

PENGHENTI DAN MONITORING INFUS DENGAN SISTEM TELEMETRI BERBASIS PADA ANDROID

AUTOMATIC STOPING AND INFUSION MONITORING WITH TELEMETRY SYSTEM BASED ON ANDROID

Oleh: Mohamad Sirojul Aziis, Universitas Negeri Yogyakarta, E-mail: mohamad.sirojul@student.uny.ac.id

ABSTRAK

Kegiatan tenaga medis yang banyak, mengakibatkan kurangnya pemantauan infus. Hal ini menyebabkan kehabisan atau kemacetan infus. Kehabisan infus mengakibatkan darah pasien menjadi naik kebotol infus. Selain itu, penggunaan infus otomatis yang harganya mahal dan pengoperasiannya sulit menjadi masalah bagi dunia medis. Sehingga untuk mengatasinya diperlukan pemantau dan penghenti infus otomatis secara mudah, tepat, dan cepat.

Pembuatan alat terdiri dari 8 macam bagian yaitu tiang infus yang fleksibel, box sensor infus tetesan infus, konstruksi box penghenti infus, Arduino Mega 2560 untuk kontroler utama, photodiode dan laser diode sebagai sensor tetesan, keypad 4x4 untuk mengatur alat, Wemos D1 Mini sebagai pengirim data ke website dan aplikasi android, serta LCD, website, dan aplikasi android sebagai penampil data tetesan.

Hasil pengujian unjuk kerja yang dilakukan sebanyak lima kali pada masing-masing bagian, bahwa kualitas alat ini dapat diimplementasikan dan digunakan dengan baik. Sementara secara kuantitatif diketahui bahwa rata-rata kesalahan pada sensor tetesan infus 1 adalah 3,5% dan pada sensor tetesan infus 2 sebesar 2,52%. Sedangkan untuk media penampilan data, penghenti infus, dan sistem pemberitahuan tidak mengalami masalah dengan masing-masing nilai *error* sebesar 0%. Kesalahan jumlah tetesan disebabkan oleh faktor sensor yang terpengaruh oleh cahaya disekitar sehingga pembacaan nilai ADC menjadi kurang tepat.

Kata kunci: *Monitoring, Infusion, Android, Telemerty, Website*

ABSTRACT

The activities of many medical personnel, resulting in lack of monitoring infusion. This causes an endless or infusion congestion. The endless infusion causes the patient's blood to go up the infusion bottle. In addition, the use of an expensive automatic infusion and its operation is difficult to be a problem for the medical world. So to overcome it required automatic and automatic infusion monitors and stops easily, precisely, and quickly.

The making of the tool consists of 8 kinds of parts ie flexible infusion pole, infusion drip infusion box box, construction of infusion stop box, Arduino Mega 2560 for main controller, photodiode and diode laser as drip sensor, 4x4 keypad for tool set, Wemos D1 Mini as sender data to websites and android apps, as well as LCD, websites, and android apps as droplet data viewer.

The results of performance testing conducted five times on each part, that the quality of this tool can be implemented and used properly. While quantitatively it is known that the average error on infusion droplet 1 is 3.5% and the drip infusion sensor 2 is 2.52%. As for the media appearance data, infusion stop, and notification system does not experience problems with each error value of 0%. The droplet number error is caused by the sensor factor that is affected by the surrounding light so that the reading of the ADC value becomes less precise.

Keywords: *Monitoring, Infusion, Android, Telemerty, Website*

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi di dunia kedokteran mengalami kemajuan yang sangat pesat. Alat-alat kesehatan pada zaman sekarang sudah dikombinasi dengan berbagai *Personal Computer* (PC) dan *Smartphone*. Kemajuan teknologi sangat dibutuhkan dalam kedokteran untuk menunjang kemampuan manusia yang terbatas. Namun, ada salah satu alat kedokteran yang belum mengalami kemajuan dalam bidang teknologi dari zaman dahulu sampai sekarang yaitu infus.

Infus adalah suatu cairan kimia yang disuntikkan ketubuh manusia melalui rute *intravena* dalam beberapa waktu tertentu. Pemberian cairan infus umumnya diberikan bagi seseorang yang mengalami kekurangan cairan dalam tubuh atau membutuhkan pengobatan. Infus merupakan pengobatan sangat tepat dalam kedokteran karena mudah terserap oleh sel-sel tubuh manusia dikarenakan bentuknya yang cair. Terkadang infus juga digunakan sebagai pengganti makanan atau minuman untuk pasien.

Penggunaan infus sangat sederhana dan mudah. Caranya dengan menggantung botol infus dan memanfaatkan gravitasi bumi maka, tetesan infus akan mengalir melalui selangnya. Kemudian cairan infus akan

masuk ke pembuluh darah *vena* jika adanya beda tekanan antara botol dengan pembuluh darah. Walau sangat sederhana dan penting dalam kedokteran infus masih memiliki kelemahan. Pertama adalah dalam sistem pemantauan cairan infus yang masih kurang dan yang kedua adalah jika infus habis maka klemnya harus segera ditutup supaya tidak adanya pembuluh darah yang naik keselang infus.

Pemasangan infus ini biasanya dilakukan oleh perawat. Saat perawat memasang infus kepada pasien mereka mencatat tetesan setiap menit yang terdapat pada bagian *drip chambers* dengan melihat secara langsung, untuk kemudian disesuaikan dengan kebutuhan pasien. Kemudian perawat memantau cairan infus dengan melihat secara langsung infus tersebut. Jadi dibutuhkan kesigapan setiap saat dari para perawat dan dokter untuk segera mengganti infus yang habis atau macet. Tetapi masih ada juga pasien yang diketahui sampai kehabisan infus sehingga darah sampai masuk kekantong infus. Kejadian kehabisan infus biasanya disebabkan oleh perawat atau dokter yang ceroboh atau salah perhitungan dalam tetesan.

Penggunaan infus yang sudah otomatis masih jarang digunakan di rumah sakit menjadi permasalahan dalam

pemantauannya. Harga infus otomatis yang dijual secara umum masih sangat mahal. Infus otomatis juga masih dipantau secara manual melalui LCD, belum terintegrasi dengan sistem telemetri. Selain itu sistem pemberitahuan serta pemberhentian saat infus habis atau macet jarang yang memiliki dan penggunaan infus otomatis yang sulit menjadi permasalahan bagi tenaga medis.

Mendapati permasalahan tersebut dibutuhkanlah suatu alat yang dapat memberikan pertolongan pertama jika terjadi kehabisan infus atau jika terjadi *human error* oleh perawat atau dokter. Alat yang diberi nama “*automatic stopping and infusion monitoring with telemetry system based on android*” memiliki dua fungsi yaitu untuk pemantauan tetesan infus melalui website atau aplikasi dan memberikan indikasi serta menghentikan laju infus saat infus habis.

Alat ini menggunakan sensor cahaya yaitu photodiode dan laser diode. Selain menggunakan sensor tersebut, alat ini juga menggunakan mikrokontroler Arduino Mega ATmega 2560, modul GSM/GPRS, modul wifi Wemos D1 Mini, dan motor servo. Sensor photodiode dan laser diode berfungsi mengetahui jumlah tetesan setiap saatnya. Selain untuk menghitung jumlah tetesan infus juga berfungsi mendeteksi saat infus macet dan habis.

Sensor photodiode dan laser diode ini terhubung ke Arduino Mega ATmega 2560 sebagai pengolah datanya tetesan infus. Selanjutnya Arduino Mega ATmega 2560 dikoneksikan dengan motor servo dan modul GSM/GPRS SIM 800L. Motor servo berfungsi sebagai penghenti laju cairan infus, sedangkan modul GSM/GPRS SIM 800L sebagai sistem yang akan memberitahukan melalui *misccall* ke perawat atau dokter. *Keypad* 4x4 digunakan untuk kemudahan dalam memasukkan nomor telepon yang menjadi tanda saat infus habis atau mengalami kemacetan. *Liquid Crystal Display* (LCD) berfungsi dalam penampilan saat mengatur alat. Data serial dari Arduino Mega 2560 dikirim ke Wemos D1 Mini sebagai sistem telemetri yang kemudian, data dari sensor tersebut ditampilkan website dan aplikasi android sehingga memudahkan dalam pemantauannya.

Terapi Intravena (Infus)

Pemberian cairan *intravena* (infus) adalah memasukan cairan atau obat langsung ke dalam pembuluh darah *vena* dalam jumlah dan waktu tertentu dengan menggunakan infus set (Perry, 2005). Teknik penusukan *vena* melalui *transkutan* dengan *stilet* yang kaku, seperti *angiokateter* atau dengan jarum yang disambungkan. Terapi *intravena* atau yang biasa disebut dengan terapi infus

merupakan metode yang efektif untuk mensuplai cairan, elektrolit, nutrisi, dan obat melalui pembuluh darah atau *intravaskular* (Mubarak, 2008). Kateterisasi *vena* adalah pembuatan jalur vena untuk pemberian cairan, darah atau obat, dan suntikan berulang (Mansjoer, 2000).

Menurut Setyorini (2006), tujuan pemberian terapi intravena yaitu 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 kedalam tubuh, memantau tekanan *vena* sentral, dan memberikan nutrisi pada saat sistem pencernaan diistirahatkan.

Monitoring merupakan tanggung jawab perawat dan meliputi laju arus infus sambil memastikan ketepatan dan keselamatan pasien atau klien. Laju arus infus ditetapkan menurut perintah dokter, dokter mungkin telah menentukan jumlah infus dalam 8 atau 24 jam. Laju infus dihitung berdasarkan jumlah tetes larutan per menit. Dibawah ini disertakan rumus yang dapat digunakan untuk menentukan laju arus infus :

Jumlah tetes per menit = Tetesan infus diatur sesuai program pengobatan, tidak boleh terlalu cepat atau terlalu lambat. Ada dua metode yang digunakan untuk menghitung jumlah tetesan, yakni :

- a. Jumlah mililiter/jam.jumlah tetesan dihitung dengan mebandingkan volume cairan yang harus diberikan (ml) dengan lamanya pemberian (jam).

Contoh : 3000 ml cairan RL. Harus diberikan dalam 24 jam. Dengan demikian

$$\text{Jumlah tetesan} = \frac{\text{Jumlah kebutuhan cairan (ml)}}{\text{waktu (jam)}}$$

$$\text{Jumlah tetesan} = \frac{3000 \text{ ml}}{24 \text{ jam}}$$

$$\text{Jumlah tetesan} = 125 \text{ ml/jam}$$

- b. Tetesan/menit. Jumlah tetesan dihitung dengan mengalikan jumlah cairan yang dibutuhkan (ml) dengan faktor tetes, kemudian membaginya dengan lama pemberian (menit). Faktor tetes ditentukan berdasarkan alat yang digunakan.

Contoh pemberian cairan :

Seorang klien datang dengan keluhan mual dan muntah yang terus menerus. dari pengkajian itu di temukan tanda-tanda dehidrasi sedang. Berdasarkan pemeriksaan, klien harus mendapatkan terapi cairan intervena. Dokter menginstruksikan pemberian 3 kolf RL dalam 24 jam. Dengan demikian jumlah tetesan infus/menit untuk klien tersebut adalah :

$$\begin{aligned}
 1 \text{ cc} &= 1 \text{ ml} \\
 1 \text{ kolf} &= 500 \text{ cc} \\
 3 \text{ kolf} &= 3 \times 500 \text{ cc} = 1500 \text{ cc atau } 1500 \text{ ml} \\
 \text{Jumlah tetesan} &= \frac{\text{Jumlah kebutuhan cairan (ml)} \times \text{Faktor Tetes}}{\text{waktu (menit)}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah tetesan} &= \frac{1500 \text{ ml} \times 20}{1440 \text{ menit}} \\
 \text{Jumlah tetesan} &= 20,8 \text{ tetes/menit} \\
 \text{Jumlah tetesan} &= 21 \text{ tetes/menit}
 \end{aligned}$$

Faktor tetes, atau jumlah tetes per milimeter, ditentukan oleh ukuran bukan pada peralatan infus. Faktor tetes yang lebih banyak di digunakan adalah **15 tetes/ml**, **20 tetes/ml**, dan **60 tetes/ml**.

Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah *chip* yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik dan umumnya dapat menyimpan program di dalamnya. Pada dasarnya mikrokontroler terdiri dari CPU, memori, I/O tertentu dan unit pendukung seperti *Analog-to-Digital Converter* (ADC) yang sudah terintegrasi di dalamnya. Pada *chip* mikrokontroler terdapat IC yang dapat diprogram berulang kali, baik ditulis ataupun dihapus. Sehingga dalam penggunaannya dapat menghemat biaya. Selain itu, kelebihan lainnya mikrokontroler yaitu tersedianya RAM dan peralatan I/O pendukung sehingga ukuran *board* mikrokontroler menjadi sangat ringkas (Widodo, 2004).

Pada alat ini menggunakan dua mikrokontroler. Dua mikrokontroler tersebut adalah Arduino Mega 2560 dan Wemos D1 Mini. Arduino Mega 2560

merupakan kontroler utama sebagai pengendali sistem sedangkan Wemos D1 Mini sebagai kontroler kedua yang berfungsi sebagai sistem pentransmisi data dari Arduino ke website atau aplikasi android.

1. Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 adalah papan mikrokontroler Atmega 2560 yang memiliki 54 pin I/O, yang terdiri dari 15 pin tersebut digunakan sebagai *output* PWM atau *pulse Width Modulation*), 16 pin analog *input*, 4 UART (*Universal Asynchronous Receiver/Transmitter*), osilator kristal 16 MHz, koneksi USB, *jack* listrik, *header* ICSP (*In-Circuit Serial Programing*), dan tombol *reset*.



Gambar 1. Arduino Mega 2560

2. Wemos D1 Mini

Mikrokontroler Wemos adalah sebuah pengembangan berbasis modul *chip* mikrokontroler ESP8266. Mikrokontroler Wemos dibuat sebagai solusi dari mahalnya sebuah sistem *wireless* berbasis mikrokontroler lainnya. Modul ini dapat memungkinkan mikrokontroler untuk terhubung dengan jaringan WiFi dan

membuat koneksi TCP/IP hanya dengan menggunakan *command* yang sederhana seperti gaya Hayes. Dengan *clock* 80 MHz *chip* ini dibekali dengan 4 MB eksternal RAM, mendukung format IEEE 802.11 b/g/n sehingga tidak menyebabkan *interference* bagi yang lain. Mendukung enkripsi WEP dan WPA sehingga menjadikan *chipset* ini sangat aman digunakan. *Chipset* ini memiliki 16 GPIO pin yang bekerja pada 3.3 volt, 1 pin ADC dengan resolusi 10 bit.

Thingspeak

Thingspeak adalah *open source* “*internet of things*” atau biasa disingkat IoT aplikasi dan API untuk menyimpan dan mengambil data menggunakan HTTP melalui internet. Berikut ini berapa fitur dari *Thingspeak* diantaranya, yaitu *Open API*, mengoleksi data *real-time*, menampilkan geolokasi data, dapat memproses data melalui Matlab, Visualisasi data (Asyistawa, 2017). Selain itu, *thingspeak* juga memungkinkan dapat digunakan untuk pembuatan aplikasi sensor *logging*, aplikasi lokasi pelacakan, dan jaringan sosial hal dengan update status.

Thingspeak adalah platform IOT yang memungkinkan kita untuk mengumpulkan, menyimpan, menganalisis,

memvisualisasikan, dan bertindak atas data dari sensor atau aktuator, seperti Arduino, Raspberry Pi, BeagleBone Hitam, dan perangkat keras lainnya. *Thingspeak* ini sudah terhubung dengan aplikasi android yaitu *Thingview*. Sehingga pemantauannya data dapat melalui *smartphone*.

Sensor Tetesan

Pada proyek akhir ini untuk mendeteksi tetesan infus menggunakan kombinasi sensor yaitu photodiode dengan laser diode. Laser diode digunakan karena cahayanya yang tampak merah, sehingga memberikan kemudahan untuk pegecekan sensor setiap saat. Komponen yang dapat menerima laser diode ini adalah photodiode atau phototransistor. Komponen ini akan merubah energi cahaya, dalam hal ini energi cahaya infra merah, menjadi pulsa-pulsa sinyal listrik. Dibawah ini adalah penjelasan secara detail komponen sensor tetesan yang akan digunakan.

1. Photodiode

Photodiode merupakan piranti semikonduktor dengan sambungan p-n yang dirancang untuk beroperasi bila dibiaskan dalam keadaan terbalik, untuk mendeteksi cahaya (Pandiangan, Johannes. 2007).

Photodiode digunakan dalam aplikasi – aplikasi yang meliputi kartu bacaan,

kontrol cahaya *ambient* dan layar proyektor. Pada photodiode kita mengenal istilah responsivitas yaitu kemampuan dari sebuah photodiode untuk penambahan pada cahaya. Responsivitas dari photodiode merupakan perbandingan dalam mA/mW pada panjang gelombang tertentu photodiode honeywell SE3452 mempunyai perbandingan 0,5mA/mW. Jika cahaya yang teradiasi pada *cell* 2mV, dioda akan menghasilkan arus yang mengalir sebesar 1mA ($0,5\text{mA/mW} \times 2\text{mV}$). Respon tertinggi dari SE3452 sekitar 820nm.

2. Laser diode

Laser merupakan singkatan dari *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*, yang artinya penguatan cahaya dengan rangsangan pancaran radiasi. Sifat yang terjadi akibat kesamaan frekuensi adalah monokromatis dan sifat yang terjadi akibat kesamaan fase adalah koherensi. Jadi, syarat terbentuknya laser adalah sumber cahaya yang monokromatis dan koherensi. Warna laser berkaitan dengan panjang gelombang. Bila infra-merah berada dalam kisaran 780-850 nm dan laser merah pada 650-670 nm, laser biru

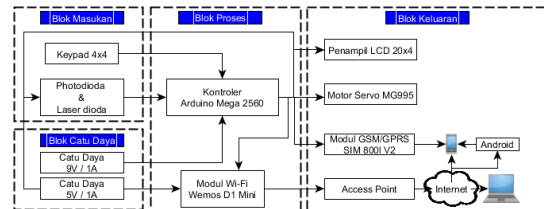
memancarkan cahaya dengan panjang gelombang 410-460 nm.

METODE PENELITIAN

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah R&D (Research and Development) yang terdiri dari beberapa tahap antara lain: observasi awal, pengembangan produk, pengujian produk, dan perbaikan kelemahan yang ditemukan.

Blok Diagram

Blok diagram untuk alat penghitung obat tablet otomatis ini terdiri dari *input*, *controller*, *sensor*, *output*, dan *power supply*.



Gambar 2 Blok diagram kerja alat

Gambar 2 adalah blok diagram rangkaian sistem secara keseluruhan dengan proses yang diaplikasikan pada *automatic stopping and infusion monitoring with telemetry system based on android*. Alur kerja pengukuran alat yaitu setelah pada saat menu tetesan dan nomor telepon dimasukkan maka sensor photodiode dengan laser diode dan modul GSM GPRS SIM800L mulai aktif bekerja untuk melakukan penghitungan tetesan infus dengan hasilnya ditampilkan pada LCD

display. Setelah ditampilkan pada LCD *display* maka data tersebut dikirimkan ke modul WiFi untuk ditampilkan pada *Thingspeak* dan *Thingview*.

Pada saat infus mengalami macet atau cairannya tak terdeteksi (habis) maka selang infus secara otomatis menghentikan laju cairan dengan cara membuat tekukan pada selang infus tersebut menggunakan motor servo dan apabila selang sudah tertekuk dengan baik maka alat melakukan panggilan ke nomor yang telah dimasukkan. Alat tersebut bekerja secara terus-menerus hingga tombol *switch* ditekan pada kondisi OFF.

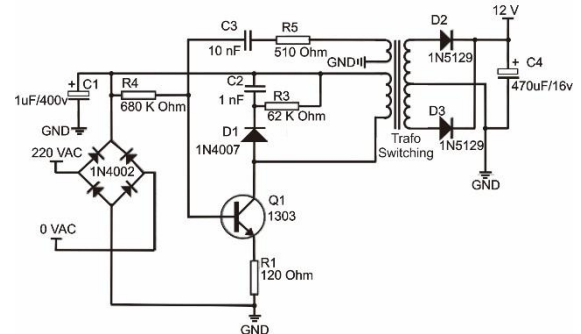
Perancangan Sistem

Perancangan pada alat ini terdapat dua buah blok rangkaian yaitu rangkaian catu daya dan rangkaian mikrokontroler.

Rangkaian Catu Daya (*Power Supplay*)

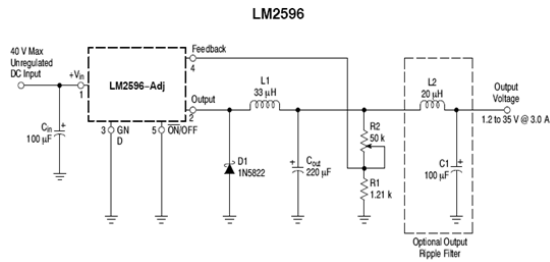
Catu daya utama yang digunakan pada alat ini adalah *power supply switching* 12V/3.5A, kemudian tegangan diturunkan menggunakan *step down adjustable*. Alat ini menggunakan dua buah *step down* LM2596. LM2596 yang pertama diatur tegangannya menjadi 9V dan LM2596 kedua diatur menjadi 5V. Tegangan 9V digunakan untuk menyuplai Arduino Mega 2560, sedangkan tegangan 5V digunakan untuk sensor, motor servo, modul wifi, dan modul GSM. Pemilihan jenis tersebut

dikarenakan tegangan mudah diatur, stabil, tahan panas, dan dapat digunakan dalam jangka panjang.



Gambar 3. Rangkaian Switching Power Supply 12 Volt

Gambar 3 merupakan desain skematik rangkaian *switching power supply* 12 volt. Prinsip kerja rangkaian tersebut adalah menyearahkan tegangan AC 220 volt dan menggunakan dioda *bridge* D1 dan kapasitor C1 sebagai filternya. Kemudian tegangan DC yang masih bertegangan tinggi tersebut dibentuk menggunakan sistem regulator PWM tentunya dengan *power regulator* transistor (Q1) yang berfungsi sebagai pengendali transformator. Setelah itu *output* dari transformator yang masih berupa tegangan AC dengan frekuensi yang masih tinggi kemudian tegangan tersebut diproses dan disearahkan menggunakan sistem penyearah setengah gelombang dengan menggunakan filter kapasitor bernilai kecil.

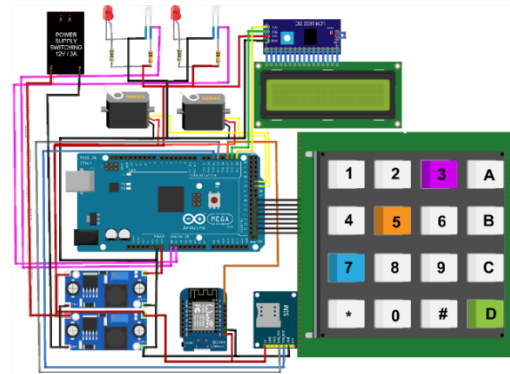


Gambar 4. Rangkaian Step Down LM2596 Adjustable

Step down ini menggunakan IC LM2596 untuk mengubah tingkatan tegangan (*voltage level*) arus searah menjadi lebih rendah dibanding tegangan masukannya. Tegangan masukan (*input voltage*) dapat dialiri tegangan berapapun antara 3 volt - 40 volt yang diubah menjadi tegangan yang lebih rendah di antara 1,5 volt - 35 volt. Besar arus berkelanjutan (*continuous current*) yang dapat ditangani modul elektronika ini sebesar $\pm 1,5A$ dengan arus puncak 3A.

Rangkaian Mikrokontroler

Pada *automatic stoping and infusion monitoring with telemetry system based on android* terdiri dari keypad 4x4, sensor photodiode dengan laser diode, Arduino Mega 2560, Wemos D1 Mini, motor servo, modul GSM/GPRS SIM8001 V2, dan LCD 20x4 yang jika dirangkai menjadi satu seperti Gambar 7 sebagai berikut:



Gambar 5. Alur Rangkaian Mikrokontroler

Rangkaian terdiri dari dua jenis masukan yang pertama menggunakan keypad 4x4. Keypad 4x4 terdiri dari 16 pushbutton yang tersusun secara paralel yang terhubung pada 8 pin digital Arduino Mega 2560 yaitu 53, 51, 49, 47, 45, 43, 41, dan 39. Keypad digunakan untuk memilih infus yang dipantau kemudian memasukkan nomor telepon yang dapat dihubungi oleh alat ini. Masukan yang kedua menggunakan dua buah sensor cahaya photodiode dengan laser diode. Sensor ini terhubung ke Arduino Mega 2560 pada pin *analog output* 0 dan 1. Wemos D1 Mini terhubung ke mikrokontroler secara serial. Pin mikrokontroler TX1 (D19) terhubung dengan pin Wemos D1 mini yaitu RX2 (D7) kemudian Wemos D1 mini mengirim datanya ke ThingSpeak dan ThingView untuk penampilan datanya.

Keluaran dari alat ini adalah dua buah motor servo yang digunakan untuk penjepitan pada selang infus yang terhubung pada pin 31 dan 33. LCD 20x4

sebagai penampil dalam kemudahan dalam memasukkan nomor telepon. LCD ini yang terhubung ke pin SDA(20) dan SCL(21). Modul SIM800L digunakan karena bentuknya yang kecil dan membutuhkan tegangan yang stabil 5V. Modul SIM800L ini terhubung ke Arduino Mega 2560 sebagai indikator saat infus habis atau macet dengan melakukan panggilan.

Langkah Pembuatan Alat

Langkah pembuatan proyek akhir *automatic stoping and infusion monitoring with telemetry system based on android* ini terdiri dari pembuatan PCB, pemasangan komponen pada PCB, perancangan tempat sensor tetes infus, perancangan *box*, pemasangan rangkaian ke dalam *box*, serta pemasangan mekanik *box chamber* infus dan penghenti infus.

Perangkat Lunak

Arduino IDE

Perangkat lunak yang digunakan adalah *software* Arduino IDE yang digunakan untuk membuat program *hardware* Arduino UNO. Arduino IDE adalah *software* yang sangat canggih ditulis dengan menggunakan *Java*. Adapun terdiri dari sebagai berikut:

- a. Editor program, sebuah *window* yang memungkinkan pengguna menulis dan

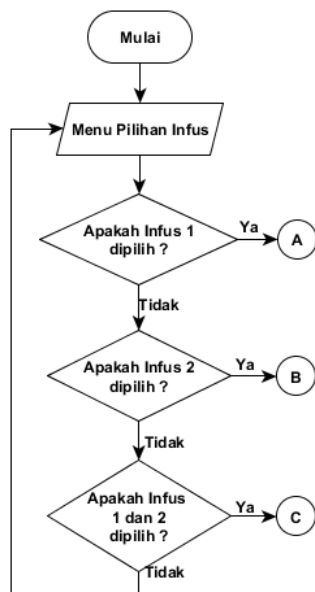
mengedit program dalam bahasa *Processing*.

- b. *Compiler*, sebuah modul yang mengubah kode program (bahasa *Processing*) menjadi kode biner. Bagaimanapun sebuah *microkontroler* tidak bisa memahami bahasa *Processing*. Yang bisa dipahami oleh *microkontroler* adalah kode biner. Itulah sebabnya *compiler* diperlukan dalam hal ini.
- c. *Uploader*, sebuah modul yang memuat kode biner dari komputer ke dalam memori di dalam papan Arduino.

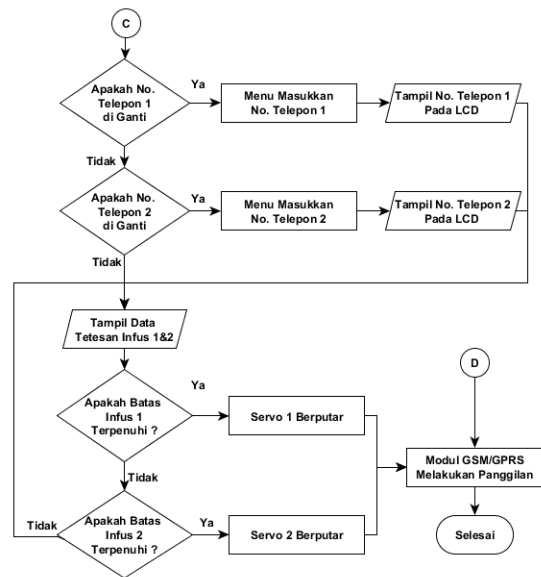
Sebuah kode program Arduino umumnya disebut dengan istilah *sketch* yang mana *sketch* digunakan secara bergantian dengan “kode program” dimana keduanya memiliki arti yang sama.

Flowchat

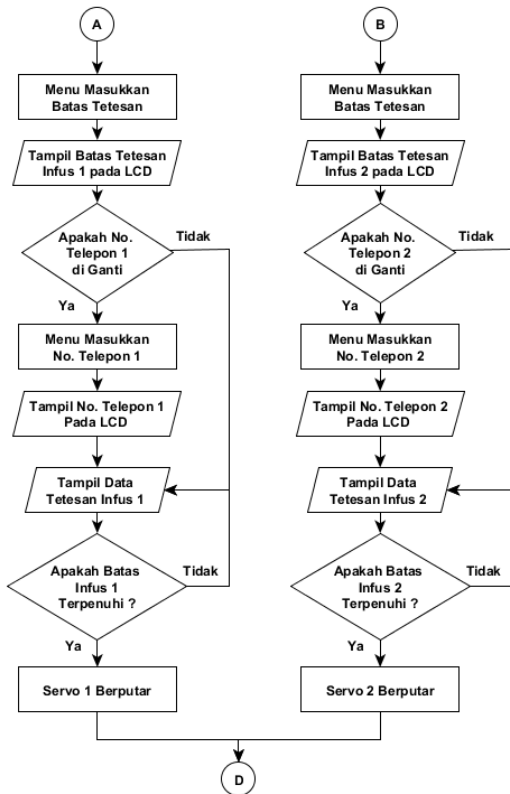
Berikut ini diagram alir dari program *automatic stoping and infusion monitoring with telemetry system based on android* yang terdiri dari tiga bagian. Bagian-bagian tersebut ditampilkan pada Gambar 6, 7, dan 8. Pada gambar tersebut, setiap bagian menu masukkan data diwakilkan dengan *process*.



Gambar 6. Flowchart Program bagian Pertama



Gambar 8. Flowchart Program bagian Ketiga



Gambar 7. Flowchart Program bagian Kedua

Spesifikasi Alat

Automatic stopping and infusion monitoring with telemetry system based on android memiliki spesifikasi sebagai berikut:

1. Alat ini terbuat dari besi *stainless steel* dan aluminium sebagai tiang infus dengan tinggi antara 150 cm sampai 180 cm.
2. Tempat sensor cahaya photodiode dan laser diode diletakkan bersebelahan pada sisi kiri dan kanan pada *drip chamber*.
3. Penjepit infus menggunakan motor servo yang berbentuk seperti *box* pada bagian tengah.
4. Modul sensor cahaya photodiode dengan laser diode dipasang pada bagian samping *drip chamber*

mendeteksi tetesan dengan pembacaan secara digital.

5. Terdapat *keypad* 4x4 yang digunakan untuk mempermudah memasukkan nomor telepon perawat.
6. Pengendali sistem menggunakan Arduino Mega 2560 .
7. Sumber tegangan masukan berasal dari *power supply switching* 12V/3.5A.
8. Media penampil hasil pengukur dapat dilihat melalui LCD *display*, *ThingSpeak*, dan *ThingView*.
9. Terdapat sistem notifikasi dapat melalui panggilan telepon kepada tenaga medis yang ada.
10. Menggunakan IP Address global dari Modul WiFi ESP8266 sendiri.

Pengujian Alat

1. Uji Fungsional

Pengujian ini dilakukan dengan cara menguji setiap alat berdasarkan karakteristik dan fungsi masing-masing. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah setiap bagian dari perangkat telah bekerja sesuai dengan fungsi dan keinginan.

2. Uji unjuk kerja

Pengujian unjuk kerja alat dilakukan dengan cara melihat unjuk kerja alat. Hal-hal yang perlu di amati antara lain : rangkaian sensor tetesan menggunakan

photodiode dan laser diode dengan Arduino Mega 2560, motor servo dengan Arduino Mega 2560, SIM800IV2 dengan Arduino Mega 2560, Wemos D1 Mini dengan LCD 20x4, *website*, dan *android*.

Pengujian catu daya

Tabel 1. Hasil Pengujian Tegangan Catu Daya tanpa Beban

No.	Pengukuran pada	Pengukuran ke-	V-out (Volt)	V-out Terbacaa (Volt)	Selisih Tegangan (Volt)	Erro r (%)
1.	Switching Power Supply 12V/3A	1	12	12.10	0.10	0.83
		2	12	12.10	0.10	0.83
		3	12	12.10	0.10	0.83
		4	12	12.10	0.10	0.83
		5	12	12.10	0.10	0.83
2.	Step down LM2596 adjustable +9 VDC	1	9	9.27	0.27	2.91
		2	9	9.27	0.27	2.91
		3	9	9.27	0.27	2.91
		4	9	9.27	0.27	2.91
		5	9	9.27	0.27	2.91
3.	Step down LM2596 adjustable +5 VDC	1	5	5.12	0.12	2.34
		2	5	5.12	0.12	2.34
		3	5	5.12	0.12	2.34
		4	5	5.12	0.12	2.34
		5	5	5.12	0.12	2.34

Tabel 2. Hasil Pengujian Tegangan Catu Daya dengan Beban

No.	Pengukuran pada	Pengukuran ke-	V-Out (Volt)	V-Out Terbacaa (Volt)	Selisih Tegangan (Volt)	Erro r (%)
1.	Switching Power Supply 12V/3A	1	12	11.93	0.07	0.58
		2	12	11.93	0.07	0.58
		3	12	11.93	0.07	0.58
		4	12	11.93	0.07	0.58
		5	12	11.93	0.07	0.58
2.	Step down LM2596 adjustable +9VDC	1	9	8.97	0.03	0.33
		2	9	8.97	0.03	0.33
		3	9	8.97	0.03	0.33
		4	9	8.97	0.03	0.33
		5	9	8.97	0.03	0.33
3.	Step down LM2596 adjustable +5VDC	1	5	4.87	0.13	2.67
		2	5	4.87	0.13	2.67
		3	5	4.87	0.13	2.67
		4	5	4.87	0.13	2.67
		5	5	4.87	0.13	2.67

Pada tabel 1 dan 2 adalah pengujian catu daya dilakukan bertujuan untuk mengukur besarnya tegangan yang dibutuhkan pada setiap blok rangkaian. Pengujian ini dilakukan untuk memastikan tegangan yang keluar pada rangkaian tidak melebihi tegangan yang dibutuhkan sehingga dapat menghindarkan terjadinya

kerusakan-kerusakan pada beberapa komponen yang digunakan. Pengukuran tegangan catu daya tanpa beban, maupun dengan beban menggunakan multimeter digital SINHWA DT830B.

Pengujian sensor tetesan

Tabel 3. Hasil Pengujian Modul Sensor Tetesan 1

Volume Infus (ml)	Jumlah Tetesan dengan sensor (TPM)	Jumlah tetesan dengan perhitungan (TPM)	Selisih Pengukuran	Error (%)
50	901	1000	99	10
100	2113	2000	113	5,35
200	3928	4000	72	1,8
300	5894	6000	106	1,7
400	8087	8000	87	1,07
500	9125	10000	125	1,37
Rata-Rata Kesalahan				3,5

Tabel 4. Hasil Pengujian Modul Sensor Tetesan 2

Volume Infus (ml)	Jumlah Tetesan dengan sensor (TPM)	Jumlah tetesan dengan perhitungan (TPM)	Selisih Pengukuran	Error (%)
50	1056	1000	56	5,3
100	1932	2000	68	3,52
200	3919	4000	81	2,06
300	6121	6000	121	1,98
400	7903	8000	97	1,22
500	9892	10000	108	1,09
Rata-Rata Kesalahan				2,52

Pada tabel 3 dan 4 adalah pengujian modul sensor tetesan dilakukan dengan cara meletakkan sensor pada bagian samping *drip chamber* untuk mengetahui jumlah tetesan setiap menitnya. Pada pengujian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan hasil pembacaan sensor dengan jumlah tetesan secara perhitungan. Pada pengujian ini menggunakan pembandingan dengan jenis infus makro yang mempunyai faktor tetes 1 ml dengan hasil 20 tetes/menit.

Pengujian penghenti infus

Table 5. Hasil Pengujian Penghentian Laju Infus 1

No.	Batas infus yang dimasukan	Infus berhenti pada tetesan ke-	Selisih Pengukuran	Error (%)
1.	110	110	0	0
2.	115	115	0	0
3.	100	100	0	0
4.	150	150	0	0
5.	200	200	0	0

Table 6. Hasil Pengujian Penghentian Laju Infus 2

No.	Batas infus yang dimasukan	Infus berhenti pada tetesan ke-	Selisih Pengukuran	Error (%)
1.	25	25	0	0
2.	50	50	0	0
3.	75	75	0	0
4.	85	85	0	0
5.	99	99	0	0

Pada tabel 5 dan 6 adalah sistem penghenti laju infus ini dibuat dan diletakkan pada bagian bawah *box* infus. Cara kerjanya dengan cara menekukkan atau menekan selang infus agar laju cairan infus dapat terhenti. Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan jumlah tetesan yang dimasukan apakah sesuai dengan jumlah tetesan infus hingga terhenti atau tidak.

Pengujian Sistem Notifikasi Melalui Panggilan

Table 7. Hasil Pengujian Sistem Notifikasi Melalui Panggilan Pada Infus 1

No.	Batas Infus yang Dimasukan	Panggilan Saat Tetesan Ke-	Selisih Pengukuran	Error (%)
1.	110	110	0	0
2.	115	115	0	0
3.	100	100	0	0
4.	150	150	0	0
5.	200	200	0	0

Tabel 8. Hasil Pengujian Sistem Notifikasi Melalui Panggilan Pada Infus 2

No.	Batas Infus yang Dimasukan	Panggilan Saat Tetesan Ke-	Selisih Pengukuran	Error (%)
1.	25	25	0	0
2.	50	50	0	0
3.	75	75	0	0
4.	85	85	0	0
5.	99	99	0	0

Pada tabel 7 dan 8 pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja dari sistem pemberitahuan melalui panggilan. Proses pengujian dilakukan dengan cara memasukkan nilai batas infus untuk mengetahui respon sistem panggilan pada alat.

Pengujian tampilan LCD dengan website dan aplikasi android

Tabel 9. Hasil Pengujian Tampilan LCD dengan website Thingspeak dan aplikasi android Thinkview

No.	Jumlah Tetesan Infus pada LCD	Jumlah Tetesan Infus pada Website	Jumlah Tetesan Infus pada Android	Selisih Pengukuran	Error (%)
1.	31	31	31	0	0
2.	62	62	62	0	0
3.	124	124	124	0	0
4.	183	183	183	0	0
5.	241	241	241	0	0

Pada tabel 9 adalah pengujian tampilan ini berguna untuk mengetahui apakah terdapat kesalahan pada tampilan LCD, ThingsSpeak, dan ThingView. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan sample sebanyak 5 kali. Pengujian ini dilakukan dengan cara membandingkan hasil tampilan antara LCD dengan media penampil lainnya dan sebaiknya apakah sesuai atau tidak.

Pengujian Jangkauan Transmisi Data

Wemos D1 Mini

Table 10 Hasil Pengujian Jangkauan Transmisi Data Wemos D1 Mini

No.	Jarak (Kilometer)	Kesanggupan Akses		Sumber Tempat Pengambilan Data
		Dapat	Tidak	
1.	5	V		UNY
2.	17	V		Prambanan
3.	25	V		Bantul
4.	39	V		Klaten

5.	64	V		Solo
----	----	---	--	------

Pada tabel 10 adalah pengujian jarak jangkauan ini berfungsi untuk mengetahui apakah sensor dapat diakses oleh perangkat lain dengan jarak tertentu. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengirimkan data dari Wemos D1 Mini untuk ditampilkan hasilnya pada website dan aplikasi android lalu selanjutnya dilakukan uji akses dengan jarak jangkauan tertentu.

Diskusi

Berdasarkan hasil pengujian masing-masing bagian dan pengujian secara keseluruhan, maka dapat diuraikan beberapa permasalahan yang berhubungan dengan kinerja alat dalam pembahasan yaitu:

1. Pembahasan Pengujian catu daya

a. Tanpa Beban

Pengukuran tegangan catu daya menggunakan multimeter digital SINHWA DT830B dilakukan terhadap catu daya yang mempunyai tegangan 12 volt, 9 volt, dan 5 volt. Pada tiap-tiap tegangan tersebut dilakukan pengukuran sebanyak 5 kali menggunakan multimeter digital. Hal ini bertujuan agar memastikan bahwa nantinya alat dapat bekerja dengan baik dalam jangka panjang. Pada pengukuran tegangan 12 volt diperoleh hasil pengukuran sebesar 12.1 volt dengan rata-rata *error* adalah

0.83%. Pada tegangan 9 volt diperoleh hasil pengukuran sebesar 9.27 volt dengan nilai rata-rata *error* sebesar 2.91%. Sedangkan pada rangkaian catu daya 5 volt, rata-rata tegangan yang diukur memiliki nilai sebesar 5.12 volt dengan rata-rata *error* 2.34%.

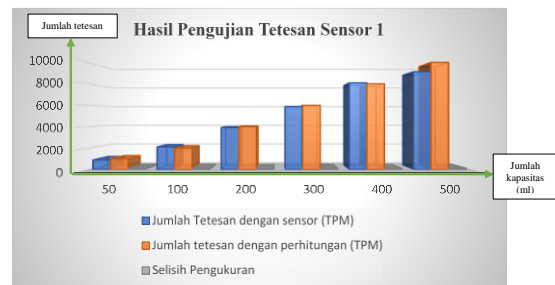
b. Dengan Beban

Pada pengukuran tegangan catu daya dengan beban sebanyak lima kali menggunakan multimeter digital SINHWA DT830B diperoleh bahwa pada tegangan 12 volt diperoleh hasil bahwa rata-rata tegangan sebesar 11,93 volt dengan rata-rata *error* sebesar 0,58%. Berbeda pada rangkaian *step down* pada 9 volt dan 5 volt. Pada rangkaian *step down* 9 volt diperoleh hasil pengukuran dengan beban sebesar 8.97 volt dengan rata-rata *error* 0.33%. Sedangkan pada rangkaian catu daya *switching* 5 volt, rata-rata tegangan yang dihasilkan sebesar 4.87 volt dengan rata-rata *error* sebesar 2.34%.

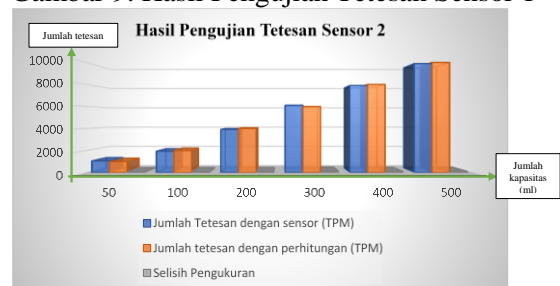
2. Analisa Pengujian Sensor Tetesan

Dari hasil pengujian diperoleh hasil bahwa pengukuran jumlah tetesan pada sensor 1 diperoleh rata-rata *error* sebesar 3,5%. Sedangkan pada pengukuran jumlah tetesan pada sensor 2 diperoleh rata-rata *error* sebesar 2,52%. Hal ini disebabkan karena tetesan infus yang terlalu banyaknya cahaya yang masuk ke

photodiode atau penempatan sensor yang kurang sesuai. Selain itu kecepatan tetesan infus juga dapat mempengaruhi nilai ADC yang dibaca oleh sensor. Semakin cepat tetesan maka semakin tinggi nilai ADC serta semakin cepat waktu pembacaan ADC-nya. Jika tetesan semakin lambat maka perubahan ADC kecil namun waktu untuk pembacaan ADC-nya lambat. Gambar 9 dan 10 adalah grafik dari pengukuran hasil sensor tetesan.



Gambar 9. Hasil Pengujian Tetesan Sensor 1

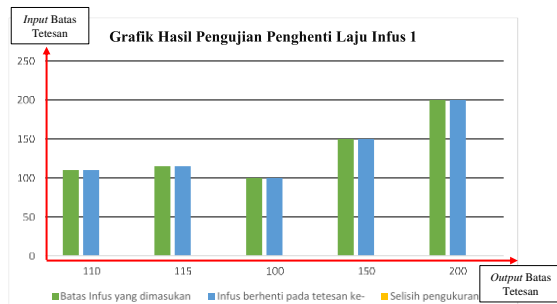


Gambar 10. Hasil Pengujian Tetesan Sensor 2

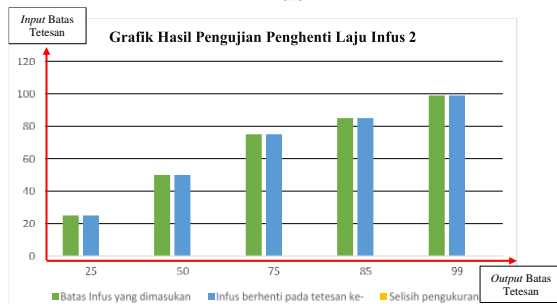
3. Analisa Pengujian Penghentian Laju Tetesan

Dari hasil percobaan penghenti infus baik pada infus 1 dan infus 2 diperoleh bahwa hasil pengukuran alat sangat baik. Hal ini dibuktikan dengan pemasukan batas nilai dengan respon motor servo. Ketika masukan diberi batas 100 tetesan maka penghenti infus berhenti pada tetesan yang ke-100. Pengujian ini bukan hanya diberi masukan batas tetesan sebesar 100

namun diberi masukan batas tetes acak dan penghenti infus dapat menghentikan infus pada batas tetesan yang dimasukan menggunakan keypad 4x4. Dari semua pengujian terhadap penghenti infus 1 dan infus 2 tidak terdapat *error*. Gambar 11 dan 12 adalah grafik pengujian penghenti laju infus.



Gambar 11. Hasil Pengujian Penghenti Laju Infus 1

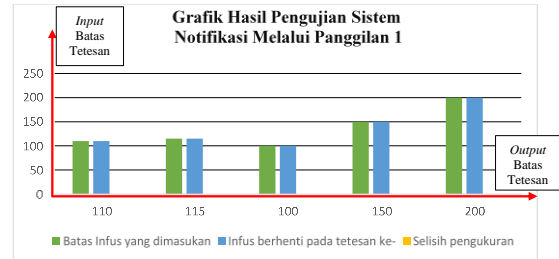


Gambar 12. Hasil Pengujian Penghenti Laju Infus 2

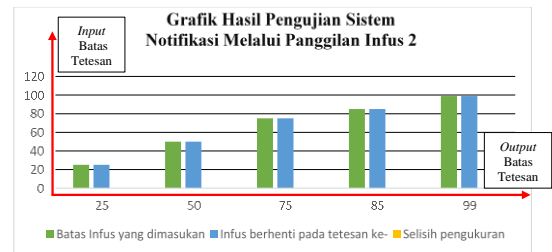
4. Analisa Pengujian Sistem Pemberitahuan Melalui Panggilan

Pada hasil percobaan ini data yang dimasukan adalah sama dengan data penghenti infus 1 dan 2. Karena alat ini melakukan panggilan langsung ketika laju infus terhenti oleh motor servo. Jadi data yang didapat oleh pengujian ini tidak memiliki perbedaan dengan pengujian penghenti infus. Nilai *error* dari sistem pemberitahuan melalui panggilan 1 dan 2 ini adalah sama dengan penghenti infus

yaitu 0%. Gambar 13 dan 14 adalah grafik dari pengujian sistem pemberitahuan melalui panggilan.



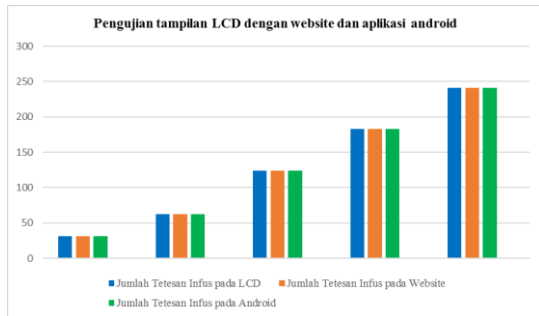
Gambar 13. Hasil Pengujian Sistem Notifikasi Melalui Panggilan 1



Gambar 14. Hasil Pengujian Sistem Notifikasi Melalui Panggilan Infus 2

5. Analisa Pengujian Tampilan Tetesan

Pada pengujian ini tidak terdapat perbedaan antara tampilan pada LCD dengan ThingSpeak dan ThingView sehingga dapat disimpulkan bahwa tampilan dapat berfungsi dengan baik dengan nilai *error* sebesar 0%. Kendati demikian, proses pengambilan data tetesan pada alat ini dilakukan setiap 15 detik sekali. Selain itu data tetesan yang masuk ke website ataupun aplikasi android hanya data 15 detik yang tampil pada LCD. Hal ini disebabkan karena website dan aplikasi yang digunakan masih bersifat *free account* sehingga fitur-fiturnya masih terbatas. Gambar 15 adalah grafik pengujian tampilan tetesan.



Gambar 15. Hasil Pengujian Tampilan

6. Analisa Pengujian Jangkauan Transmisi Data

Pengujian jarak jangkauan ini berfungsi untuk mengetahui apakah sensor dapat diakses oleh perangkat lain dengan jarak tertentu. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengirimkan data dari Wemos D1 Mini untuk ditampilkan hasilnya pada website dan aplikasi android lalu selanjutnya dilakukan uji akses dengan jarak jangkauan tertentu. Parameter jarak jangkauan yang digunakan maksimal sebesar 257 kilometer. Dari pengujian yang telah dilakukan tersebut, dapat disimpulkan bahwa website dapat diakses darimana pun asalkan perangkat masih terhubung dengan koneksi internet. Apabila perangkat tersebut tidak dapat diakses dimungkinkan disebabkan karena perangkat tidak terkoneksi internet sehingga tidak dapat menampilkan data hasil deteksinya.

KESIMPULAN

1. *Automatic stoping and infusion monitoring with telemetry system based on android* ini sudah dapat

dikembangkan untuk pendeteksi jumlah tetesan infus dan pemberhentian infus dengan baik. Pembuatannya terdiri *hardware* dan *software*. Pada *hardware* digunakan komponen elektronika sensor cahaya photodiode dan laser diode, *keypad* 4x4, modul WiFi Wemos D1 Mini, motor servo, modul GSM SIM800L V2, serta LCD *display* yang keseluruhan kerjanya dikendalikan oleh Arduino Mega 2560. Pada perancangan dan pembuatan *software* terdapat pembuatan diagram alir kerja dan *source code* program dengan menggunakan bahasa pemrograman C yang dimasukkan pada Arduino Mega 2560 serta ThingSpeak dan ThingView dalam sistem pengaksesan Wemos D1 Mini.

2. Dari hasil pengujian *automatic stoping and infusion monitoring with telemetry system based on android* ini dapat berjalan dengan baik dengan rata-rata *error* pada jumlah tetesan infus 1 sebesar 3,5%, sedangkan pada jumlah tetesan infus 2 sebesar 2,52%. Sementara pada sistem penghenti laju infus 1 dan 2 yang menggunakan motor servo serta sistem notifikasi alat juga didapatkan rata-rata *error* sebesar 0%. Penampilan hasil pengukuran menggunakan LCD *display*, website, dan aplikasi android juga tidak mengalami kendala. Pada pengujian

unjuk kerja ini dilakukan menggunakan lima buah sampel jumlah tetesan yang berbeda untuk diukur pada tiap-tiap sensor. Batas tetesan yang digunakan adalah 5 kali yang nilainya acak mulai dari satuan sampai ribuan. Kesalahan umumnya disebabkan oleh pembacaan ADC sensor yang kurang akurat dan presisi sehingga data yang terbaca tidak sesuai dengan perhitungan yang telah dilakukan.

SARAN

1. Penambahan modul SD Card pada Arduino Mega 2560 yang digunakan sebagai media penyimpanan data hasil pendeteksian jumlah tetesan.
2. Pengembangan website dinamis sebagai media penampil hasil deteksi.
3. Pembuatan *box controller* yang lebih minimalis.
4. Pembuatan aplikasi android yang lebih spesifik, menarik, dan adanya tampilan infus tinggal berapa persen saat digunakan.
5. Sensor ADC dapat dikembangkan dengan menambah IC komparator supaya sensitivitas dapat diatur melalui potensiometer.
6. Penambahan pengukuran dari dua infus menjadi empat infus supaya port pada arduino dapat digunakan semaksimalnya.

7. Pembuatan tempat sensor berbentuk tabung dan lebih presisi.
8. Penambahan roda pada tiang infus supaya dapat dipindah tempat dengan mudah.
9. Penggunaan baterai Li-Po supaya alat dapat dipindah walau saat dipakai oleh pasien.
10. Penggunaan OLED atau TFT LCD sebagai penampil akan lebih menarik dan efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdy Muslim, Iwan Setiawan, dkk. (2012). *Monitoring cairan Infus Menggunakan Radio Frekuensi YS 1020 UB dengan Frekuensi 433 MHz*. Universitas Diponegoro, Semarang.
- Ardiyanto, N. (2014). *Monitoring Tetesan Infus Berbasis Mikrokontroler Atmega16*. Universitas Muhamadiyah Surakarta, Surakarta.
- Assuncao R., Barbosa P., dkk. (2014). *Developing the Control System of a Syringe Infusion Pump*. Plythechnic of Porto-School of Engineering, Porto-Portugal.
- Bagus Kokoh S. A. (2009). *Rancang Bangun Alat Pengaturan Jumlah Tetesan Infus pada Pasien dan Monitoring Jarak Jauh dengan PC*. Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Surabaya.
- Cara Harian. (2017). *Cara Menghitung Tetesan Infus Mikro Dan Makro*. Diakses pada tanggal 5 Desember 2017 dari <http://caraharian.com/cara-menghitung-tetesan-infus.html>

- Faranux. (2016). *SIM800L V2.0 5V Wireless GSM GPRS MODULE Quad-Band MOD33*. Diakses pada tanggal 11 November 2017 pukul 03.26 dari <http://www.faranux.com/product/sim800l-v2-0-5v-wireless-gsm-gprs-module-quad-band/>
- Hobby Component. (2014). *Wemos D1 Mini Pro ESP8266 Development Board*. Diakses pada tanggal 11 November 2017 pukul 03.35 dari <http://hobbycomponents.com/development-boards/864-wemos-d1-mini-pro-esp8266-development-board>
- Keohane, Hayes, dkk. (2005). *Intravenous Medication Safety and Smart Infusion System*. Journal of Infusion Nursing, California.
- Putro, M. R. D. (2014). *Rancang Bangun Sistem Informasi Monitoring Antrian Pada Koperasi Setia Bhakti Wanita Berbasis Web*. STIKOM, Surabaya.
- Rina Arnita. (2017). *Hubungan Tindakan Perawat pada Pemasangan Infus dalam Mencegah Infeksi Nosokomial "Flebitis" di RSUD dr. R.M Djoelham Binjai*. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Tinta Merah. (2015). *Pengertian Pasien*. Diakses pada tanggal 9 November 2017 dari <https://tintahmerah.wordpress.com/2015/06/23/pengertian-pasien/>
- Zona Elektro. (2013). *Switching Power Supply*. Diakses 12 November 2017 pukul 05.07 dari <http://zoniaelektro.net/switching-power-supply/>