan fungsional diperoleh desain parameter sebagai berikut :

DP_{1.1.1} = Desain sensor otomatis (arduino uno)

DP_{1.2.1} = Box pelindung loadcell

DP_{1.2.2} = Box pelindung infrared

DP_{1.2.3} = Box kontrol

DP_{1.3.1} = Infus 500 ml

DP_{1.3.2} = Selang/*tube*

DP_{1.3.3} = *Roller clamp set*

DP_{1.3.4} = *Drip chamber*

DP_{1.3.5} = *Connector*

Keterkaitan FR dan DP dalam level tiga adalah sebagai berikut :

$$\begin{Bmatrix} \text{FR}_{1.1.1} \\ \text{FR}_{1.2.1} \\ \text{FR}_{1.2.2} \\ \text{FR}_{1.2.3} \\ \text{FR}_{1.3.1} \\ \text{FR}_{1.3.2} \\ \text{FR}_{1.3.3} \\ \text{FR}_{1.3.4} \\ \text{FR}_{1.3.5} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \text{DP}_{1.1.1} \\ \text{DP}_{1.2.1} \\ \text{DP}_{1.2.2} \\ \text{DP}_{1.2.3} \\ \text{DP}_{1.3.1} \\ \text{DP}_{1.3.2} \\ \text{DP}_{1.3.3} \\ \text{DP}_{1.3.4} \\ \text{DP}_{1.3.5} \end{Bmatrix}$$

Proses zigzagging atribut 1 menggambarkan *diagonal design matrix* yang berarti level ketiga dalam atribut 1 adalah *independence axiom*.

c. Tingkat Keempat

Proses dekomposisi FR1 menghasilkan FR1 tingkat keempat yang terdiri dari empat persyaratan fungsional yaitu :

FR_{1.1.1.1} = Menghubungkan antar modul

FR_{1.2.1.1} = Meningkatkan keamanan loadcell

FR_{1.2.2.2} = Meningkatkan keamanan infrared

FR_{1.2.3.1} = Melindungi dari air

Untuk memenuhi persyaratan fungsional diperoleh desain parameter sebagai berikut :

DP_{1.1.1.1} = Arduino uno nodemcu esp8266

DP_{1.2.1.1} = Ketebalan 0,5 cm, Ukuran panjang 12 cm, lebar 2,5 cm dan tinggi 5 cm

DP_{1.2.2.2} = Ketebalan 0,2 cm, Ukuran panjang 8 cm, lebar 3,5 cm dan tinggi 6 cm

DP_{1.2.3.1} = Material hard plastic

Keterkaitan FR dan DP dalam level empat adalah sebagai berikut :

$$\begin{Bmatrix} FR_{1.1.1.1} \\ FR_{1.2.1.1} \\ FR_{1.2.2.2} \\ FR_{1.2.3.1} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} DP_{1.1.1.1} \\ DP_{1.2.1.1} \\ DP_{1.2.2.2} \\ DP_{1.2.3.1} \end{Bmatrix}$$

Proses zigzagging atribut 1 menggambarkan *diagonal design matrix* yang berarti level keempat dalam atribut 1 adalah *independence axiom*.

d. Tingkat Kelima

Proses dekomposisi FR1 menghasilkan FR1 tingkat kelima yang terdiri dari tiga persyaratan fungsional yaitu :

FR_{1.1.1.1.1} = Menjalankan sistem sensor

FR_{1.1.1.1.2} = Mendeteksi volume infus

FR_{1.2.3.1.1} = Meningkatkan keamanan rangkaian elektrik

Untuk memenuhi persyaratan fungsional diperoleh desain parameter sebagai berikut :

DP_{1.1.1.1.1} = Modul sensor loadcell

DP_{1.1.1.1.2} = Modul sensor infrared

DP_{1.2.3.1.1} = Ukuran panjang 9,5 cm, Lebar 5 cm dan tinggi 15 cm

Keterkaitan FR dan DP dalam level lima adalah sebagai berikut :

$$\begin{Bmatrix} FR_{1.1.1.1.1} \\ FR_{1.1.1.1.2} \\ FR_{1.2.3.1.1} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} DP_{1.1.1.1.1} \\ DP_{1.1.1.1.2} \\ DP_{1.2.3.1.1} \end{Bmatrix}$$

Proses zigzagging atribut 1 menggambarkan *diagonal design matrix* yang berarti level kelima dalam atribut 1 adalah *independence axiom*.

e. Tingkat Keenam

Proses dekomposisi FR1 menghasilkan FR1 tingkat keenam yang terdiri dari dua persyaratan fungsional yaitu :

FR_{1.1.1.1.1.1} = Memberikan sinyal peringatan

FR_{1.1.1.1.2.1} = Mempercepat pendeteksian

Untuk memenuhi persyaratan fungsional diperoleh desain parameter sebagai berikut :

DP_{1.1.1.1.1.1} = Lampu indikator

DP_{1.1.1.1.2.1} = Infrared FC-51

Keterkaitan FR dan DP dalam level enam adalah sebagai berikut :

$$\begin{Bmatrix} \text{FR}_{1.1.1.1.1.1} \\ \text{FR}_{1.1.1.1.2.1} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \text{DP}_{1.1.1.1.1.1} \\ \text{DP}_{1.1.1.1.2.1} \end{Bmatrix}$$

Proses zigzagging atribut 1 menggambarkan *diagonal design matrix* yang berarti level keenam dalam atribut 1 adalah *independence axiom*.

4.2.3.2. Atribut Efisien

Proses dekomposisi menghasilkan FR2 dan DP2 tingkat kedua hingga tingkat keempat.

a. Tingkat Kedua

Proses dekomposisi FR2 menghasilkan FR2 tingkat kedua yang terdiri dari dua persyaratan fungsional yaitu :

FR_{2.1} = Memudahkan konektivitas

FR_{1.2} = Meningkatkan efektivitas monitoring

Untuk memenuhi persyaratan fungsional diperoleh desain parameter sebagai berikut :

DP_{2.1} = Informasi terhubung dengan smartphone perawat

DP_{2.2} = Aplikasi IoT

Keterkaitan FR dan DP dalam level dua adalah sebagai berikut :

$$\begin{Bmatrix} \text{FR}_{2.1} \\ \text{FR}_{2.2} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \text{DP}_{2.1} \\ \text{DP}_{2.2} \end{Bmatrix}$$

Proses zigzagging atribut 2 menggambarkan *diagonal design matrix* yang berarti level kedua dalam atribut 2 adalah *independence axiom*.

b. Tingkat Ketiga

Proses dekomposisi FR2 menghasilkan FR2 tingkat ketiga yang terdiri dari dua persyaratan fungsional yaitu :

FR_{2.1.1} = Menghubungkan informasi

FR_{2.2.1} = Aplikasi IoT untuk monitoring

Untuk memenuhi persyaratan fungsional diperoleh desain parameter sebagai berikut :

DP_{2.1.1} = Perangkat jaringan internet berbasis wifi (wemos mini d1)

DP_{2.2.1} = Telegram

Keterkaitan FR dan DP dalam level tiga adalah sebagai berikut :

$$\begin{Bmatrix} \text{FR}_{2.1.1} \\ \text{FR}_{2.2.1} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \text{DP}_{2.1.1} \\ \text{DP}_{2.2.1} \end{Bmatrix}$$

Proses zigzagging atribut 2 menggambarkan *diagonal design matrix* yang berarti level ketiga dalam atribut 2 adalah *independence axiom*.

c. Tingkat Keempat

Proses dekomposisi FR2 menghasilkan FR2 tingkat keempat yang terdiri dari satu persyaratan fungsional yaitu :

FR_{2.1.1.1} = Meminimalisir waktu tunggu penggantian infus

Untuk memenuhi persyaratan fungsional diperoleh desain parameter sebagai berikut :

DP_{2.1.1.1} = 5 menit sebelum cairan infus habis, sinyal terkirim ke perangkat perawat

Keterkaitan FR dan DP dalam level empat adalah sebagai berikut :

$$\{\text{FR}_{2.1.1.1}\} = [1]\{\text{DP}_{2.1.1.1}\}$$

Proses zigzagging atribut 2 menggambarkan *diagonal design matrix* yang berarti level keempat dalam atribut 2 adalah *independence axiom*.

4.2.3.3. Atribut Mudah Digunakan

Proses dekomposisi menghasilkan FR3 dan DP3 tingkat kedua hingga tingkat keempat.

a. Tingkat Kedua

Proses dekomposisi FR3 menghasilkan FR3 tingkat kedua yang terdiri dari tiga persyaratan fungsional yaitu :

FR_{3.1} = Mudah dipelajari dan diingat oleh perawat

FR_{3.2} = Memudahkan mengakses

FR_{3.3} = Memudahkan proses *on* dan *off*

Untuk memenuhi persyaratan fungsional diperoleh desain parameter sebagai berikut :

DP_{3.1} = Telegram di *smartphone*

DP_{3.2} = Dapat dioperasikan secara *online* dan *offline*

DP_{3.3} = Tombol *on/off*

Keterkaitan FR dan DP dalam level dua adalah sebagai berikut :

$$\begin{Bmatrix} \text{FR}_{3.1} \\ \text{FR}_{3.2} \\ \text{FR}_{3.3} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \text{DP}_{3.1} \\ \text{DP}_{3.2} \\ \text{DP}_{3.3} \end{Bmatrix}$$

Proses zigzagging atribut 3 menggambarkan *diagonal design matrix* yang berarti level kedua dalam atribut 3 adalah *independence axiom*.

b. Tingkat Ketiga

Proses dekomposisi FR3 menghasilkan FR3 tingkat kedua yang terdiri dari dua persyaratan fungsional yaitu :

FR_{3.1.1} = Memudahkan untuk *chatting*

FR_{3.2.1} = Menambahkan *tools* pengontrolan infus

Untuk memenuhi persyaratan fungsional diperoleh desain parameter sebagai berikut :

DP_{3.1.1} = *Interface chat*

DP_{3.2.1} = Telegram berbasis *application programming interface* (API)

Keterkaitan FR dan DP dalam level tiga adalah sebagai berikut :

$$\begin{Bmatrix} \text{FR}_{3.1.1} \\ \text{FR}_{3.2.1} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \text{DP}_{3.1.1} \\ \text{DP}_{3.2.1} \end{Bmatrix}$$

Proses zigzagging atribut 3 menggambarkan *diagonal design matrix* yang berarti level ketiga dalam atribut 3 adalah *independence axiom*.

c. Tingkat Keempat

Proses dekomposisi FR3 menghasilkan FR3 tingkat kedua yang terdiri dari dua persyaratan fungsional yaitu :

FR_{3.1.1.1} = Menghubungkan perawat yang bertugas

FR_{3.2.1.1} = Mengirimkan pesan

Untuk memenuhi persyaratan fungsional diperoleh desain parameter sebagai berikut :

DP_{3.1.1.1} = Fitur grup telegram

DP_{3.2.1.1} = Pesan telegram laporan berat sisa infus, laporan kecepatan tetesan

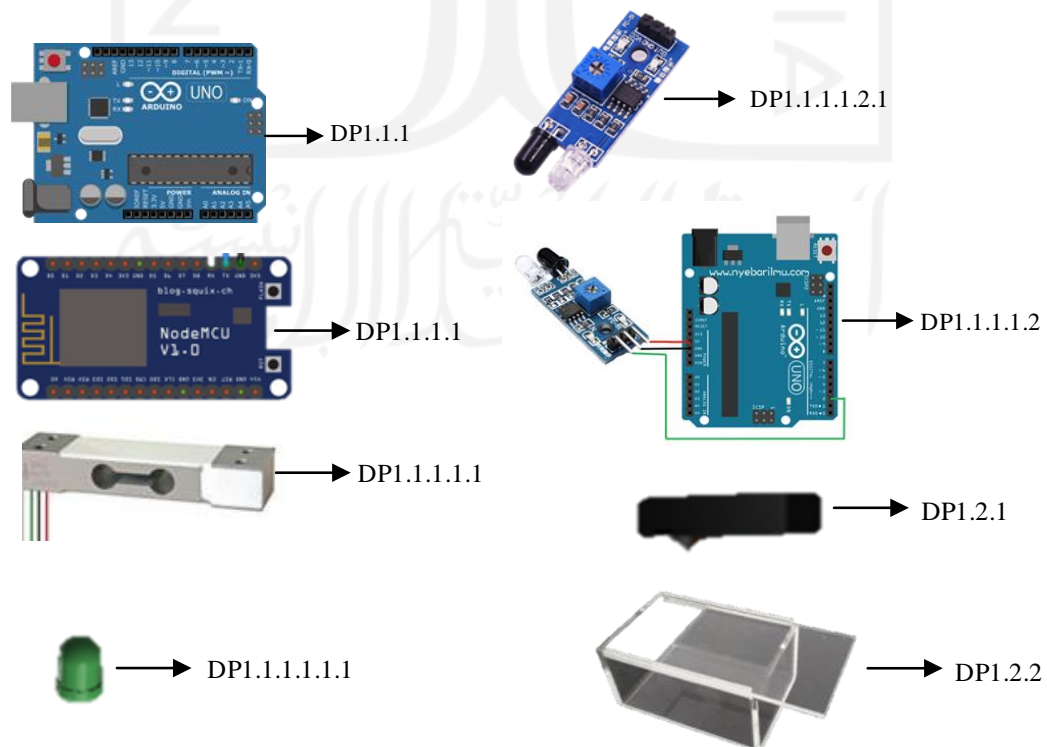
Keterkaitan FR dan DP dalam level empat adalah sebagai berikut :

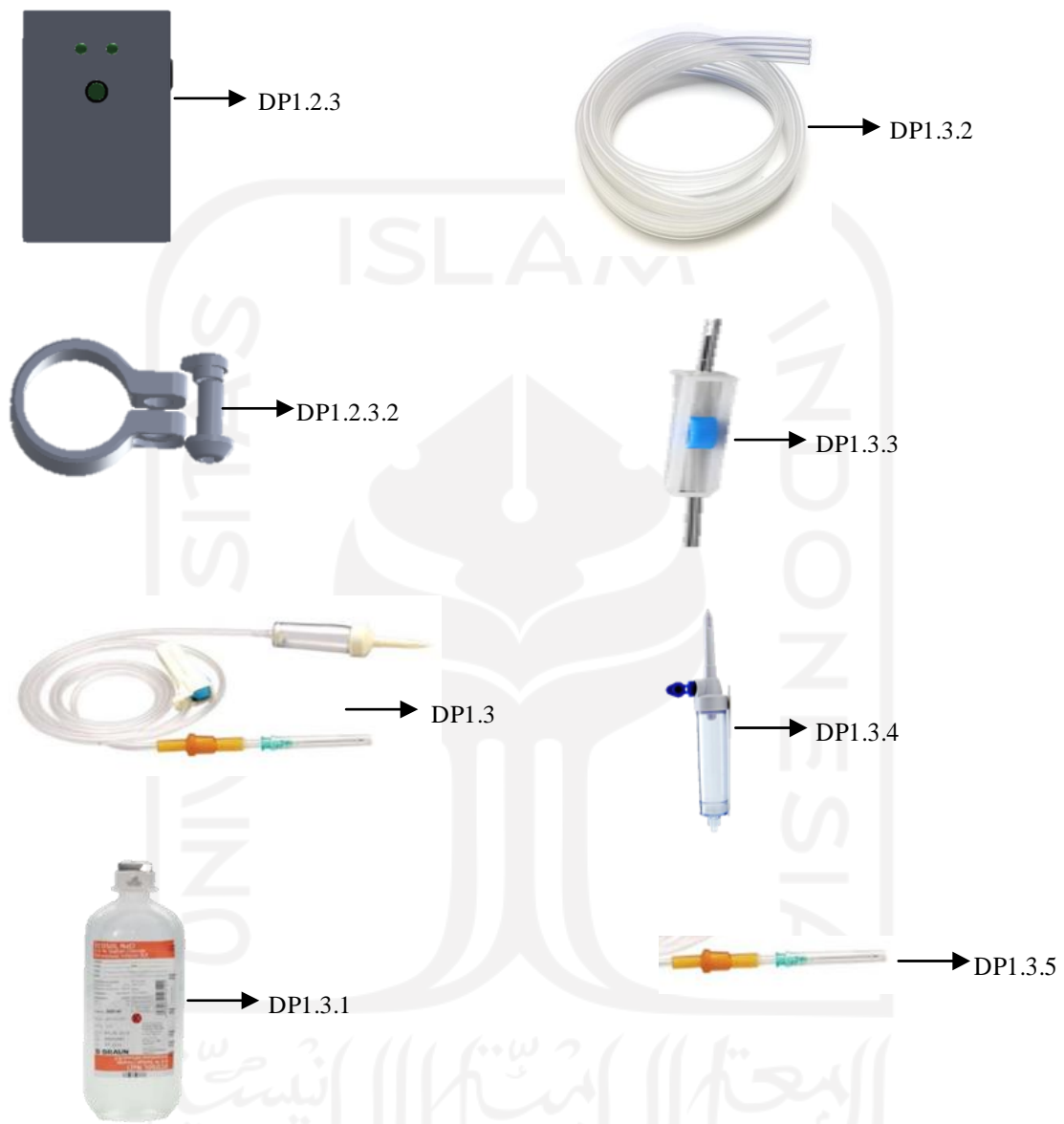
$$\begin{Bmatrix} \text{FR}_{3.1.1.1} \\ \text{FR}_{3.2.1.1} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \text{DP}_{3.1.1.1} \\ \text{DP}_{3.2.1.1} \end{Bmatrix}$$

Proses zigzagging atribut 3 menggambarkan *diagonal design matrix* yang berarti level keempat dalam atribut 3 adalah *independence axiom*.

4.2.4. Virtual Design

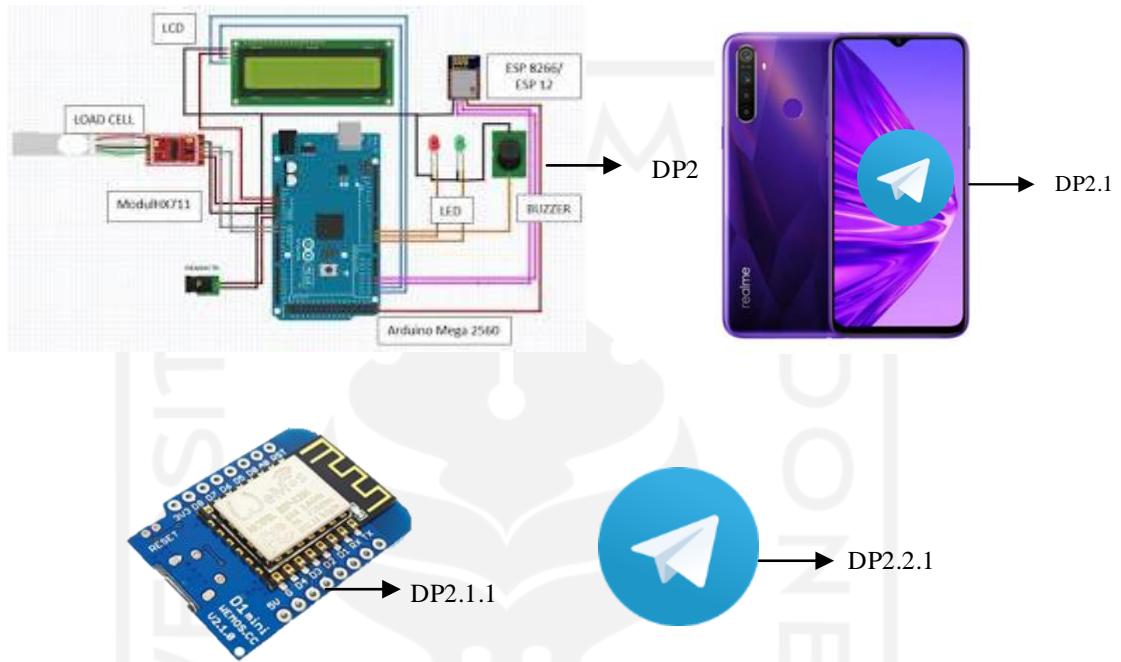
1. Atribut Aman





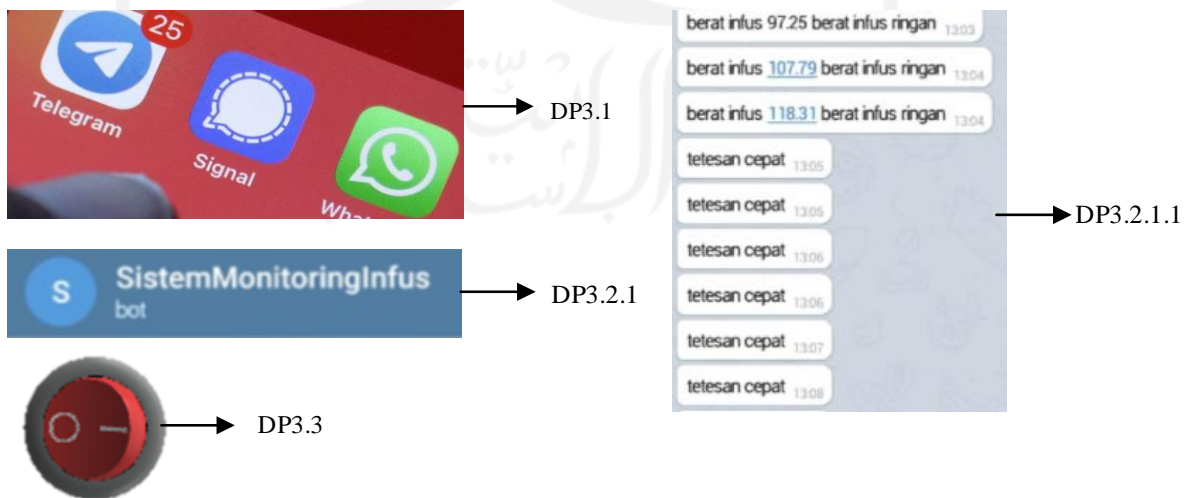
Gambar 4.4 Atribut Aman

2. Atribut Efisien



Gambar 4.5 Atribut Efisien

3. Atribut Mudah Digunakan



Gambar 4.0.6 Atribut Mudah Digunakan

4. Desain Sistem Monitoring Infus Otomatis

Setelah dibuat dalam beberapa komponen, dalam gambar 4.7 ditunjukkan gambar desain sistem monitoring infus otomatis yang telah jadi secara keseluruhan.



Gambar 4.7 Desain Sistem Monitoring Infus Otomatis

4.3. Uji Validasi Desain

Uji validasi dilakukan untuk menguji validitas dari desain yang telah dibuat, hasil uji validasi dapat dilihat pada tabel 4.6.

Tabel 4.6 Uji Validasi Desain

Atribut	Asymp. Sig. (2-tailed)	Keterangan
Aman	0.223	Valid
Efisien	0.271	Valid
Mudah Digunakan	0.377	Valid

Berdasarkan tabel 4.6 diketahui bahwa atribut aman memiliki nilai signifikansi 0.223, atribut efisien memiliki nilai 0.271, dan atribut mudah digunakan memiliki nilai 0.377. Hal ini berarti seluruh atribut memiliki nilai di atas 0.05 maka pengambilan keputusan adalah tidak terdapat perbedaan desain yang telah dibuat dengan keinginan konsumen.

4.4. Karakteristik Responden

Penggunaan sistem monitoring infus dilakukan oleh responden dalam rangka proses eksperimen. Karakteristik responden ditunjukkan pada tabel 4.7 berikut ini:

Tabel 4.7 Karakteristik Responden

Responden	Jenis Kelamin	Usia (Tahun)	Pengalaman Status	Pengalaman Keterlambatan Penggantian Infus	Pengguna Telegram
1.	Pria	20	Pasien	Pernah	Ya
2.	Pria	21	Pasien	Pernah	Ya
3.	Wanita	21	Pasien	Pernah	Ya
4.	Pria	22	Pendamping	Pernah	Tidak
5.	Wanita	21	Pasien	Pernah	Ya
6.	Wanita	20	Pasien	Pernah	Ya
7.	Pria	21	Pendamping	Pernah	Tidak
8.	Wanita	23	Pasien	Pernah	Ya
9.	Pria	21	Pasien	Tidak Pernah	Ya
10.	Wanita	22	Pendamping	Pernah	Ya

Dari tabel 4.7 diketahui bahwa, karakteristik responden berdasarkan jenis kelamin pada penggunaan sistem monitoring infus seimbang antara responden laki-laki. Dimana jenis kelamin laki-laki yang menjadi responden dalam eksperimen ini sebanyak 50% dan sebesar 50% adalah berjenis kelamin perempuan. Karakteristik responden berdasarkan usia pada eksperimen menggunakan sistem monitoring infus didominasi oleh responden dengan rentang usia 20 tahun – 21 tahun. Dimana usia 20 – 21 Tahun sebanyak 70% responden. 22 – 23 Tahun sebanyak 30% . Karakteristik responden berdasarkan status pengalaman pada eksperimen menggunakan sistem monitoring infus diketahui 70% responden pernah menjadi pasien dan 30% responden pernah menjadi pendamping pasien. Karakteristik responden berdasarkan pengalaman keterlambatan penggantian infus 90% responden pernah mengalami pengalaman keterlambatan penggantian infus dan sisanya 10% responden tidak pernah mengalami pengalaman keterlambatan penggantian infus. Karakteristik responden berdasarkan pengguna telegram 80% responden sudah pernah menggunakan telegram dan sisanya 20% tidak pernah menggunakan telegram.

4.5. Uji Kalibrasi

Hasil uji kalibrasi terhadap pengujian volume cairan menggunakan sensor dan pengukuran secara langsung. Persentasi *error* volume cairan dengan pengukuran langsung dan menggunakan sensor adalah 1.35%. Pengambilan data sebanyak 10 kali percobaan. Kesalahan dalam perhitungan volume cairan karena posisi sensor terhadap permukaan air kurang tegak lurus.

Tabel 4.8 Hasil Uji Kalibrasi

Percobaan Ke-	Volume (mL)	Volume Sebenarnya (mL)	Error (%)
1	200,13	200	0,13
2	201,45	200	1,45
3	201,46	200	1,46
4	201,47	200	1,47
5	201,48	200	1,48
6	201,49	200	1,49
7	201,5	200	1,5
8	201,51	200	1,51

9	201,52	200	1,52
10	201,53	200	1,53
	Rata-Rata error (%)		1,35

Pada tabel 4.8 diperoleh hasil uji kalibrasi kondisi LED dan Kondisi Motor. Kondisi LED ketika menangkap objek berupa tetesan maka akan berkedip dan kedipan mengikuti setiap tetesannya dan akan mengirimkan pesan ke telegram yang terhubung.

Tabel 4.9 Hasil Uji Kalibrasi Kondisi LED dan Kondisi Motor

Percobaan Ke-	Tinggi (cm)	Volume (mL)	Kondisi Led		Pengiriman Pesan	
			Normal	Aktual	Normal	Aktual
1	11	400	Berkedip	Berkedip	Tetesan berkurang	Tetesan berkurang
2	10,8	379	Berkedip	Berkedip	Tetesan berkurang	Tetesan berkurang
3	9,58	358	Berkedip	Berkedip	Tetesan berkurang	Tetesan berkurang
4	9,36	337	Berkedip	Berkedip	Tetesan berkurang	Tetesan berkurang
5	9,08	316	Berkedip	Berkedip	Tetesan berkurang	Tetesan berkurang
6	8,36	295	Berkedip	Berkedip	Tetesan berkurang	Tetesan berkurang
7	8,77	274	Berkedip	Berkedip	Tetesan berkurang	Tetesan berkurang
8	6,84	253	Berkedip	Berkedip	Tetesan berkurang	Tetesan berkurang
9	7,32	232	Berkedip	Berkedip	Tetesan berkurang	Tetesan berkurang
10	6,12	211	Hijau	Hijau	Infus hampir habis	Infus hampir habis

4.6. Data Sistem Monitoring Infus Yang Ergonomis

Dalam proses pengambilan data eksperimen setiap responden akan menggunakan sistem monitoring dalam kurun waktu 15 menit dengan kecepatan infus 20 tetes per menit. Dalam 1 ml infus terdiri dari 15 tetes.

4.6.1. Data Sistem Monitoring Sensor *Loadcell*

Responden	Volume Infus (mL)	Jumlah tetesan (ml)	Sisa Infus (mL)	Waktu (menit)	Keterangan
-----------	-------------------	---------------------	-----------------	---------------	------------

Untuk pengambilan data sensor *loadcell*, informasi yang diperoleh berupa jumlah berat infus aktual dan laporan akan terkirim ke perangkat telegram. Hasil untuk pengujian sensor *loadcell* disajikan dalam tabel 4.10.

Tabel 4.10 Data Sensor *Loadcell*

Responden	Volume Infus (mL)	Nilai Pembacaan <i>Loadcell</i> (gram)	Kategori
1	500	508	Infus Berat
2	450	458	Infus Berat
3	400	408	Infus Berat
4	350	358	Infus Sedang
5	300	308	Infus Sedang
6	250	258	Infus Sedang
7	200	208	Infus Sedang
8	150	158	Infus Ringan
9	100	108	Infus Ringan
10	50	58	Infus Hampir Habis

Berdasarkan tabel 4.10 diketahui bahwa infus dengan kategori berat yaitu >400 gram, kategori sedang >200 gram, dan kategori ringan ≥ 100 gram, jika berat infus kurang dari 100 ml maka akan termasuk dalam kategori infus hampir habis.

4.6.2. Data Sistem Monitoring Sensor *Infrared*

Untuk pengambilan data sensor *infrared*, informasi yang diperoleh berupa tetesan yang keluar setiap 5 detik dan akan terkirim ke perangkat telegram. Hasil untuk pengujian sensor *infrared* disajikan dalam tabel 4.11.

Tabel 4.11 Data Sensor *Infrared*

1	500	20	480	15	Menetes
2	480	21	459	15	Menetes
3	400	20	380	15	Menetes
4	350	20	330	15	Menetes
5	300	20	280	15	Menetes
6	250	20	230	15	Menetes
7	200	20	180	15	Menetes
8	150	20	130	15	Menetes
9	100	21	79	15	Menetes
10	50	20	30	15	Menetes

Pada tabel 4.11 diketahui bahwa rata-rata infus menetes 20 ml dalam 15 menit. 80% responden konstan dengan jumlah 20 ml dan 20% dengan 21 ml jumlah tetesan infus yang mengalir. Ini membuktikan bahwa sensor infrared berfungsi dengan baik karena infus menetes dengan sempurna.

4.7. Usability Testing

Usability testing dilakukan untuk membandingkan tingkat usability pada sistem monitoring infus manual dan otomatis dari aspek *usefulness*, *ease of learning*, *ease of use*, dan *satisfaction*.

4.7.1. Sistem Monitoring Infus Manual

Setelah melakukan eksperimen dengan menggunakan infus manual, maka dilakukan pengujian usability dengan menggunakan USE Questionnaire yang diperoleh pada tabel 4.12 dibawah ini.

Tabel 4.12 Rekapitulasi USE Sistem Monitoring Infus Manual

No	Kriteria	Total	Rata-Rata
<i>Usefulness</i>			
1	Sistem ini membantu saya menjadi lebih efektif	28	2,8
2	Sistem ini membantu saya menjadi lebih produktif	25	2,5
3	Sistem ini bermanfaat	32	3,2
4	Sistem ini membantu saya terhadap tugas yang saya lakukan	28	2,8
5	Sistem ini membuat hal-hal yang ingin saya capai lebih mudah untuk	23	2,3

dilakukan

6	Sistem ini menghemat waktu saya ketika menggunakannya	20	2
7	Sistem ini sesuai dengan kebutuhan saya	28	2,8
8	Sistem ini bekerja sesuai apa yang saya harapkan	29	2,9
<i>Easy of Use</i>			
9	Sistem ini mudah digunakan	33	3,3
10	Sistem ini praktis untuk digunakan	25	2,5
11	Sistem ini mudah dipahami oleh pengguna	30	3
12	Langkah- langkah pengoperasian sistem ini praktis	27	2,7
13	Sistem ini dapat disesuaikan dengan kebutuhan	32	3,2
14	Tidak kesulitan menggunakan sistem ini	29	2,9
15	Saya dapat menggunakannya tanpa instruksi tertulis	28	2,8
16	Saya tidak melihat adanya ketidakkonsistenan selama saya menggunakannya	31	3,1
17	Pengguna yang jarang maupun rutin menggunakan akan menyukai sistem ini	26	2,6
18	Saya dapat kembali dari kesalahan dengan cepat dan mudah	27	2,7
19	Saya dapat menggunakan sistem ini dengan berhasil setiap kali saya menggunakannya	25	2,5
<i>Ease of Learning</i>			
20	Saya belajar menggunakan sistem ini dengan cepat	30	3
21	Saya mudah mengingat bagaimana cara menggunakan sistem ini	27	2,7
22	Sistem ini mudah untuk dipelajari cara penggunaannya	25	2,5
23	Saya cepat menjadi terampil dengan sistem ini	26	2,6

Satisfaction

24	Saya puas dengan sistem ini	26	2,6
25	Saya akan merekomendasikan sistem ini kepada rekan	27	2,7
26	Sistem ini menyenangkan untuk digunakan	25	2,5
27	Sistem ini bekerja seperti yang saya inginkan	23	2,3
28	Sistem ini sangat bagus	29	2,9
29	Saya merasa harus memiliki/menggunakan sistem ini	21	2,1
30	Sistem ini nyaman untuk digunakan	24	2,4

Berdasarkan tabel 4.11 diketahui bahwa pengukuran usability untuk sistem monitoring infus manual digunakan persamaan (1)

$$Usability (\%) = \frac{809}{1500} \times 100\% = 54\%$$

Berdasarkan perhitungan di atas menggunakan perhitungan menurut Marthasari & Hayatin (2017) yang telah disebutkan sebelumnya, tingkat *usability* sistem monitoring infus manual adalah sebesar 54%.

4.7.2. Sistem Monitoring Infus Otomatis

Setelah melakukan eksperimen dengan menggunakan infus otomatis, maka dilakukan pengujian usability dengan menggunakan USE Questionnaire yang diperoleh pada tabel 4.13 dibawah ini.

Tabel 4.0.13 Rekapitulasi USE Sistem Monitoring Infus Otomatis

No	Kriteria	Total	Rata-Rata
1	Sistem ini membantu saya menjadi lebih efektif	44	4,4
2	Sistem ini membantu saya menjadi lebih produktif	43	4,3
3	Sistem ini bermanfaat	44	4,4
4	Sistem ini membantu saya terhadap tugas yang saya lakukan	42	4,2
5	Sistem ini membuat hal-hal yang ingin saya capai lebih mudah untuk	42	4,2

dilakukan

6	Sistem ini menghemat waktu saya ketika menggunakannya	42	4,2
7	Sistem ini sesuai dengan kebutuhan saya	39	3,9
8	Sistem ini bekerja sesuai apa yang saya harapkan	42	4,2
<i>Easy of Use</i>			
9	Sistem ini mudah digunakan	43	4,3
10	Sistem ini praktis untuk digunakan	43	4,3
11	Sistem ini mudah dipahami oleh pengguna	39	3,9
12	Langkah- langkah pengoperasian sistem ini praktis	42	4,2
13	Sistem ini dapat disesuaikan dengan kebutuhan	38	3,8
14	Tidak kesulitan menggunakan sistem ini	38	3,8
15	Saya dapat menggunakannya tanpa instruksi tertulis	35	3,5
16	Saya tidak melihat adanya ketidakkonsistenan selama saya menggunakannya	40	4
17	Pengguna yang jarang maupun rutin menggunakan akan menyukai sistem ini	40	4
18	Saya dapat kembali dari kesalahan dengan cepat dan mudah	39	3,9
19	Saya dapat menggunakan sistem ini dengan berhasil setiap kali saya menggunakannya	40	4
<i>Ease of Learning</i>			
20	Saya belajar menggunakan sistem ini dengan cepat	38	3,8
21	Saya mudah mengingat bagaimana cara menggunakan sistem ini	39	3,9
22	Sistem ini mudah untuk dipelajari cara penggunaannya	42	4,2
23	Saya cepat menjadi terampil dengan sistem ini	41	4,1

Satisfaction

24	Saya puas dengan sistem ini	42	4,2
25	Saya akan merekomendasikan sistem ini kepada rekan	43	4,3
26	Sistem ini menyenangkan untuk digunakan	43	4,3
27	Sistem ini bekerja seperti yang saya inginkan	41	4,1
28	Sistem ini sangat bagus	44	4,4
29	Saya merasa harus memiliki/menggunakan sistem ini	39	3,9
30	Sistem ini nyaman untuk digunakan	43	4,3

Pengukuran usability untuk sistem monitoring infus otomatis digunakan persamaan (1)

$$Usability (\%) = \frac{1230}{1500} \times 100\% = 82\%$$

Berdasarkan perhitungan di atas menggunakan perhitungan menurut Marthasari & Hayatin (2017) yang telah disebutkan sebelumnya, tingkat *usability* sistem monitoring infus otomatis adalah sebesar 82%.

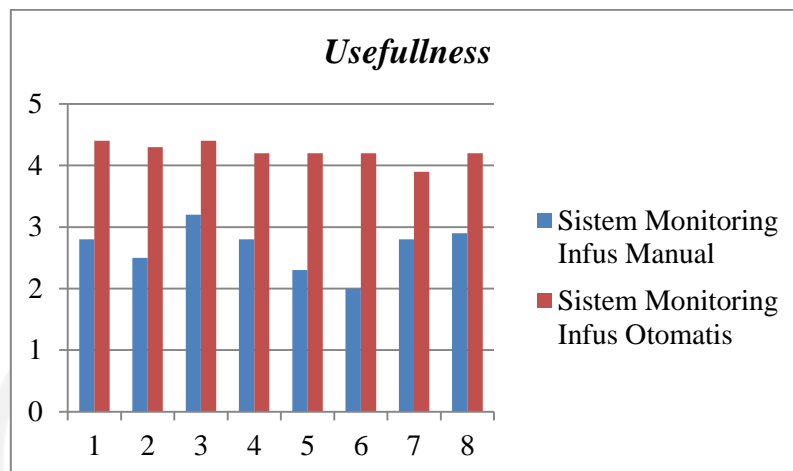
4.8. Perbandingan *Usability* Dalam Setiap Aspek

4.8.1. Aspek Kegunaan (*Usefulness*)

Perbandingan tingkat usability dalam aspek kegunaan (*usefulness*) berdasarkan tabel 4.14 diperoleh hasil seperti yang disajikan dalam gambar 4.8.

Tabel 4.14 Aspek *Usefulness*

<i>Usefulness</i>	
1	Sistem ini membantu saya menjadi lebih efektif
2	Sistem ini membantu saya menjadi lebih produktif
3	Sistem ini bermanfaat
4	Sistem ini membantu saya terhadap tugas yang saya lakukan
5	Sistem ini membuat hal-hal yang ingin saya capai lebih mudah untuk dilakukan
6	Sistem ini menghemat waktu saya ketika menggunakannya
7	Sistem ini sesuai dengan kebutuhan saya
8	Sistem ini bekerja sesuai apa yang saya harapkan



Gambar 4.0.8 Perbandingan Tingkat Usabilitas Aspek *Usefulness*

$$\text{Sistem Monitoring Manual (\%)} = \frac{213}{400} \times 100\% = 53\%$$

$$\text{Sistem Monitoring Otomatis (\%)} = \frac{338}{400} \times 100\% = 85\%$$

Berdasarkan gambar 4.8 diperoleh informasi bahwa nilai seluruh aspek *usefulness* dengan menggunakan sistem monitoring infus sistem otomatis lebih tinggi dibandingkan dengan sistem monitoring infus yang manual ini juga dibuktikan dalam perhitungan persentase usabilitas dengan persamaan (1) diketahui bahwa usabilitas aspek *usefulness* dengan sistem monitoring manual adalah 53% sedangkan dengan menggunakan sistem monitoring otomatis diperoleh usabilitas aspek *usefulness* sebesar 85%.

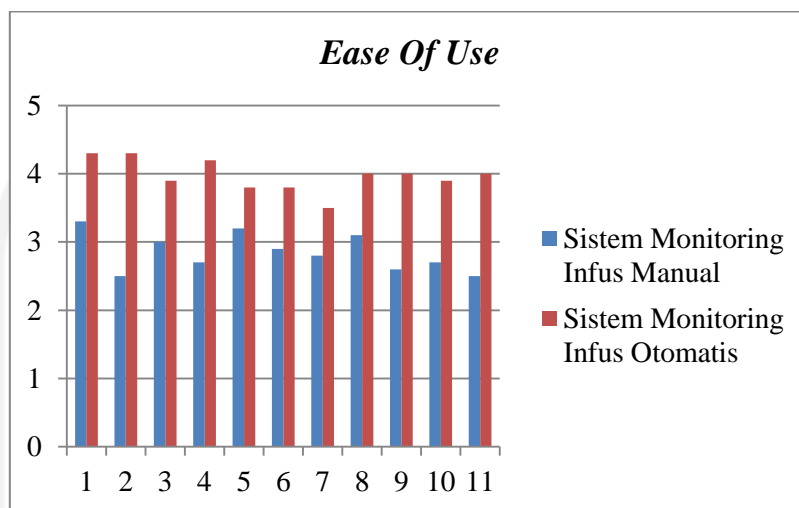
4.8.2. Aspek Kemudahan Penggunaan (*Ease Of Use*)

Perbandingan tingkat usabilitas dalam aspek kegunaan (*usefulness*) berdasarkan tabel 4.15 diperoleh hasil seperti yang disajikan dalam gambar 4.9.

Tabel 4.15 Aspek *Ease Of Use*

- | | <i>Easy of Use</i> |
|----|---|
| 1. | Sistem ini mudah digunakan |
| 2. | Sistem ini praktis untuk digunakan |
| 3. | Sistem ini mudah dipahami oleh pengguna |
| 4. | Langkah- langkah pengoperasian sistem ini praktis |
| 5. | Sistem ini dapat disesuaikan dengan kebutuhan |
| 6. | Tidak kesulitan menggunakan sistem ini |
| 7. | Saya dapat menggunakannya tanpa instruksi tertulis |
| 8. | Saya tidak melihat adanya ketidakkonsistenan selama saya menggunakannya |
| 9. | Pengguna yang jarang maupun rutin menggunakan akan menyukai sistem ini |

10. Saya dapat kembali dari kesalahan dengan cepat dan mudah
 11. Saya dapat menggunakan sistem ini dengan berhasil setiap kali saya menggunakannya



Gambar 4.0.9 Perbandingan Tingkat Usabilitas Aspek *Ease Of Use*

$$\text{Sistem Monitoring Manual (\%)} = \frac{313}{550} \times 100\% = 57\%$$

$$\text{Sistem Monitoring Otomatis (\%)} = \frac{437}{550} \times 100\% = 79\%$$

Berdasarkan gambar 4.9 diperoleh informasi bahwa nilai seluruh aspek *ease of use* dengan menggunakan sistem monitoring infus sistem otomatis lebih tinggi dibandingkan dengan sistem monitoring infus yang manual ini juga dibuktikan dalam perhitungan persentase usabilitas dengan persamaan (1) diketahui bahwa usabilitas aspek *ease of use* dengan sistem monitoring manual adalah 57% sedangkan dengan menggunakan sistem monitoring otomatis diperoleh usabilitas aspek *ease of use* sebesar 79%.

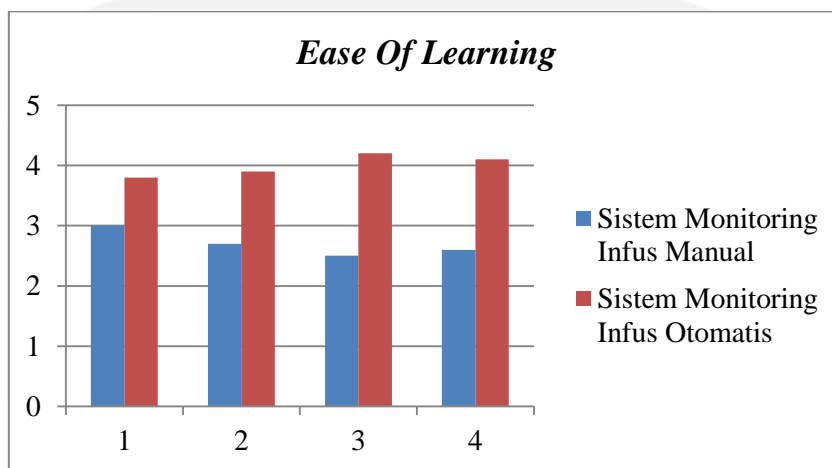
4.8.3. Aspek Kemudahan Mempelajari (*Ease Of Learning*)

Perbandingan tingkat usabilitas dalam kemudahan mempelajari (*ease of learning*) berdasarkan tabel 4.16 diperoleh hasil seperti yang disajikan dalam gambar 4.10.

Tabel 4.16 Aspek *Ease Of Learning*

Ease of Learning

1. Saya belajar menggunakan sistem ini dengan cepat
2. Saya mudah mengingat bagaimana cara menggunakan sistem ini
3. Sistem ini mudah untuk dipelajari cara penggunaannya
4. Saya cepat menjadi terampil dengan sistem ini



Gambar 4.0.10 Perbandingan Usabilitas Aspek *Ease Of Learning*

$$\text{Sistem Monitoring Manual (\%)} = \frac{108}{200} \times 100\% = 54\%$$

$$\text{Sistem Monitoring Otomatis (\%)} = \frac{160}{200} \times 100\% = 80\%$$

Berdasarkan gambar 4.10 diperoleh informasi bahwa nilai seluruh aspek *ease of learning* dengan menggunakan sistem monitoring infus sistem otomatis lebih tinggi dibandingkan dengan sistem monitoring infus yang manual ini juga dibuktikan dalam perhitungan persentase usabilitas dengan persamaan (1) diketahui bahwa usabilitas aspek *ease of learning* dengan sistem monitoring manual adalah 54% sedangkan dengan menggunakan sistem monitoring otomatis diperoleh usabilitas aspek *ease of learning* sebesar 80%.

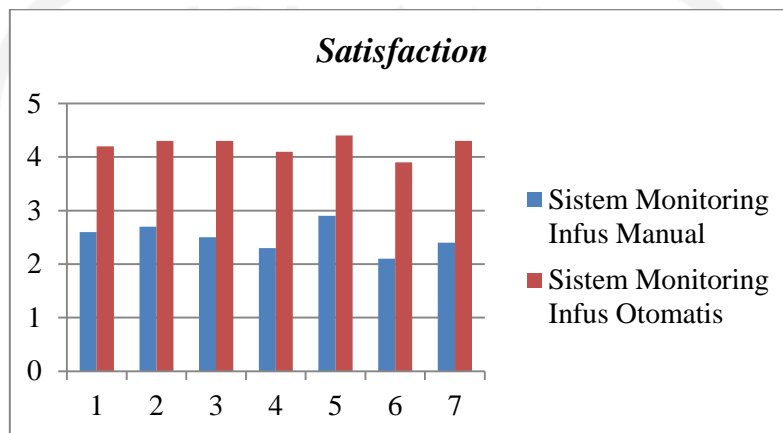
4.8.4. Aspek Kepuasan Pengguna Sistem (*Satisfaction*)

Perbandingan tingkat usabilitas dalam kepuasan pengguna sistem (*satisfaction*) berdasarkan tabel 4.17 diperoleh hasil seperti yang disajikan dalam gambar 4.11.

Tabel 4.17 Aspek *Satisfaction*

Satisfaction

1. Saya puas dengan sistem ini
2. Saya akan merekomendasikan sistem ini kepada rekan
3. Sistem ini menyenangkan untuk digunakan
4. Sistem ini bekerja seperti yang saya inginkan
5. Sistem ini sangat bagus
6. Saya merasa harus memiliki/menggunakan sistem ini
7. Sistem ini nyaman untuk digunakan



Gambar 4.11 Perbandingan Usabilitas Aspek *Satisfaction*

$$\text{Sistem Monitoring Manual (\%)} = \frac{175}{350} \times 100\% = 50\%$$

$$\text{Sistem Monitoring Otomatis (\%)} = \frac{295}{350} \times 100\% = 84\%$$

Berdasarkan gambar 4.11 diperoleh informasi bahwa nilai seluruh aspek kepuasan pengguna sistem (*satisfaction*) dengan menggunakan sistem monitoring infus sistem otomatis lebih tinggi dibandingkan dengan sistem monitoring infus yang manual ini juga dibuktikan dalam perhitungan persentase usabilitas dengan persamaan (1) diketahui bahwa usabilitas aspek *satisfaction* dengan sistem monitoring manual adalah 50% sedangkan dengan menggunakan sistem monitoring otomatis diperoleh usabilitas aspek *satisfaction* sebesar 84%.

Secara keseluruhan usabilitas setiap aspek dirangkum dalam tabel 4.18

Tabel 4.0.18 Rekapitulasi Usabilitas Per Aspek

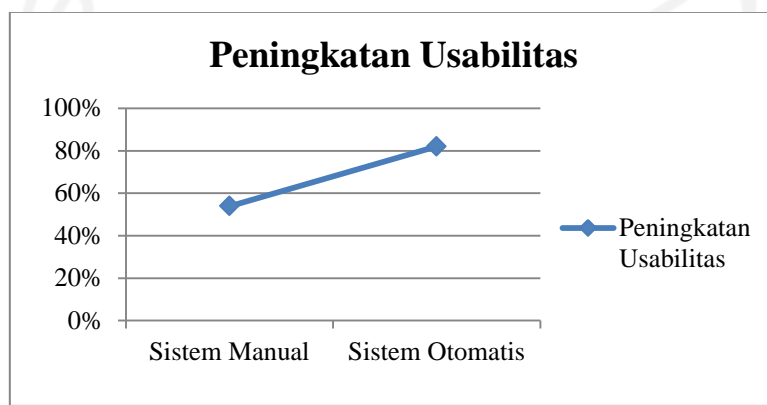
Aspek Usabilitas	Sistem Manual	Klasifikasi	Sistem Otomatis	Klasifikasi
<i>Usefulness</i>	53,3%	Cukup	82%	Baik
<i>Easy Of Use</i>	53,25%	Cukup	84,50%	Sangat Baik

<i>Ease Of Learning</i>	56,91%	Cukup	79,45%	Baik
<i>Satisfaction</i>	50%	Cukup	84,29%	Sangat Baik

Berdasarkan tabel 4.18 diketahui bahwa seluruh aspek dalam sistem monitoring infus manual memiliki tingkat usabilitas “cukup” sedangkan sistem monitoring infus otomatis memiliki tingkat usabilitas “baik” hingga “sangat baik”.

4.9. Peningkatan Usabilitas

Setelah dilakukan pengolahan berdasarkan USE maka diperoleh peningkatan tingkat usabilitas seperti yang ditunjukkan dalam gambar 4.12



Gambar 4.12 Peningkatan Usabilitas

Berdasarkan gambar 4.12 diketahui bahwa terjadi peningkatan usabilitas dalam penggunaan sistem monitoring infus otomatis berbasis IoT. Sebelum menggunakan sistem monitoring infus otomatis, tingkat usabilitas monitoring manual adalah sebesar 54% yang diklasifikasikan dalam kategori “cukup”, setelah menggunakan sistem monitoring infus berbasis IoT terjadi peningkatan yang terjadi sebesar 28% sehingga tingkat usabilitasnya menjadi 82% dan termasuk dalam klasifikasi usabilitas yang “baik”.

4.10. Uji Kelayakan Sistem

Pengujian kelayakan sistem monitoring infus dilakukan untuk mengetahui tingkat kelayakan dengan menggunakan persamaan (2) sehingga diperoleh hasil seperti yang ada pada tabel 4.19.

Tabel 4.19 Hasil Uji Kelayakan Sistem

Tingkat Kelayakan		Tingkat Kelayakan	
Sistem Manual	Klasifikasi	Sistem Otomatis	Klasifikasi

<i>Usefulness</i>	42,6%	Cukup	67,6%	Layak
<i>Easy of use</i>	56,91%	Cukup	79,45%	Layak
<i>ease of learning</i>	54%	Cukup	80%	Layak
<i>satisfaction</i>	50%	Cukup	84%	Sangat Layak

Berdasarkan tabel 4.19 diketahui bahwa sistem monitoring infus yang dirancang memiliki tingkat kelayakan “layak” dalam aspek *usefulness*, *easy of use*, dan *ease of learning* hingga “sangat layak” pada aspek *satisfaction*.

4.11. Uji Beda

Uji beda dilakukan untuk dengan menggunakan uji *paired sampel t test* karena seluruh data berdistribusi normal. Maka diperoleh hasil pada tabel 4.20

Tabel 4.20 Hasil Uji *T Test* Usabilitas Per Aspek

	.Sig	Keterangan
<i>Usefulness</i>	0.000	Tolak H0
<i>Easy of use</i>	0.000	Tolak H0
<i>ease of learning</i>	0.007	Tolak H0
<i>satisfaction</i>	0.000	Tolak H0

Tabel 4.0.21 Hasil Uji T test Usabilitas

	Tingkat Usabilitas (%)	.Sig
<i>Sistem Monitoring Infus Manual</i>	54	0.031
<i>Sistem Monitoring Infus Otomatis</i>	82	

Hipotesis :

Ho : Tidak terdapat perbedaan setelah menggunakan sistem monitoring infus otomatis

Ha : Terdapat perbedaan setelah menggunakan sistem monitoring infus otomatis

Berdasarkan tabel 4.20 dan tabel 4.21 diketahui nilai signifikansi berada dibawah 0.05 maka diambil keputusan untuk menolak Ho dan menerima Ha, sehingga terdapat perbedaan setelah menggunakan sistem monitoring infus otomatis.

4.12. Analisis Ekonomi

4.12.1. Harga Pokok Produksi

Harga pokok produksi adalah penjumlahan seluruh biaya yang dikeluarkan untuk mengubah bahan baku menjadi produk. Perhitungan harga pokok digunakan untuk menetapkan harga jual di pasaran disesuaikan dengan biaya-biaya yang dikeluarkan selama proses produksi. Berikut adalah perhitungan harga pokok produksi yang dikeluarkan:

Tabel 4.22 Biaya Bahan Baku

No	Nama Komponen	Satuan	Harga	Jumlah	Total
1	Node MCU 32	Set	Rp 125.000	1	Rp 125.000
2	Modul Infrared	Set	Rp 10.000	1	Rp 10.000
3	Modul Loadcell	Set	Rp 99.900	1	Rp 99.900
4	Baterai Li-on	Pcs	Rp 158.000	1	Rp 158.000
5	Adaptop	Set	Rp 80.000	1	Rp 80.000
6	PCB	Pcs	Rp 8.000	1	Rp 8.000
7	FeCl	Pcs	Rp 7.000	1	Rp 7.000
8	Timah	Roll	Rp 12.000	1	Rp 12.000
9	Pin Header Male Female	Pcs	Rp 3.000	1	Rp 3.000
10	Jumper Male to Female	Set	Rp 7.800	1	Rp 7.800
11	Photodiode	Pcs	Rp 2.500	1	Rp 2.500
12	Led Infrared	Pcs	Rp 2.500	1	Rp 2.500
13	Modul Kit Charger	Pcs	Rp 17.000	1	Rp 17.000
TOTAL BIAYA BAHAN BAKU					Rp 532.700

Tabel 4.23 Biaya Tenaga Kerja

No	Jenis Biaya	Satuan	Harga	Jumlah	Total Harga
1	Upah Mekanik	Orang	Rp 300.000	1	Rp 300.000
2	Upah Pemrograman	Orang	Rp 850.000	1	Rp 850.000
TOTAL BIAYA UPAH KERJA					Rp 1.150.000

Sehingga, biaya pokok produksi untuk sistem monitoring infus adalah sebesar :

Tabel 4.24 Harga Pokok Produksi

Harga Pokok Produksi		
No	Jenis Biaya	Jumlah

1	Bahan Baku	Rp 532.700
2	Upah Tenaga Kerja	Rp 1.150.000
	HARGA P.PRODUKSI	Rp 1.682.700

Berdasarkan perhitungan Harga Pokok Produksi total didapatkan sejumlah Rp.1.682.700. Produk yang akan dibuat adalah sebanyak 2 unit, sehingga Harga Pokok Penjualan adalah Rp.841.350/unit

4.12.2. Penetapan Harga Jual

Harga jual merupakan harga yang ditetapkan dari penjumlahan biaya produksi total dengan margin keuntungan. Setelah melakukan perhitungan terhadap biaya-biaya yang dikeluarkan. Selanjutnya adalah penetapan harga jual sistem monitoring infus, berikut adalah perhitungan dari harga jual produk per unit dengan margin sebesar 10%.

Tabel 4.25 Harga Penjualan Per Unit

Harga Penjualan Per Unit	
Harga Pokok Produk	Rp 841.350
Margin 10%	Rp 84.135
PPN 10%	Rp 84.135
HARGA POKOK PENJUALAN PER UNIT	Rp 1.009.620

Sehingga, sistem monitoring infus dapat dijual dengan harga Rp.1.010.000/unit.

BAB V

PEMBAHASAN

5.1. Analisis Desain Sistem Monitoring Infus

5.1.1. Analisis *Customer Attribute*

Hasil penelitian pada tabel 4.1 diperoleh tiga atribut yang diinginkan oleh pengguna. Atribut-tersebut dijadikan sebagai *customer attribute* pada tahapan *mapping* dalam *axiomatic design*. *Customer Attribute* pada penelitian ini antara lain :

1. Aman

Aman adalah kondisi dimana seseorang bebas dari cedera fisik dan psikologis dan dalam kondisi aman dan tentram (Potter & Perry, 2006). Aman dalam penelitian ini diartikan sebagai sistem monitoring infus yang dapat mencegah risiko keterlambatan penggantian infus.

2. Efisien

Efisien adalah ketepatan cara dalam menjalankan suatu pekerjaan dengan tidak membuang-buang waktu, tenaga dan biaya (Mulyadi, 2007). Dalam penelitian ini efisien diartikan sebagai sistem monitoring infus yang dapat membantu mengefisienkan kinerja perawat dari segi waktu kerja.

3. Mudah Digunakan

Mudah digunakan adalah sistem monitoring infus yang mudah digunakan dan mudah dipahami oleh perawat.

5.1.2. Analisis Desain Parameter

Perancangan sistem monitoring infus ergonomis dibutuhkan beberapa atribut yang diinginkan oleh pengguna antara lain aman, efisien, dan mudah digunakan.

Untuk memenuhi fungsi atribut aman (tabel 4.3) digunakan beberapa desain parameter untuk memenuhi *functional requirement* antara lain, penggunaan sensor *infrared* FC-51 (DP1.1.1.1.2.1) yang dapat mempercepat pendeteksian (FR1.1.1.1.2.1). yang juga dilengkapi modul sensor *loadcell* berfungsi menjalankan sistem sensor, dalam sistem sensor tersebut memiliki lampu indikator (DP1.1.1.1.1.1) yang memberikan sinyal peringatan (FR1.1.1.1.1.1). Kedua sensor saling terhubung dalam

Arduino uno nodemcu esp8266 yang dapat diatur untuk menjalankan sistem monitoring secara otomatis dan dapat mencegah kehabisan infus (FR1.1) sehingga mencegah risiko yang tidak diinginkan (FR1). Desain parameter dengan ukuran panjang 8 cm, lebar 3,5 cm dan tinggi 6 cm (DP1.2.2.1) dari material akrilik digunakan untuk meningkatkan keamanan *infrared* (FR1.2.2). Material akrilik juga digunakan dalam ukuran panjang 12 cm, lebar 2,5 cm dan tinggi 5 cm (DP1.2.1.1) untuk melindungi sensor loadcell (FR1.2.1). Berbeda dengan kedua box pelindung sebelumnya, box ini menggunakan material hard plastic (DP1.2.3.1) untuk melindungi rangkaian elektrik dari air (FR1.2.3). Desain parameter box pelindung didesain untuk melindungi sistem elektrikal pada sistem monitoring infus (FR1.2). Desain parameter set infus digunakan untuk menjalankan sistem infus. Set infus yang digunakan antara lain infus 500 ml (DP1.3.1) sebagai cairan infus yang digunakan (FR1.3.1), Selang/*tube* yang berfungsi mengalirkan cairan infus (FR1.3.2), *Roller clamp set* yang berfungsi mengatur tetesan infus (FR1.3.3), dan *drip chamber* yang berfungsi mencegah emboli udara dan menampung tetesan infus (FR1.3.4) serta *connector* yang dapat menghubungkan selang infus (FR1.3.5).

Sinyal terkirim ke perangkat perawat (DP2.1.1.1) untuk meminimalisir waktu tunggu penggantian infus (FR2.1.1) sinyal dikirim melalui Perangkat jaringan internet berbasis wifi (wemos mini d1) untuk memudahkan konektivitas (FR2.1) yang terhubung dengan *smartphone* perawat melalui telegram sebagai aplikasi IoT untuk monitoring (FR2.2.1). Sistem ini merupakan sistem monitoring berbasis IoT merupakan desain parameter yang digunakan untuk ketepatan waktu dalam proses penggantian infus (FR2). Desain parameter aplikasi IoT (DP2.2) digunakan untuk meningkatkan efektivitas monitoring (FR2.2).

Desain parameter untuk atribut mudah digunakan diawali dengan desain tombol on/off untuk memudahkan proses on off (FR3.3)

Aplikasi yang *user friendly* (DP3) sebagai desain parameter untuk memenuhi fungsi utama meminimalisir *human error* (FR3). Aplikasi yang digunakan adalah telegram di *smartphone* sehingga mudah dipelajari dan diingat oleh perawat (FR3.1). Salah satu indikator mudah digunakan adalah *interface chat* sehingga memudahkan untuk chatting (FR3.1.1), fitur grup telegram (DP3.1.1.1) digunakan untuk menghubungkan

perawat yang bertugas (FR3.1.1.1). Telegram digunakan karena dapat dioperasikan secara *online* dan *offline* sehingga memudahkan akses (FR3.2). Telegram berbasis *application programming interface* (API) berfungsi untuk menambahkan *tools* pengontrolan infus (FR3.2.1). Pesan telegram laporan berat sisa infus, laporan kecepatan tetesan untuk mengirimkan pesan kepada perawat/dokter penanggung jawab (FR3.2.1.1). Untuk memudahkan proses on/off sistem monitoring digunakan Tombol on/off pada box kontrol (FR3.3).

5.2. Analisis Tingkat Usabilitas

Berdasarkan gambar 4.12 diketahui bahwa terjadi peningkatan usabilitas dalam penggunaan sistem monitoring infus otomatis berbasis IoT. Sebelum menggunakan sistem monitoring infus otomatis, tingkat usabilitas monitoring manual adalah sebesar 54% yang diklasifikasikan dalam kategori “cukup”, setelah menggunakan sistem monitoring infus berbasis IoT terjadi peningkatan yang terjadi sebesar 28% sehingga tingkat usabilitasnya menjadi 82% dan termasuk dalam klasifikasi usabilitas yang “baik”. Peningkatan terjadi karena sistem monitoring dapat diakses melalui aplikasi chat gratis berbasis telegram yang sudah familiar penggunaannya oleh pengguna. Sejalan dengan penelitian Sussman *et al.* (2020) peningkatan usabilitas dalam pengembangan alat kesehatan khususnya infus dilakukan dengan mendesain pengontrolan yang dapat diakses untuk *home care*.

Berdasarkan tabel 4.19 diketahui bahwa sistem monitoring infus yang dirancang memiliki tingkat kelayakan “layak” dalam aspek *usefulness*, *easy of use*, dan *ease of learning* hingga “sangat layak” pada aspek *satisfaction*. Tingkat kelayakan sistem yang dirancang secara usabilitas dapat digunakan sebagaimana yang dijelaskan oleh Mappalotteng *et al.* (2020) bahwa sistem yang dirancang dapat digunakan jika memiliki kategori kelayakan adalah layak. Aspek *usefulness* layak karena dapat membantu mencegah risiko keterlambatan penggantian infus. Aspek *ease of use* mudah digunakan sebab menggunakan aplikasi yang sudah pernah digunakan sebelumnya oleh pengguna. Aspek *ease of learning* mudah dipelajari sebab pengontrolan sistem monitoring melalui interface chat *sistem monitoring infus*.

Berdasarkan tabel 4.20 dan tabel 4.21 diketahui nilai signifikansi berada dibawah 0.05 maka diambil keputusan untuk menolak H_0 dan menerima H_a , sehingga terdapat perbedaan setelah menggunakan sistem monitoring infus otomatis.

5.3. Analisis Ekonomi

Berdasarkan tabel 4.25 digunakan margin 10% sebesar Rp. 84.135, penentuan margin dalam penelitian Nugraha & Susyana (2021) yaitu 10% sehingga dapat memperoleh keuntungan yang tidak terlalu tinggi, sebab sebagai penjualan awal dapat menarik konsumen dan meningkatkan penjualan. Tarif PPN sebesar 10% untuk penyerahan dalam negeri sebagai hasil dari penjualan produk. Sistem monitoring infus dapat dijual dengan harga Rp.1.010.000/unit, harga ini sudah mempertimbangkan PPN 10% serta margin 10%. Biaya software yang digunakan hanya untuk pemrograman, hal ini disebabkan aplikasi yang digunakan merupakan aplikasi berbasis chat yang dapat diakses secara gratis sehingga lebih memudahkan penggunaanya.



BAB VI

PENUTUP

6.1. Kesimpulan

Perancangan sistem monitoring infus ergonomis dibutuhkan beberapa atribut yang diinginkan oleh pengguna antara lain aman, efisien, dan mudah digunakan, atribut ini didesain melalui proses axiomatic design yang independence.

Peningkatan usability dalam penggunaan sistem monitoring infus otomatis berbasis IoT. Sebelum menggunakan sistem monitoring infus otomatis, tingkat usability monitoring manual adalah sebesar 54% yang diklasifikasikan dalam kategori “cukup” , setelah menggunakan sistem monitoring infus berbasis IoT terjadi peningkatan yang terjadi sebesar 28% sehingga tingkat usabilitynya menjadi 82% dan termasuk dalam klasifikasi usability yang “baik”. Peningkatan terjadi karena sistem monitoring dapat diakses melalui aplikasi chat gratis berbasis telegram yang sudah familiar penggunaannya oleh pengguna.

Sistem monitoring infus dapat dijual dengan harga Rp.1.010.000/unit, harga ini sudah mempertimbangkan PPN 10% serta margin 10%.

6.2. Saran

Untuk *future research* diharapkan dapat mengembangkan sistem monitoring infus yang lebih mudah dipahami oleh pengguna baru dengan mempertimbangkan aspek-aspek lain yang tidak digunakan dalam proses desain ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Nugraha, N.M. and Susyana, F.I., 2021. Pengaruh Net Profit Margin, Return On Assets, dan Current Ratio Terhadap Pertumbuhan Laba. *Jurnal Ekonomi Manajemen Perbankan (JEMPER)*, 3(1), pp.56-69.
- Mappalotteng, A.M., Yahya, M. and Wulandari, A.A., 2020, December. Design Of An Arduino-Based Infusion Monitoring System For Inpatients. In *International Conference on Science and Advanced Technology (ICSAT)*.
- Sussman, T., Kaasalainen, S., Bimman, R., Punia, H., Edsell, N. and Sussman, J., 2020. Exploration of the acceptability and usability of advance care planning tools in long term care homes. *BMC Palliative Care*, 19(1), pp.1-13.
- Al-Damen, R., 2017. Health care service quality and its impact on patient satisfaction “case of al-bashir hospital”. *International Journal of Business and Management*; Vol. 12, No. 9, pp.136-152.
- Alagundagi, S.S., Pasala, K. & Arora, M., 2018, January. Opto-electronic system for intravenous infusion monitoring. *10th International Conference on Communication Systems & Network*, pp. 688-692.
- Ajibola, O. O. E., Sunday, O. O., & Eyehorua, D. O. 2018. Development of automated intravenous blood infusion monitoring system using load cell sensor. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, Vol. 22, No. 10, pp.1557-1561.
- Aziis, M. S., & Arifin, F. 2018. Automatic stoping and infusion monitoring with telemetry system based on android. *Jurnal Elektronik Pendidikan Teknik Elektronika*, Vol. 7, No. 3, pp. 19-37.
- Badre, A. 2002. *Shaping web usability : interaction design in context*. Boston: Addison – Wesley.
- Baekert, M., Batliner, M., Grass, B., Buehler, P.K., Daners, M.S., Meboldt, M. & Weiss, M., 2020. Performance of modern syringe infusion pump assemblies at low infusion rates in the perioperative setting. *British Journal of Anaesthesia*, Vol. 124, No. 2, pp. 173-182.
- Cahyanurani, A., Hadiyoso, S., Aulia, S., & Faqih, M. 2019. Design and development of a monitoring and controlling system for multi-intravenous infusion. In *Journal of Physics: Conference Series*, Vol. 1367, No. 1, p. 012075.
- Chen, B., Hu, J., Qi, J. & Chen, W., 2020. A computer-aided approach improving the Axiomatic Design theory with the distributed design resource environment. *AI EDAM*, Vol. 34, No. 1, pp. 80-103.

- D. Dumont-Fillon, D. Lamaison & E. Chappel, 2020. Design and Characterization of 3-Stack MEMS-Based Passive Flow Regulators for Implantable and Ambulatory Infusion Pumps, *Journal of Microelectromechanical Systems*, Vol. 29, No. 2, pp. 170-181.
- Dewi, P. K. 2018. Analisis Alur Proses Penerimaan Pasien Rawat Inap di Rumah Sakit “X” Tahun 2015 dengan Pendekatan Lean Hospital. *Jurnal Administrasi Rumah Sakit Indonesia*, Vol. 2, No. 1.
- Ding, X., Jiang, H. & Zhou, W., 2018. Design of Unmanned Monitoring and Automatic Monitoring System. *Frontiers of Mechatronical Engineering*, Vol. 1, No. 1.
- Doenges, Marilyn E. 2002. *Rencana Asuhan keperawatan*. Jakarta: EGC
- Dreyfuss, Henry. 1976. *The measure of man, Human Factor in Design*. USA: McGraw Hill.
- Dunichkin, I.V. & De Souza, C.B., 2020. An Integrated Solution to Urban and Sea Waste Management Systems: Using Axiomatic Design to Discuss Urban Development Risks. *E&ES*, Vol. 459, No. 6, p.062084.
- Elsaied, Ã., Soltan, H. & Hussein, M.S., 2020. Axiomatic Design for ‘X’: An Integrated Methodology for Product Design. *Bulletin of the Faculty of Engineering. Mansoura University*, Vol. 39, No. 1, pp. 1-7.
- Escobedo, P., Ornelas, D., Pozo, L., Rosas, R., Nazario-Nemesio, J., & Paladio-Hernández, J. Á. 2015. Economic impact of a volumetric infusion pump (infusomat® space)+ central alarm management (one view), in the risk prevention in infusion therapy in the intensive care unit (icu) in Mexico. *Value in Health*, Vol. 18, No. 7, pp. A862.
- Fatima, T., Malik, S.A. & Shabbir, A., 2018. Hospital healthcare service quality, patient satisfaction and loyalty. *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 35 No. 6, pp. 1195-1214.
- Fauziyyah, A.S., 2020. Design of automatic infusion monitoring system based on Arduino. *Journal of Physics: Conference Series*, Vol. 1528, No. 1, p. 012025.
- Forlenza, G.P., Deshpande, S., Ly, T.T., Howsmon, D.P., Cameron, F., Baysal, N., Mauritzen, E., Marcal, T., Towers, L., Bequette, B.W. & Huyett, L.M., 2017. Application of zone model predictive control artificial pancreas during extended use of infusion set and sensor: a randomized crossover-controlled home-use trial. *Diabetes Care*, Vol. 40, No. 8, pp.1096-1102.
- Frederickson, H.G., 2005. *Public ethics and the new managerialism: An axiomatic theory. Ethics in public management*, pp.165-183.

- Garosi, E., Mazloumi, A., Kalantari, R., Vahedi, Z., & Shirzhiyan, Z. 2019. Design and ergonomic assessment of an infusion set connector tool used in nursing work. *Applied ergonomics*, Vol. 75, pp. 91-98.
- Giaquinto, N., Scarpetta, M., Ragolia, M.A. & Pappalardi, P., 2020, June. Real-time drip infusion monitoring through a computer vision system. *IEEE International Symposium on Medical Measurements and Applications*, pp. 1-5.
- González, A. S., Morales, M. F., Royo, E. S., de San Félix, Y. B., & Lolo, C. V. 2020. Propofol infusion syndrome; are high doses always required?. *Revista Española de Anestesiología y Reanimación (English Edition)*.
- Goo, B., Lee, J., Seo, S., Chang, D. & Chung, H., 2019. Design of reliability critical system using axiomatic design with FMECA. *International Journal of Naval Architecture and Ocean Engineering*, Vol. 11, No. 1, pp.11-21.
- Goodarzi, E.V., Houshmand, M., Valilai, O.F., Ghezavati, V. & Bamdad, S., 2020. Using Axiomatic Design for developing a framework of manufacturing cloud service composition in the equilibrium state. *International Journal of Industrial and Systems Engineering*, Vol. 14, No. 7, pp. 272-277.
- Gunawan, L., 2017. Pengaruh Net Profit Margin Dan Total Asset Turnover Terhadap Nilai Perusahaan Pada Sektor Industri Barang Konsumsi Yang Terdaftar Di Bursa Efek Indonesia. *Mabis*, Vol. 7, No. 1.
- Hasan, S., & Putra, A. H. P. K. 2018. Loyalitas Pasien Rumah Sakit Pemerintah: Ditinjau Dari Perspektif Kualitas Layanan, Citra, Nilai dan Kepuasan. *Jurnal Manajemen Indonesia*, Vol. 18, No. 3, pp.184-196.
- Hidayat, A.A.A., 2008. *Buku saku praktikum keperawatan anak*. Jakarta: EGC.
- Iridiastadi, H., & Yassierli. 2017. *Ergonomi: Suatu pengantar*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- ISO 9241-11, 1998. *Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTS) - Part 11: Guidance on usability*.
- Jin, X., Kim, C.S., Shipley, S.T., Dumont, G.A. & Hahn, J.O., 2019. Semi-Adaptive Closed-Loop Control for Infusion of Medications With Transport Delay in Clinical Effects. *Journal of Computational and Nonlinear Dynamics*, Vol. 14, No. 10, pp. 3-12.
- Joseph, S., Francis, N., John, A., Farha, B. & Baby, A., 2019. Intravenous Drip Monitoring System for Smart Hospital Using IoT. *International Conference on Intelligent Computing, Instrumentation and Control Technologies*, Vol. 1, pp. 835-839.
- Karaca, A. & Durna, Z., 2019. Patient satisfaction with the quality of nursing care. *Nursing open*, Vol. 6, No. 2, pp. 535-545.

- Kiani, M.J.E. & O'reilly, M., Masimo Corp, 2017. Optical-based physiological monitoring system. *U.S. Patent*, No. 9,833,152.
- Kotler, Philip & Keller. 2007. *Manajemen Pemasaran*, Jilid I, Edisi Kedua belas. Jakarta: PT. Indeks.
- Kulsum, U. & Syah, T.Y.R., 2017. The effect of service quality on loyalty with mediation of patient satisfaction. *International Journal of Business and Management Invention*, Vol. 6, No. 3, pp. 41-50.
- Kusuma, T. & Mulis, M.T., 2018. Perancangan Sistem Monitoring Infus Berbasis Mikrokontroler Wemos D1 R2. *Konferensi Nasional Sistem Informasi (KNSI) 2018*.
- Lamiri. 2008. Pengaruh Kualitas Pelayanan Terhadap Kepuasan MinatPerilaku Penderita Rawat Inap Di RSI Samarinda. Samarinda. *Journal Management Pelayanan Kesehatan*.
- Lund, A.M. 2001. Measuring usability with the use questionnaire 12. *Usability interface*, Vol. 8, No. 2, pp. 3-6.
- Mauro, A., Massarotti, N., Salahudeen, M., Cuomo, F., Costagliola, C., Ambrosone, L. & Romano, M.R., 2018. Design of a novel heating device for infusion fluids in vitrectomy. *Applied Thermal Engineering*, Vol. 128, pp. 625-636.
- Meesala, A. & Paul, J., 2018. Service quality, consumer satisfaction and loyalty in hospitals: Thinking for the future. *Journal of Retailing and Consumer Services*, Vol. 40, pp. 261-269.
- Muljodipo, N., Sompie, S.R. & Robot, R.F., 2015. Rancang Bangun Otomatis Sistem Infus Pasien. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, Vol. 4, No. 4, pp.12-22.
- Nielsen, J. 1994. Usability inspection methods. *Conference companion on Human factors in computing systems*, pp. 413-414.
- Nielsen J. 2012. *Usability 101: Introduction to usability*. Alertbox.
- Ogawa, T., Tomoda, T., Kato, H., Akimoto, Y., Tanaka, S., & Okada, H. 2020. Propofol sedation with a target-controlled infusion pump in elderly patients undergoing ERCP. *Gastrointestinal Endoscopy*.
- Padala, S.S. and Maheswari, J.U., 2020. Axiomatic design framework for changeability in design for construction projects. *Asian Journal of Civil Engineering*, Vol. 21, No. 2, pp. 201-215.
- Padmanabhan, R., Meskin, N., Ionescu, C.M. & Haddad, W.M., 2019. A nonovershooting tracking controller for simultaneous infusion of anesthetics and analgesics. *Biomedical Signal Processing and Control*, Vol. 49, pp. 375-387.

- Patnaik, P.K., Nayak, S.K., Dey, A., Ray, S.S. & Pal, K., 2019. Development of a wireless intravenous drip rate monitoring device. *International Journal of Sensor Networks*, Vol. 29, No. 3, pp. 159-170.
- Perry, P. & Potter Patricia, A., 2006. *Fundamental Keperawatan: Konsep, Proses, Dan Praktik*. Jakarta: EGC.
- Perry, P. & Potter, P.A., 2005. *Fundamental keperawatan*. Jakarta: EGC.
- Rahman, E.S. and Vitalocca, D., 2019. Analisis usabilitas menggunakan use questionnaire pada sistem informasi smk negeri 3 makassar. *Jurnal MEKOM (Media Komunikasi Pendidikan Kejuruan)*, Vol. 5, No. 1, pp.16-22.
- Rani, K.R., Shabana, N., Tanmayee, P., Loganathan, S. & Velmathi, G. 2017.. Smart drip infusion monitoring system for instant alert-through nRF24L01. *International Conference on Nextgen Electronic Technologies: Silicon to Software*, pp. 452-455.
- Rao, K.R. & Supriya, K.E., 2020. Design and Development of IoT Based Intravenous Infusion System. *Emerging Trends in Electrical, Communications, and Information Technologies*, pp. 487-499.
- Rubin, J. & Chisnell, D., 2008. *Handbook of usability testing: how to plan, design and conduct effective tests*. John Wiley & Sons.
- Sacco, R., Disanto, G., Maraffi, I., Candrian, U., Kamm, C. P., Rossi, S., & Zecca, C. 2020. Infusion-related reactions during Natalizumab treatment: Do we still need a post-infusion observation period?. *Multiple sclerosis and related disorders*, Vol. 38, pp. 101523.
- Sardana, P., Kalra, M. & Sardana, A., 2019. Design, Fabrication, and Testing of an Internet Connected Intravenous Drip Monitoring Device. *Journal of Sensor and Actuator Networks*, Vol. 8, No. 1, p. 2.
- Setiawan, A.W., Yenas, N. & Welsan, D., 2018. Design and Realization of Low-Cost Wireless Remote Infusion Monitoring System. *International Seminar on Application for Technology of Information and Communication*, pp. 151-154.
- Shafiq, M., Naeem, M. A., Munawar, Z. & Fatima, I., 2017. Service quality assessment of hospitals in Asian context: An empirical evidence from Pakistan. *The Journal of Health Care Organization, Provision, and Financing*, Vol. 54, pp. 0046958017714664.
- Sims, N.M., Flachbart, E.J., Allen, D.E., Chomyn, B.J., Henninge, P.C., Pasquence, J.M., Asack, A.W., Wollowitz, M.H. & Zuk, R.E., General Hospital Corp, 2020. Flow rate measurement and control of infusion devices. *U.S. Patent 10*, pp. 576.

- Singh, A., Prasher, A. & Kaur, N., 2018. Assessment of hospital service quality parameters from patient, doctor and employees' perspectives. *Total Quality Management & Business Excellence*, pp.1-20.
- Singh, R., & Tandon, P. 2016. User values based evaluation model to assess product universality. *International Journal of Industrial Ergonomics*, Vol. 55, pp. 46-59.
- Sugiyono. 2007. *Metode Penelitian Bisnis*. Bandung: Alfabeta.
- Sulastri, E. & Pompey, C.S., 2020. Quality of nursing work life of associate nurses and work-related musculoskeletal disorders. *UI Proceedings on Health and Medicine*, Vol. 4, No.1, pp. 61-66.
- Supranto, J. & Limakrisna, N. 2007. *Perilaku konsumen dan strategi pemasaran untuk memenangkan persaingan bisnis*. Jakarta: Mitra Wacana Media.
- Sutrisno, A., Handayani, D., Caesarendra, W., Gunawan, I. & Indan, R., 2020, May. A framework of designing reliable disaster response operation using axiomatic design. *AIP Conference Proceedings*, Vol. 2227, No. 1, p. 040015.
- Suyanto. 2009. *Mengenal Kepemimpinan dan Manajemen Keperawatan di Rumah Sakit*. Yogyakarta : Mitra Cendikia Press.
- Steil, G.M., Kanderian Jr, S.S., Cantwell, M.T. & Hoss, U., Medtronic Minimed Inc, 2018. Model predictive method and system for controlling and supervising insulin infusion. *U.S. Patent*, No.10,154,804.
- Swain, S. & Kar, N., 2018, Hospital service quality as antecedent of patient satisfaction – a conceptual framework, *International Journal of Pharmaceutical and Healthcare Marketing*, Vol. 12 No. 3, pp. 251-269.
- Ulfa, H., Purwanto, S., & Hikayati, H. 2019. Prototype Sederhana Alat Monitoring Aliran Darah Naik Ke Selang Infus A Simple Prototype Blood Flow Monitoring Tool Goes Up To The Infusion Hose. *Jurnal Keperawatan Sriwijaya*, Vol. 6, No. 1, pp. 27-34.
- Ulrich, K. T. & Steven D. E. 2001. *Perancangan & Pengembangan Produk*. Jakarta: Salemba Teknika.
- Ulusoy, E., Duman, M., Türker, H. D., Çağlar, A., Er, A., Akgül, F., ... & Yılmaz, D. 2019. The effect of early midazolam infusion on the duration of pediatric status epilepticus patients. *Seizure*, Vol. 71, pp. 50-55.
- Wardhono, P. S. 2007. *Menuju keperawatan profesional*. Semarang: Akper Departemen Kesehatan.
- Yamin, S & Kurniawan, H. 2009. *SPSS COMPLETE: Teknik Analisis Statistik Terlengkap dengan software SPSS*. Jakarta: Salemba Infotek

- Yanto & Ngaliman, B. 2017. *Ergonomi Dasar-Dasar Studi Waktu dan Gerakan untuk Analisis dan Perbaikan Sistem Kerja*. Yogyakarta: CV. Andi Offset.
- Yi, Z., Zhao, S., Zhang, J., She, M.F., Kong, L. & Dumée, L.F., 2019. Discrete silver nanoparticle infusion across silica aerogels towards versatile catalytic coatings for 4-nitrophenol reduction. *Materials Chemistry and Physics*, Vol. 223, pp.404-409.
- Yılmaz, Ö.F., Özçelik, G. & Yeni, F.B., 2020. Developing a Customer Oriented Lean Production System Using Axiomatic Design and Fuzzy Value Stream Mapping. *Customer Oriented Product Design*, pp. 151-168.
- Zhang, L., Wang, Z., Xiu, X. & Li, Q., 2020. Design and Research of Infusion Monitoring System Based on OneNET Platform. *E&ES*, Vol. 440, No. 5, p. 052061.



LAMPIRAN

Responden	Easy Of Use 1	Easy Of Use 2	Easy Of Use 3	Easy Of Use 4	Easy Of Use 5	Easy Of Use 6	Easy Of Use 7	Easy Of Use 8	Easy Of Use 9	Easy Of Use 10	Easy Of Use 11
1	2	2	3	2	3	2	3	4	3	3	3
2	3	2	3	2	2	3	2	3	2	2	2
3	5	3	4	4	4	4	4	3	3	3	2
4	3	1	2	2	4	4	2	2	2	3	2
5	3	2	3	3	2	3	2	4	3	3	2
6	4	4	3	3	4	3	3	2	2	3	3
7	4	2	3	2	4	2	2	4	2	2	3
8	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
9	4	3	3	3	3	2	4	3	3	2	3
10	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2

Responden	Satisfaction 1	Satisfaction 2	Satisfaction 3	Satisfaction 4	Satisfaction 5	Satisfaction 6	Satisfaction 7
1	3	3	2	2	3	1	2
2	3	2	2	2	3	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3
4	2	3	2	2	3	2	2
5	3	3	2	2	2	2	3
6	3	3	3	2	3	1	2
7	3	3	3	2	3	2	3
8	2	2	3	3	3	3	3
9	2	2	2	2	3	3	3
10	2	3	3	3	3	2	1

Responden	Ease Of Learning 1	Ease Of Learning 2	Ease Of Learning 3	Ease Of Learning 4
1	2	3	2	3
2	3	2	3	2
3	4	4	4	4
4	3	2	1	2
5	3	3	3	2
6	3	3	3	2
7	4	2	2	2
8	3	3	2	2
9	3	3	2	4
10	2	2	3	3



Responden	Usefulness 1	Usefulness 2	Usefulness 3	Usefulness 4	Usefulness 5	Usefulness 6	Usefulness 7	Usefulness 8
1	4	4	5	4	4	4	3	5
2	4	5	5	5	4	4	3	4
3	5	4	4	4	4	4	5	4
4	5	4	4	4	5	5	4	4
5	4	4	4	4	4	4	4	4
6	5	4	4	4	4	4	3	4
7	4	4	4	3	4	4	4	4
8	4	4	4	4	4	4	4	4
9	4	5	5	5	4	4	5	5
10	5	5	5	5	5	5	4	4

Responden	Easy Of Use 1	Easy Of Use 2	Easy Of Use 3	Easy Of Use 4	Easy Of Use 5	Easy Of Use 6	Easy Of Use 7	Easy Of Use 8	Easy Of Use 9	Easy Of Use 10	Easy Of Use 11
1	5	4	4	4	3	3	3	5	4	4	5
2	3	4	3	4	3	4	3	3	4	4	3
3	5	4	4	5	4	5	4	4	5	5	5
4	4	4	4	5	5	4	3	4	5	3	3
5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4
6	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3
7	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	5
8	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	5
9	5	5	5	5	5	4	4	5	4	5	4
10	5	5	3	4	3	3	4	5	4	4	3

الجامعة الإسلامية
الاستاذ الدكتور

Responden	Ease Of Learning 1	Ease Of Learning 2	Ease Of Learning 3	Ease Of Learning 4
1	5	4	4	5
2	3	4	3	4
3	4	4	5	5
4	4	4	5	4
5	4	4	4	4
6	3	4	4	4
7	4	4	4	3
8	4	3	4	3
9	3	3	5	5
10	4	5	4	4

Responden	Satisfaction 1	Satisfaction 2	Satisfaction 3	Satisfaction 4	Satisfaction 5	Satisfaction 6	Satisfaction 7
1	5	4	4	5	4	4	5
2	4	4	4	4	4	3	4
3	4	4	5	4	4	4	4
4	5	5	5	4	5	5	5
5	4	4	4	4	4	4	4
6	4	4	4	3	5	3	5
7	4	4	4	4	4	3	4
8	4	4	4	4	4	4	4
9	4	5	4	4	5	5	4
10	4	5	5	5	5	4	4

KUESIONER

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Saya Muhammad Surya Jaya, Mahasiswa Magister Teknik Industri Universitas Islam Indonesia. Saya sedang melaksanakan penelitian Tesis yang berjudul Desain Sistem Monitoring Infus yang Ergonomis dan Inovatif. Sehubungan dengan hal tersebut, saya mohon Bapak/Ibu/Saudara/Saudari untuk mengisi kuesioner kebutuhan pengguna. Data pada kuesioner ini bersifat rahasia dan hanya akan digunakan untuk keperluan penelitian.

Saya ucapkan terimakasih atas partisipasi Bapak/Ibu/Saudara/Saudari dalam pengisian kuesioner ini. Partisipasi Bapak/ Ibu/ Saudara/ Saudari sangat berarti dalam kesuksesan pelaksanaan penelitian ini.

A. Identitas Responden

Nama :
 Usia : Tahun
 Jenis Kelamin : Pria / Wanita
 Status : Pernah menjadi pasien / Perawat / Pernah menjadi pendamping pasien
(coret yang tidak perlu)

B. Kuesioner Awal

Silahkan memberikan ceklist (V) pada tabel dibawah ini sesuai dengan yang anda butuhkan

No.	Pertanyaan	Keterangan
1	Apakah anda pernah dirawat dirumah sakit dan diinfus?	<input type="radio"/> Ya <input type="radio"/> Tidak
2	Apakah anda pernah menjaga keluarga/kerabat di rumah sakit?	<input type="radio"/> Ya <input type="radio"/> Tidak
3	Jika Poin ke 3 anda menjawab YA. Apakah pernah perawat terlambat mengganti infus yang habis ?	<input type="radio"/> Ya <input type="radio"/> Tidak
4	Apakah anda pengguna atau pernah menggunakan telegram ?	<input type="radio"/> Ya <input type="radio"/> Tidak

Kuisiner Terbuka
VOICE OF CUSTOMER

Pertanyaan ini berkaitan dengan kebutuhan pelanggan untuk mengisikan serta memberikan ceklis (✓) atau mengisi pada titik yang telah disediakan, jawaban dan pilihan dibawah ini boleh lebih dari satu pilihan dan jawaban.

Menurut anda apa saja yang diperlukan dalam perancangan Sistem Monitoring Infus yang Ergonomis dan Inovatif ?

- Aman
- Efisien
- Mudah digunakan
- Lainnya :

.....

.....

.....

.....

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
الجامعة الإسلامية الاندونيسية

KUESIONER USE

Setelah anda menggunakan sistem monitoring infus yang telah didesain, silahkan isi kuesioner dibawah ini sesuai dengan yang ada rasakan saat eksperimen.

Berikan tanda centang pada salah satu keterangan.

Keterangan : Sangat Tidak Setuju (STS), Tidak Setuju (TS), Netral (N), Setuju (S),Sangat Setuju (SS)

No	Kriteria	STS	TS	N	S	SS
<i>USEFULNESS</i>						
1	Sistem ini membantu saya menjadi lebih efektif					
2	Sistem ini membantu saya menjadi lebih produktif					
3	Sistem ini bermanfaat					
4	Sistem ini membantu saya terhadap tugas yang saya lakukan					
5	Sistem ini membuat hal-hal yang ingin saya capai lebih mudah untuk dilakukan					
6	Sistem ini menghemat waktu saya ketika menggunakannya					
7	Sistem ini sesuai dengan kebutuhan saya					
8	Sistem ini bekerja sesuai apa yang saya harapkan					
<i>EASY OF USE</i>						
9	Sistem ini mudah digunakan					
10	Sistem ini praktis untuk digunakan					
11	Sistem ini mudah dipahami oleh pengguna					
12	Langkah- langkah pengoperasian sistem ini praktis					
13	Sistem ini dapat disesuaikan dengan kebutuhan					
14	Tidak kesulitan menggunakan sistem ini					
15	Saya dapat menggunakannya tanpa instruksi tertulis					

No	Kriteria	STS	TS	N	S	SS
16	Saya tidak melihat adanya ketidakkonsistenan selama saya menggunakannya					
17	Pengguna yang jarang maupun rutin menggunakan akan menyukai sistem ini					
18	Saya dapat kembali dari kesalahan dengan cepat dan mudah					
19	Saya dapat menggunakan sistem ini dengan berhasil setiap kali saya menggunakannya					
<i>EASE OF LEARNING</i>						
20	Saya belajar menggunakan sistem ini dengan cepat					
21	Saya mudah mengingat bagaimana cara menggunakan sistem ini					
22	Sistem ini mudah untuk dipelajari cara penggunaannya					
23	Saya cepat menjadi terampil dengan sistem ini					
<i>SATISFACTION</i>						
24	Saya puas dengan sistem ini					
25	Saya akan merekomendasikan sistem ini kepada rekan					
26	Sistem ini menyenangkan untuk digunakan					
27	Sistem ini bekerja seperti yang saya inginkan					
28	Sistem ini sangat bagus					
29	Saya merasa harus memiliki/menggunakan sistem ini					

30	Sistem ini nyaman untuk digunakan					
----	-----------------------------------	--	--	--	--	--

