

Sistem Smart Infus Berbasis Android dan Website

Ayu Antika Sekar Kinasih¹, Ade Silvia Handayani², Irawan Hadi³, Nyayu Latifah Husni⁴, Siti Chodijah⁵,
Mega Hasanul Huda⁶, Nur Agustini⁷, Mieska Despitasari⁸, Riswal Hanafi Siregar⁹

^{1,2,3,4}Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Sarjana Terapan Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik
Elektro, Politeknik Negeri Sriwijaya

⁵ Prodi Sarana dan Ners, Universitas Indonesia

⁶Fakultas Ilmu Keperawatan, Universitas Indonesia

⁷Program Studi Spesialis Keperawatan Anak, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Indonesia

^{8,9}Kedokteran Pre Klinis dan Klinis Badan Riset Inovasi Nasional

e-mail: ayuantikask23@gmail.com¹, ade_silvia@polsri.ac.id², irawanhadi657@yahoo.com³,
nyayu_latifah@polsri.ac.id⁴, s.chodidjah@ui.ac.id⁵, megahasanulhuda@gmail.com⁶, tufahati@ui.ac.id⁷,
mieska.despitasari@brin.go.id⁸, risw001@brin.go.id⁹

Received : Juli, 2023

Accepted : Agustus, 2023

Published : Agustus, 2023

Abstract

This research presents a smart infusion system based on Android application and website that aims to monitor and control infusion remotely. This innovative infusion system successfully displays infusion monitoring results from each patient room that has parameters such as infusion weight, infusion drip speed, infusion estimation and infusion condition through the website and the results of controlling each infusion drip on the Android application. The advantage of this system is that it facilitates medical personnel services in monitoring and controlling infusions remotely without having to monitor and control directly from room to room.

Keywords: Smart Infusion, Monitoring, Controlling, Android, Website

Abstrak

Penelitian ini menyajikan sebuah sistem smart infus berbasis aplikasi Android dan website yang bertujuan untuk memonitoring dan mengontrol infus dari jarak jauh. Sistem infus yang inovatif ini berhasil menampilkan hasil monitoring infus dari setiap ruangan pasien yang memiliki parameter seperti berat infus, kecepatan tetesan infus, estimasi infus dan kondisi infus melalui website dan hasil pengontrolan setiap tetesan infus pada aplikasi Android. Kelebihan dari sistem ini adalah memudahkan pelayanan tenaga medis dalam melakukan pemantauan dan pengontrolan infus dari jarak jauh tanpa harus memantau dan mengontrol secara langsung dari ruangan ke ruangan.

Kata Kunci: Smart Infus, Monitoring, Kontroling, Android, Website

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi yang semakin canggih dan modern pada saat ini membuat

perkembangan alat medis pun semakin banyak dibutuhkan. Salah satunya pada alat pemantauan dan pengatur infus dari jauh. Infus

adalah suatu piranti kesehatan yang dalam kondisi tertentu digunakan untuk menggantikan cairan yang hilang dan menyeimbangkan elektrolit tubuh[1]. Cairan infus adalah air yang dimurnikan lewat proses penyulingan[2]. Pemberian cairan infus dilakukan dengan cara memasukkan jarum infus ke pembuluh darah (vena)[2][3]. Selama proses terapi infus, petugas medis akan melakukan pemantauan dan penggantian cairan infus secara intensif. Namun, di beberapa rumah sakit masih dilakukan secara manual yang menyebabkan pelayanan kesehatan tidak maksimal dan menimbulkan banyak masalah seperti pengecekan keadaan cairan infus pasien yang belum tentu dapat di cek oleh petugas medis setiap waktu dan menyebabkan keterlambatan penggantian cairan infus yang habis.

Menyikapi permasalahan tersebut, munculah konsep inovatif *Internet of Things* (IoT), yaitu sebuah konsep yang memungkinkan setiap objek terintegrasi dengan jaringan internet sehingga dapat dikendalikan atau dipantau kapan saja dan dimana saja. Dalam mendukung konsep tersebut maka diperlukan sebuah alat kesehatan yang dapat memantau dan mengontrol infus dari jauh yang berbasis *Internet of Things* (IoT)[4]. Dengan memanfaatkan teknologi *Internet of Things*, proses pemantauan dan pengontrolan infus dapat dilakukan secara real-time yang dimana alat tersebut akan dipasang pada infus yang terhubung ke jaringan internet dan mengirimkan data mengenai persentase cairan yang tersisa dan kondisi infus melalui foto yang dikirim oleh alat tersebut. Informasi tersebut dapat diakses petugas medis melalui smartphone, sehingga petugas medis dapat terus memantau infus dari jauh.

Perancangan sistem monitoring dan kontroling infus telah dilakukan pada beberapa penelitian sebelumnya[2][3][4]. Pada penelitian Tony Kusuma dkk[2], merancang sistem monitoring infus yang berbasis mikrokontroler Wemos D1 R2 dengan tujuan mengatasi keterlambatan penggantian infus secara manual dan memiliki hasil akhir penelitian berupa informasi mengenai sisa cairan infus kepada perawat melalui sebuah serial monitoring Arduino IDE.

Namun, pada penelitian ini tidak dijelaskan secara lengkap proses hitung tetesan cairan

infus. Lalu pada penelitian Rini Maharini dkk[3], merancang sistem monitoring dan peringatan volume cairan infus berbasis website yang memberikan informasi volume serta kecepatan tetesan cairan infus dan memberikan peringatan apabila volume cairan infus menunjukkan kondisi akan segera habis dan apabila cairan infus tidak menetes. Penelitian ini memberikan hasil berupa data informasi yang mudah dan cepat diperoleh pada website. Namun, pada penelitian ini penggunaan kabel UTP pada alat masih harus diminimalisir untuk mempermudah instalasi alat dalam ruangan. Penelitian lain dari Indra Sucipta dkk[4], menjelaskan alat pemantauan tetes cairan infus berbasis IoT yang terhubung dengan perangkat android. Pada penelitian ini menggunakan sensor Optocoupler sebagai pendeteksi adanya tetes cairan infus, Motor Servo SG90 untuk menekuk selang infus, Mikrokontroler ESP32 sebagai pengendali. Namun, pada penelitian ini masih prototipe yaitu metode pengembangan yang masih berupa rancangan. Pada penelitian Raden Gumilar Riyansyah dkk[14], menjelaskan sistem *smart monitoring* infus yang berbasis *Internet of Things* menggunakan mikrokontroler ESP32 dengan menampilkan hasil monitoring di aplikasi berbasis web pada ruang monitoring.

Dari penelitian sebelumnya, peneliti mencoba membuat dan mengembangkan sebuah aplikasi android dan *website* sebagai sistem monitoring dan kontroling smart infus. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya yaitu, aplikasi android dan website pada sistem penelitian ini memiliki kemampuan dalam mengontrol dan memantau informasi cairan infus dari jauh melalui aplikasi android dan *website*.

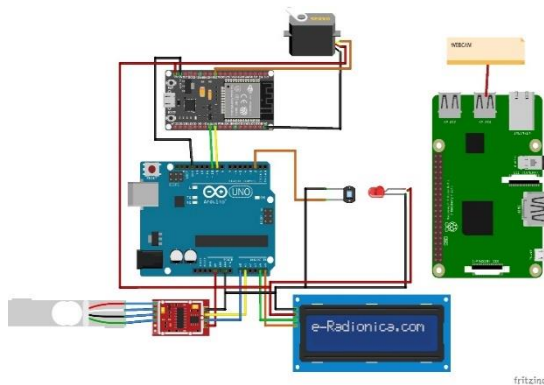
Pada penelitian ini juga tidak hanya dapat memantau saja tetapi mengatur kecepatan tetesan infus melalui aplikasi android dan menampilkan estimasi waktu cairan infus akan habis. Penelitian ini adalah aplikasi yang merupakan keluaran *display* dan kendali dari perangkat keras. Sistem smart infus ini juga menggunakan teknologi yang dapat dikenakan jam tangan dan ponsel yang sistem operasinya Aplikasi android dengan tujuan untuk mengumpulkan dan memproses data dari sensor yang ditempatkan pada infus pasien dengan mendeteksi atau memprediksi kondisi infus dari jauh[13]. Alat tersebut menggunakan sensor *loadcell* dan *optocoupler* yang akan

mengirimkan data informasi berupa berat infus dan jumlah tetesan cairan infus ke aplikasi android dan website dengan memanfaatkan platform Adafruit IO, sehingga petugas medis atau bahkan keluarga pasien dapat memantau infus secara real-time dari perangkat yang terhubung internet.

Berdasarkan permasalahan yang terjadi, sistem ini dirancang bertujuan untuk meningkatkan

2. METODE PENELITIAN

Tahapan dari penelitian ini dimulai pada tahapan rancangan perangkat keras (hardware) dilanjutkan dengan perangkat lunak (software) serta tahapan terakhir adalah integrasi sistem dan pengujian sistem. Perancangan perangkat keras sistem smart infus berupa alat yang digambarkan melalui blok diagram sistem secara singkat. Hal ini bertujuan untuk mengetahui bentuk umum sistem yang akan dirancang, sehingga dapat memudahkan pada saat proses perancangan perangkat keras[9].

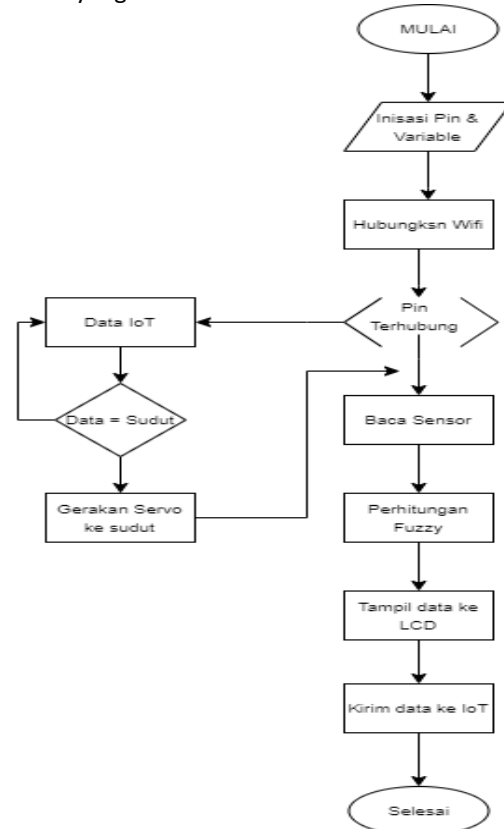


Gambar 1. Skematik Perangkat Keras

Pada gambar 1 yang merupakan rangkaian perangkat keras dari alat *Smart Infus* terdapat dua sensor yaitu sensor *loadcell* dan sensor *optocoupler*, Arduino Uno, LCD, Motor Servo dan modul NodeMCU 8266. Pada proses kerjanya, Arduino Uno berfungsi sebagai pengendali sedangkan modul NodeMCU 8266 sebagai penghubung ke internet sehingga pemantauan dapat dilihat dalam server. Saluran dibangun dengan menampilkan data yang dikirim dengan masing-masing variabel ditampilkan pada grafik dan kotak teks menampilkan nilai terakhir yang diterima dari Arduino[12]. Terdapat juga Motor Servo sebagai pengendali tetesan yang dikeluarkan. Jika berat infus terdeteksi berada di persentase akhir maka Raspberry PI akan otomatis mengirimkan

pelayanan kesehatan dan meminimalisir masalah yang yang serius dengan cara mengembangkan alat kesehatan yang dapat membantu kinerja tim medis dalam melakukan pelayanan kesehatan[14]. Dengan sistem monitoring dan kontroling smart infus ini dapat memudahkan tim medis khususnya perawat dalam memantau dan mengontrol cairan infusan melalui aplikasi android dan *website* secara *real time* 5 detik sekali.

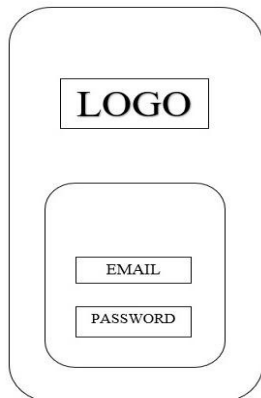
foto kondisi infus sebagai penanda bahwa cairan infus harus segera diganti. Lalu, hasil output secara hardware akan ditampilkan melalui LCD berupa berat dalam satuan mililiter dengan *loadcell* sebagai sensornya dan sensor *optocoupler* sebagai pendeteksi tetesan cairan infus yang dikendalikan oleh Arduino Uno.



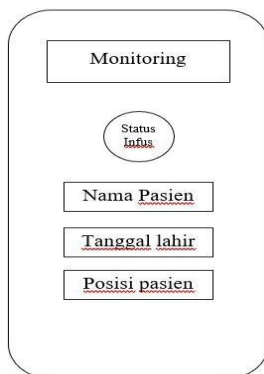
Gambar 2. Blok Diagram Sistem Perangkat Lunak (Software)

Pada gambar 2 dapat diketahui bahwa alur program dimulai dengan login menggunakan username dan password masing-masing akun yang ada lalu jika berhasil akan masuk ke halaman dashboard yang menampilkan data monitoring dan kontroling dari cairan infus. Cara lain yang dapat digunakan juga dengan memasukkan penginisiasian pin agar database

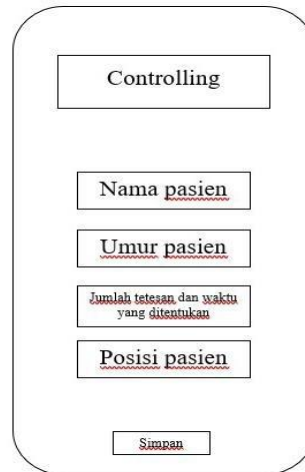
langsung terkirim dengan koneksi wifi yang terhubung. Selanjutnya jika pin sudah terhubung maka pembacaan sensor pun dilakukan dimana terdapat dua sensor, yaitu sensor *loadcell* sebagai sensor berat dari infusan dan sensor *optocoupler* sebagai sensor yang menghitung tetesan cairan infus. Setelah sensor terbaca, dan aplikasi android akan menampilkan pemberitahuan tetesan cairan infus sebagai data sinyal diperoleh dari sensor tetesan[11]. Selanjutnya hasil dari perhitungan tadi akan menampilkan waktu dan persentase dari cairan infus pada LCD. Lalu akan dikirimkan data informasi ke aplikasi android dan *website*. Ketika sensor *optocoupler* tidak membaca tetes cairan infus maka tidak akan dilakukan kalkulasi data, begitu juga dengan sensor *loadcell*, sehingga data yang dikirimkan pada server merupakan data yang terakhir terbaca oleh sensor sehingga notifikasi akan dikirim pada aplikasi android dan *website* kepada tim medis untuk segera memeriksa dan mengganti cairan infus.



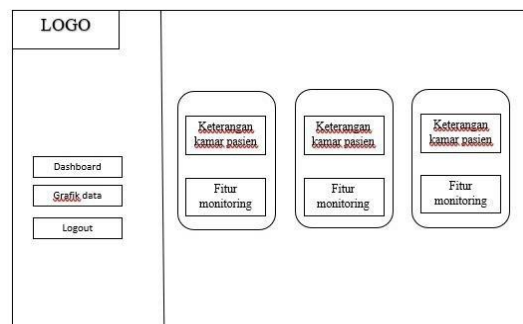
Gambar 3. Desain Tampilan Login



Gambar 4. Dashboard Monitoring



Gambar 5. Dashboard Kontroling



Gambar 6. Desain Tampilan Website

Pada gambar 3 merupakan rancangan desain aplikasi yang akan dibuat sebagai acuan pembangunan aplikasi. Pada tampilan di aplikasi android, halaman login ditunjukkan pada gambar 3. Pada gambar tersebut terdapat logo dan *button* untuk *username* dan *password*. Saat *username* dan *password* dimasukkan, maka tampilan selanjutnya seperti pada gambar 4. Pada halaman monitoring, terdapat informasi data pasien berupa status infus, nama pasien, dan ruang pasien. Selanjutnya pada 5 menampilkan halaman kontroling yang berisi data pasien dan kecepatan tetesan cairan infus yang dibutuhkan dan diatur oleh perawat.

Pada gambar 6 merupakan rancangan desain *website* yang akan dibuat sebagai acuan pembangunan monitoring smart infus pada *website*. Pada tampilan di *website* terdapat tampilan logo, *dashboard*, dan halaman monitoring smart infus. Pada halaman monitoring smart infus menampilkan data berat infus, kecepatan infus dan foto kondisi infus.

Metode pengujian perangkat lunak merujuk pada standar ISO 9126 meliputi metode pengujian functionality, reliability, usability, efficiency dan portability[10]. Metode pengujian yang menggunakan rumus perhitungan adalah pengujian functionality. Berikut rumus perhitungan dari pengujian functionality.

$$\text{Persentase Kelayakan (\%)} = \frac{\text{Skor Aktual}}{\text{Skor Ideal}} \times 100\% \quad (1)$$

Setelah angka pengujian diperoleh, kemudian dikalkulasikan nilai persentase kelayakan merujuk pada rumus yang tertera. Lalu, persentase yang diperoleh diubah kedalam pernyataan berdasarkan tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Parameter Perhitungan Kualitas

No	Persentasi (%)	Pernyataan
1	0% - 20%	Sangat Tidak Layak
2	21% - 40%	Kurang Layak
3	41% - 60%	Cukup Layak
4	61% - 80%	Layak
5	81% - 100%	Sangat Layak

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perancangan Perangkat Keras Sistem Smart Infus

Perancangan perangkat keras (*Hardware*) diterapkan pada sebuah kotak hitam yang terpasang pada tiang infus. Perangkat keras sistem telah berhasil dibuat berdasarkan sketsa rancangan alat. Pada gambar 5 menunjukkan tampilan perangkat keras sistem smart infus dengan menggunakan sensor *load cell* dan sensor *optocoupler*.



Gambar 7. Perangkat Keras Tampak Keseluruhan

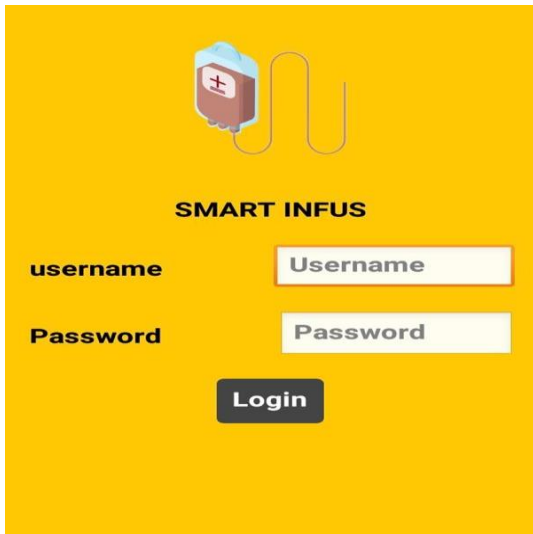


Gambar 8. Komponen Dalam

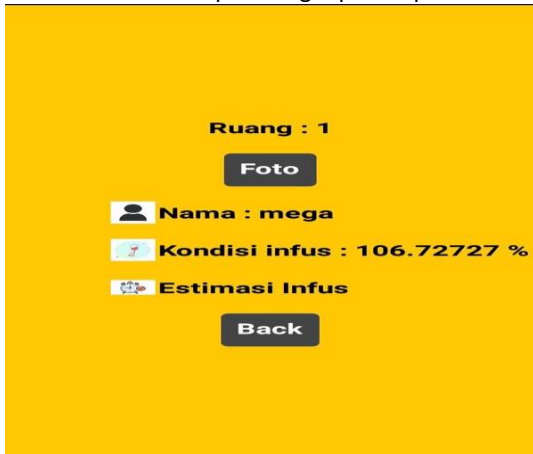
Pada gambar 7, terdapat perangkat keras sistem smart infus secara keseluruhan dimana sensor *loadcell* berada diluar kotak hitam yang menjadi tempat gantungan infus sekaligus sebagai sensor berat infus. Sensor *optocoupler* berada pada *dhip chumber* yang berfungsi sebagai sensor tetesan. Pada gambar 8 terdapat komponen lainnya seperti Arduino uno, nodemcu esp32, dan LCD terletak dibagian dalam kotak hitam. Sedangkan Raspberry Pi dan WebCam letaknya ditempelkan pada bagian luar kotak hitam. Pada pemrosesan sistem ini adalah Arduino Uno sebagai transmiter dan NodeMCU ESP32 sebagai receiver. Keluaran sistem ini adalah Adafruit IO. Sistem kerja alat ini dimulai ketika diberika tegangan sebesar 5V dari adaptor.

3.2 Perancangan Perangkat Lunak Sistem Smart Infus

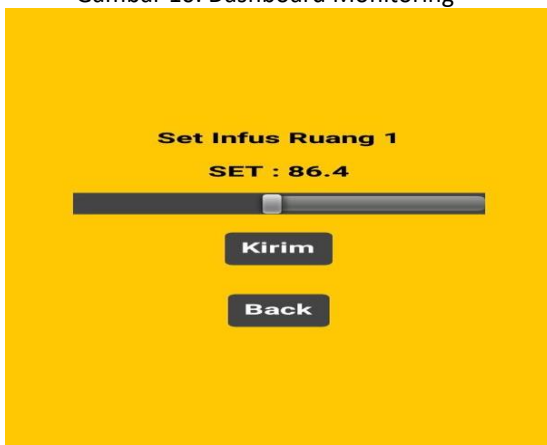
Perangkat lunak sistem telah berhasil dibuat berdasarkan blok diagram dan desain sketsa tampilan yang telah dibuat. Perangkat lunak yang diperoleh berupa aplikasi android yang berfungsi sebagai alat monitoring dan kontroling tetesan cairan infus sedangkan website untuk memonitoring infus dari jauh.



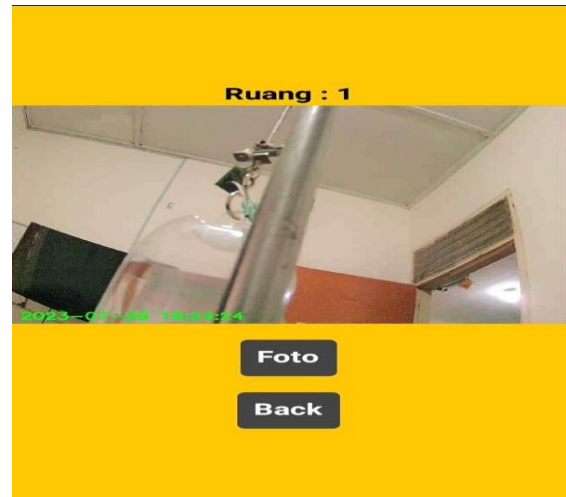
Gambar 9. Tampilan Login pada Aplikasi



Gambar 10. Dashboard Monitoring

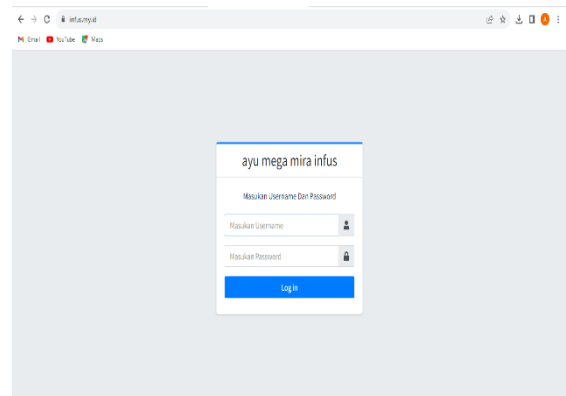


Gambar 11. Dashboard Kontroling

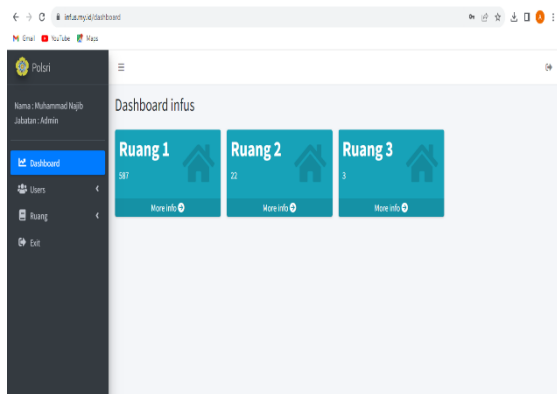


Gambar 12. Kondisi Infus

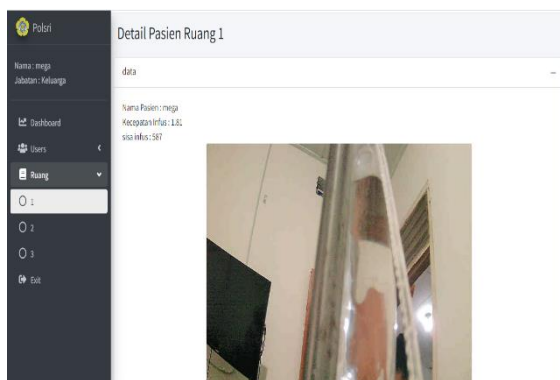
Pada gambar 9 menunjukkan menu login pada tampilan aplikasi android smart infus dengan memasukkan *username* dan *password*. Pada gambar 10 merupakan tampilan monitoring dari ruang pasien yang menampilkan data informasi berupa nama pasien, kondisi infus, estimasi infus dan foto keadaan infus terbaru. Pada gambar 11 menampilkan kontroling kecepatan tetes cairan infus yang diatur oleh perawat sehingga perawat tidak perlu mengunjungungi kamar pasien lagi untuk mengatur kecepatan infus karena sudah dapat dikendalikan melalui aplikasi android smart infus. Monitoring keadaan infus dapat dilihat berupa foto infus dari ruang pasien seperti pada gambar 12 yang menampilkan fitur berupa foto keadaan infus terbaru yang dikirim oleh Webcam setiap 5 detik sekali.



Gambar 13. Tampilan Login pada Website



Gambar 14. Dashboard



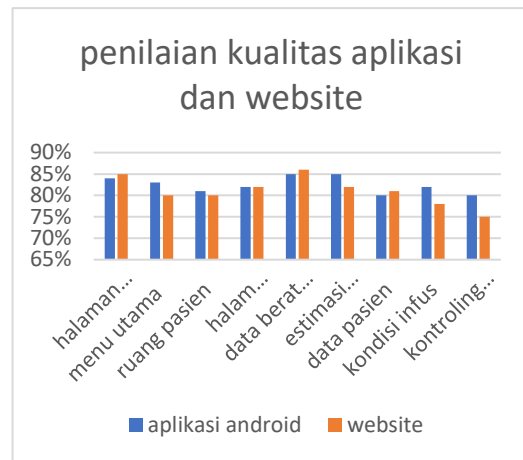
Gambar 15. Tampilan Monitoring Ruang Pasien

Pada gambar 13 menunjukkan menu login yang terdapat *username* dan *password* yang dimasukkan untuk bisa login pada akun *website*. Setelah login dilakukan, selanjutnya akan menampilkan dashboard website seperti pada gambar 14 yang berisikan data informasi ruangan masing-masing pasien yang dipantau. Pada tampilan dashboard tersebut terdapat *button* yang di klik lalu akan menampilkan data ruangan pasien yang akan menampilkan data pasien berupa berat infus, kecepatan infus, dan foto kondisi infus terbaru seperti pada gambar 15 yang menampilkan beberapa data untuk dipantau dari jauh oleh perawat melalui *website*.

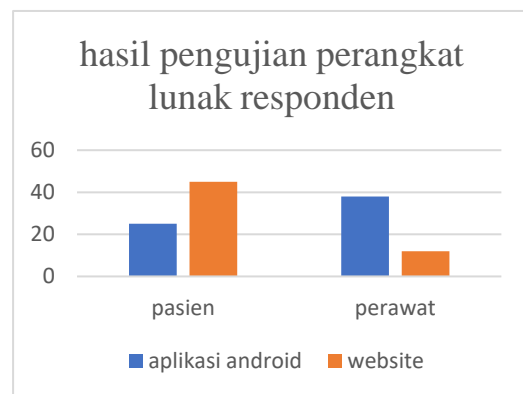
3.3 Pengujian Aplikasi Android dan Website Sistem Smart Infus menggunakan ISO 9126

Proses pengujian terakhir dari perancangan ialah pengujian aplikasi dan *website*. Pengujian ini menggunakan standar ISO 9126. Pada pengujian ini terdapat responden yang merupakan pengguna dari aplikasi android dan *website*. Karakteristik responden terbagi

menjadi dua, yaitu pasien dan perawat. Pada pengujian ini terdapat 120 data yang didapat dari responden dan disimpulkan dengan grafik berikut ini.



Gambar 16. Skor Penilaian Kualitas Aplikasi dan Website



Gambar 17. Grafik Hasil Pengujian Perangkat Lunak

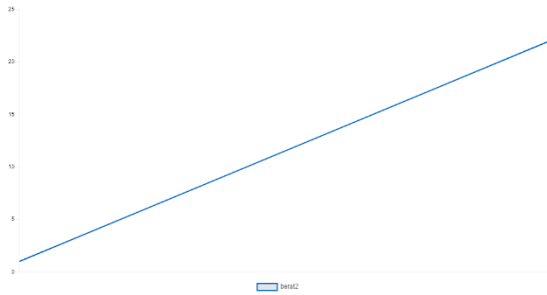
Pada gambar 16 didapatkan jumlah skor pada hasil pengujian functionality dari aplikasi dan *website* ini berkisar dengan range 80%-100% yang memperoleh pernyataan bahwa aplikasi dan *website* "Sangat Layak" pada parameter functionality.

Pada gambar 17 menunjukkan grafik dari hasil pengujian aplikasi dan *website* dapat diketahui hasil pengguna yang dominan menggunakan aplikasi android adalah perawat dikarenakan terdapat fitur kontrolling kecepatan tetesan infus yang membantu perawat dalam melakukan tugasnya dari jauh melalui aplikasi android. Sedangkan pada penggunaan *website* didapatkan hasil pengguna yang lebih dominan adalah pasien atau keluarga pasien dikarenakan

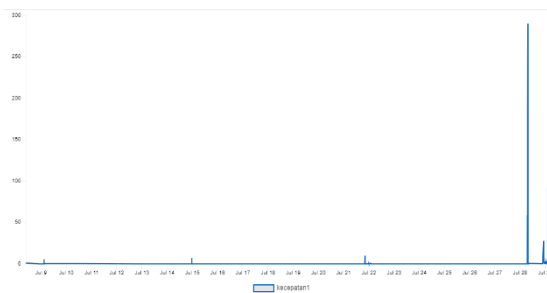
pada website hanya menampilkan fitur monitoring dan dapat diakses dengan mudah kapanpun dan dimanapun dengan hanya melakukan login pada akun website.

3.4 Grafik Database Adafruit IO

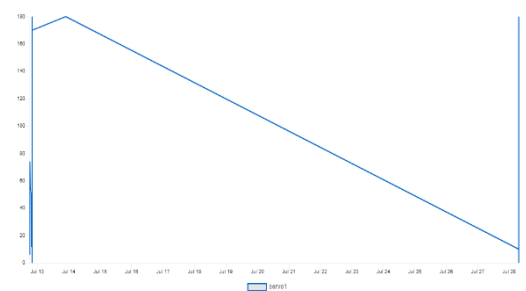
Pada sistem perangkat lunak menggunakan adafruit sebagai database informasi yang akan dikirimkan dari perangkat keras (*hardware*) ke perangkat lunak (*software*).



Gambar 18. Grafik Adafruit Data Berat Infus



Gambar 19. Grafik Data Kecepatan Infus



Gambar 20. Grafik Adafruit Data Servo

Pada gambar 18 merupakan tampilan dari database adafruit yang menghitung data berat infus sehingga hasilnya akan ditampilkan pada aplikasi android dan *website*. Pada grafik data berat dijelaskan bahwa data berat infus yang

paling tinggi berkisar diangka 560 sedangkan data berat paling rendah adalah 30 sampai 0. Gambar 19 menampilkan grafik database dari kecepatan tetesan infus dimulai dari tetesan cairan yang penuh sampai habis. Pada gambar 20 menjelaskan data grafik servo yang semakin lama semakin menurun dikarenakan kondisi cairan infus yang semakin lama semakin habis maka gerak servo pun terdeteksi semakin melambat.

4. KESIMPULAN

Aplikasi smart infus dan website sebagai sistem monitoring dan kontroling tetesan cairan infus mempunyai kemampuan yang baik dalam memonitor dan mengontrol cairan infus dari jarak jauh yang menampilkan berupa data pasien, data berat infus, kecepatan infus dan kondisi infus secara *real-time* dan update setiap 5 detik sekali. Pada tampilan monitoring berhasil menampilkan data informasi cairan infus dari setiap ruangan pasien. Pada tampilan kontroling juga berhasil mengatur kecepatan infus secara tepat dengan perhitungan estimasi yang telah dilakukan. Berdasarkan standard ISO 9126, sistem smart infus pada aplikasi android dan website memiliki persentase sekitar 80%-100% yang artinya semua fitur aplikasi smart infus dan website dapat dioperasikan dengan baik.

PERNYATAAN PENGHARGAAN

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Negeri Sriwijaya yang telah menyediakan fasilitas penelitian. Terima kasih juga kami ucapkan kepada seluruh dosen peneliti dan teknisi di Laboratorium Telekomunikasi Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya yang telah membantu dan memberikan ilmunya. Kami juga mengucapkan terima kasih kepada rekan-rekan di Program Studi Keperawatan dan Fasilitas, Fakultas Ilmu Keperawatan, Universitas Indonesia, atas saran dan dukungannya. Terakhir, kami ingin mengucapkan terima kasih atas kasih sayang dan dukungan dari keluarga dan teman-teman kami selama proses penelitian. Kami hanya dapat menyelesaikan penelitian ini dengan dorongan dan bantuan mereka.

DAFTAR PUSTAKA

1. T. D. Hendrawati and R. A. Ruswandi, "Sistem pemantauan tetesan cairan infus berbasis Internet of Things," *JITEL (Jurnal Ilm. Telekomun. Elektron. dan List. Tenaga)*, vol. 1, no. 1, pp. 25–32, 2021, doi: 10.35313/jitel.v1.i1.2021.25-32.
2. T. Kusuma and M. T. Mulia, "Perancangan Sistem Monitoring Infus Berbasis Mikrokontroler Wemos D1 R2," *Konf. Nas. Sist. Inf.*, pp. 1422–1425, 2018.
3. R. Maharani, A. Muid, and U. Ristian, "Sistem Monitoring Dan Peringatan Pada Volume Cairan Intravena (Infus) Pasien Menggunakan Arduino Berbasis Website," *Komput. dan Apl.*, vol. 07, no. 03, pp. 97–108, 2019.
4. I. Sucipta, J. W. Simatupang, C. Kaswandi, and I. Purnama, "Prototipe Pemantauan Tetes Cairan Infus Berbasis IoT Terkoneksi Perangkat Android," *J. Teknol. Elektro*, vol. 12, no. 3, p. 113, 2021, doi: 10.22441/jte.2021.v12i3.003.
5. R. A. Primahayu, F. Utaminigrum, and D. Syauly, "Sistem Monitoring Cairan Infus Terpusat Menggunakan Pengolahan Citra Digital," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 1, no. 8, pp. 649–657, 2017, [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/191>
6. R. T. Yunardi, D. Setiawan, F. Maulina, and T. A. Prijo, "Pengembangan Sistem Kontrol dan Pemantauan Tetesan Cairan Infus Otomatis Berbasis Labview dengan Logika Fuzzy," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 5, no. 4, p. 403, 2018, doi: 10.25126/jtiik.201854766.
7. N. Muljodipo, S. R. U. A. Sompie, R. F. Robot, and M. Eng, "Rancang Bangun Otomatis Sistem Infus Pasien," *Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 4, no. 4, pp. 12–22, 2015.
8. L. A. Durán-Vega et al., "An IoT system for remote health monitoring in elderly adults through a wearable device and mobile application," *Geriatr.*, vol. 4, no. 2, 2019, doi: 10.3390/geriatrics4020034.
9. M. R. Rosdi and A. Huong, "A smart infusion pump system for remote management and monitoring of intravenous (IV) drips," *ISCAIE 2021 - IEEE 11th Symp. Comput. Appl. Ind. Electron.*, no. April, pp. 285–288, 2021, doi: 10.1109/ISCAIE51753.2021.9431790.
10. R. Maniktalia, S. Tanwar, R. Billa, and K. Deepa, "IoT Based Drip Infusion Monitoring System," *2022 IEEE Delhi Sect. Conf. DELCON 2022*, vol. 10, no. 12, pp. 752–757, 2022, doi: 10.1109/DELCON54057.2022.9753052.
11. R. Mahmud, F. L. Koch, and R. Buyya, "Cloud-fog interoperability in IoT-enabled healthcare solutions," *ACM Int. Conf. Proceeding Ser.*, no. February, 2018, doi: 10.1145/3154273.3154347.
12. E. Notes, "Safe IV therapies in developing countries," 2020.
13. T. Reza, S. B. A. Shoilee, S. M. Akhand, and M. M. Khan, "Development of android based pulse monitoring system," *Proc. 2017 2nd IEEE Int. Conf. Electr. Comput. Commun. Technol. ICECCT 2017*, no. October 2018, 2017, doi: 10.1109/ICECCT.2017.8118045.
14. R. G. Riyansyah, D. Wahiddin, and ..., "Smart Monitoring Alat Infus Pasien Berbasis Internet Of Things (IoT) Menggunakan Mikrokontroler ESP32," ... *Student J. ...*, vol. II, pp. 142–148, 2021, [Online]. Available: <http://journal.ubpkarawang.ac.id/mahasiswa/index.php/ssj/article/download/237/167>