

Sistem *Monitoring* Infus dengan *Human Machine Interface* secara *Wireless*

DECY NATALIANA, FEBRIAN HADIATNA, YOSINNA MAULIDA

Program Studi Teknik Elektro Institut Teknologi Nasional Bandung, Indonesia

Email: decy@itenas.ac.id

Received 24 Januari 2022 | *Revised* 2 Maret 2022 | *Accepted* 31 Maret 2022

ABSTRAK

Penelitian ini merealisasikan sebuah sistem monitoring infus yang bertujuan untuk memudahkan tenaga medis dengan menampilkan parameter-parameter dalam sebuah terapi infus intravena ke sebuah program Labview dengan menggunakan jaringan komunikasi UDP secara wireless. Labview dapat mengendalikan perangkat keras untuk mengatur jumlah tetesan/menit dan memonitoring parameter yang dikirim dari Wemos D1. Parameter yang dimonitoring diantaranya adalah jumlah tetesan, interval (ms), tetesan/menit, dan volume cairan infus. Sistem ini dilengkapi dengan alarm dan pemberhentian cairan infus secara otomatis sebagai peringatan ketika cairan infus terhenti dan bernilai < 50 ml. Waktu yang dibutuhkan untuk menghabiskan 450 ml cairan infus adalah 442-460 menit. Pada pengujian kestabilan sudut motor servo terhadap jumlah tetesan/menit, didapatkan hasil yang relatif konstan yaitu 18 tetesan/menit dan 21 tetesan/menit. Dengan begitu sistem monitoring infus dengan menggunakan Labview ini dapat dikatakan cukup layak digunakan sebagai sistem pengendali dan monitoring terapi infus intravena.

Kata kunci: *monitoring, infus, wemos D1, komunikasi UDP, labview*

ABSTRACT

This research is realizing an infusion monitoring system that aims to make medicians work easier by displaying parameters in an intravenous infusion therapy to a Labview program using a wireless UDP communication network. The hardware can be controlled by Labview to control drip/minute and monitor the parameters which sent by Wemos D1. Parameters are total drip, interval (in ms), drip/minute, dan infusion fluid volume. This system also designed with an alarm and automatic infusion fluid stopping to warn whether the infusion fluid stopped and valued < 50 ml. The infusion fluid spent 442 – 460 minutes to drained 450 ml of the bottle. From the stability testing of motor servo degree towards total drip/minute obtained a relative constant result, there are 18 drip/minute and 21 drip/minute. Therefore, this infusion monitoring system with Labview can be claimed as feasible enough to be a controlling and monitoring intravenous infusion therapy system.

Keywords: *monitoring, infusion, wemos D1, UDP communication, labview*

1. PENDAHULUAN

Pasien yang menjalani perawatan di rumah sakit pada umumnya diberikan terapi infus intravena. Mulai dari pasien dengan kondisi kritis hingga pasien yang sedang menjalani masa pemulihan (**Mubarak, 2007**). Penggunaan infus set konvensional yang biasa digunakan tidak begitu bermasalah jika penggunaannya selalu diawasi dan dikontrol secara berkala oleh tenaga medis. Namun nyatanya, keterbatasan kemampuan tenaga medis untuk mengawasi kondisi infus set pasien dapat mengakibatkan kesalahan yang fatal yaitu diantaranya ketidakpastian jumlah dosis infus yang diberikan (**Hoefel, dkk, 2008**). Meningkatnya jumlah kesalahan yang terjadi pada pemberian infus seperti ini, maka menuntut terhadap pengembangan dari proses pemberian infus secara otomatis (**Caya, dkk, 2019**).

Pada tahun 1998, penelitian dilakukan oleh Edna Barros (**Barros, 1998**). Sebuah sistem kendali infus intravena konvensional dapat mengatur laju cairan infus agar tetap konstan. Sistem ini juga mengatur volume cairan yang akan diinfuskan. Sistem akan mengatur nilai konstan laju cairan pada 1 hingga 80 tetes/menit dengan maksimum *error* ± 1 tetesan/menit. Sistem akan menerimanya sebagai masukan ke dosis laju cairan infus. Saat sistem dimulai, sensor akan menghitung laju cairan infus yang melewati *chamber* lalu sistem akan mengaktifkan motor *stepper* untuk menekan atau melonggarkan selang agar laju cairan infus yang diinginkan didapat. Sistem ini ditampilkan pada PC dengan komunikasi kabel.

Kemudian, Yang Zhang pada tahun 2010 telah merancang dan mengimplementasikan sistem jaringan sensor nirkabel baru untuk sistem pemantauan infus intravena dengan menggunakan dioda pemancar inframerah slot-coupled sebagai sensornya. Sistem yang telah dibuatnya ini memiliki beberapa kelebihan, diantaranya proses pemantauan tetesan secara non-sentuh, mudah digunakan kembali, mudah diintegrasikan dengan sistem manajemen rumah sakit karena fleksibel, serta biayanya yang murah (**Zhang, dkk, 2010**).

Berdasarkan beberapa literatur penelitian yang telah dilakukan terkait pengembangan dari sistem pemantauan infus, umumnya terdapat dua cara yang telah digunakan dalam mendeteksi kondisi cairan infus. Pertama yaitu dengan mendeteksi kondisi berat infus, seperti yang dilakukan oleh Wang Xinghe yaitu menggunakan sensor berat (**Xinghe, 2020**). Kedua yaitu seperti yang telah dilakukan oleh Muhammad Raimi Rosdi dkk, dengan membuat sistem infus yang menggunakan komponen dioda laser berdaya rendah dan sensor optik untuk mendeteksi laju aliran larutan infus (**Rosdi & Huong, 2021**).

Jifeng Wang pada tahun 2011 telah merancang kembali sistem infus yang dapat dipantau dari jarak jauh dengan menggunakan media transmisi nirkabel. Menurutnya, adanya sistem tersebut akan menghemat tenaga kerja, sumber daya material, meningkatkan efisiensi serta keamanan terhadap pasien (**Wang, dkk, 2011**). Kemudian di tahun 2012 Hikaru Amano membuat kembali sistem pemantauan infus yang dapat di pantau secara nirkabel. Pada penelitiannya tersebut memanfaatkan transmisi Bluetooth sebagai media nirkabelnya, sehingga proses pemantauan dapat dilakukan dari ruangan perawat (**Amano, dkk, 2012**).

Pada tahun 2015 Fuh-Gwo Chen dkk telah membuat sistem untuk membantu perawat dalam mengelola proses infus IV dengan mengintegrasikan perangkat keras, berupa penggunaan *load cell* untuk mengukur kantong tetes infus, yang nantinya akan dipantau kondisi dari kantong tetes infus tersebut melalui perangkat lunak yang menggunakan protokol data berbasis UDP (**Chen, dkk, 2015**). Protokol UDP dipilih pada sistem tersebut, dengan mempertimbangkan kelebihannya, yaitu membutuhkan resource kecil serta lebih cepat koneksinya karena tidak perlu adanya proses *handshaking*.

Decy Nataliana telah melakukan penelitian serupa di tahun 2016 yaitu dengan membuat sistem pemantauan infus berbasis mikrokontroler Atmega8535. Sensor yang digunakan untuk mendeteksi jumlah tetesan infus pada penelitian ini adalah dengan menggunakan sensor optik. Pada sistem tersebut, digunakan display LCD untuk memantau jumlah tetesan infus, serta terdapat buzzer yang berfungsi untuk memberikan informasi peringatan jika cairan infus akan habis. Sistem tersebut masih memiliki kekurangan dalam proses pemantauan yang dilakukannya, yaitu hanya dapat dipantau di tempat pasien tersebut berada **(Nataliana, 2016)**. Berbeda dengan Decy Nataliana, pada tahun 2020 Shaojun Jiang telah membuat sistem pemantauan infus secara nirkabel menggunakan zigbee yang berdaya rendah, serta dapat bekerja hingga 1 tahun **(Jiang & He, 2020)**. Sedangkan Iswanto, menggunakan teknologi GSM dengan mengirimkan SMS kepada perawat, saat kondisi larutan infus telah kosong **(Iswanto, dkk, 2020)**.

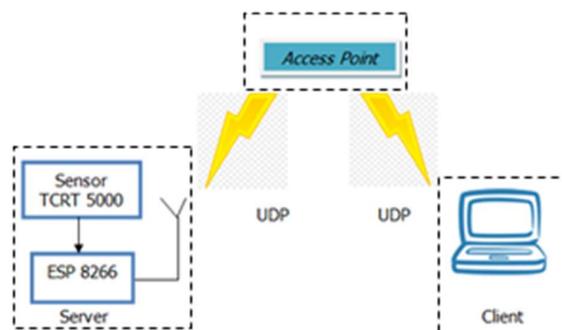
Berdasarkan beberapa penelitian tersebut, maka pada penelitian ini menyajikan suatu sistem monitoring infus melalui Labview dengan menggunakan komunikasi data UDP secara *wireless* dengan harapan dapat memudahkan tenaga medis dalam mengawasi pelaksanaan terapi infus intravena di tempat, tanpa harus mendatangi ruang pasien. Sistem monitoring terbagi menjadi dua sub sistem yaitu perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras yang digunakan yaitu sensor TCRT 5000, Motor servo continuous 180°, TP-link router MR 3040 dan Wemos D1 Esp 8266. Perangkat lunak sebagai pengendali dan penampil data sistem yang digunakan adalah Labview versi 2016.

Parameter yang diatur melalui Labview adalah kecepatan motor servo untuk melipat atau melonggarkan selang infus yang telah dimasukkan ke katup modifikasi agar laju cairan infus dapat diatur sesuai yang diinginkan. Informasi yang disajikan pada Labview berupa jumlah tetesan, interval waktu, jumlah tetesan/menit, serta volume cairan infus. Sebagai peringatan kepada tenaga medis yang bertugas, sistem ini akan memberikan peringatan berupa alarm ketika volume <50 ml dan ketika tetesan tidak terdeteksi selama 10 detik. Informasi ini dikirimkan melalui komunikasi data UDP (*User Data Protocol*).

2. PERANCANGAN DAN REALISASI

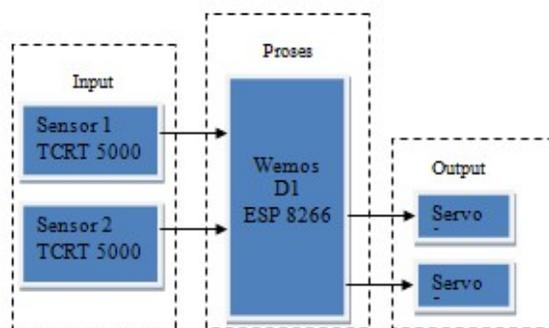
2.1 Gambaran Umum Sistem

Sistem monitoring pada penelitian ini dibagi menjadi dua bagian yaitu *client* dan *server*. *Server* merupakan perangkat keras yang berfungsi sebagai pengambil dan pengolah data yang kemudian akan dikirimkan ke *Client* menggunakan jaringan komunikasi UDP. Komunikasi data UDP mengirim dan menerima paket data melalui *datagram* **(Aliya, 2018)**. Berikut ini Gambar 1 menampilkan blok diagram sistem secara keseluruhan yang terdiri dari bagian server dan client.



Gambar 1. Blok Sistem Secara Keseluruhan

Berdasarkan Gambar 1, tampak bahwa pada bagian server berupa bagian perangkat keras yang terdapat pada sistem infus, sedangkan pada bagian client berfungsi sebagai perangkat pemantaunya. Proses transmisi data yang terjadi antara bagian server dan client dilakukan secara nirkabel, melalui protokol UDP. Adapun untuk menjelaskan sistem pada bagian perangkat server tersebut, dapat diperlihatkan pada Gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. Blok Diagram pada bagian perangkat server

Berdasarkan Gambar 2 tampak bahwa pada bagian perangkat server, terdiri dari tiga bagian yaitu bagian input, proses dan output. Pada bagian input digunakan sensor optik dengan jenis sensor TCRT 5000. Berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Bingzheng Wang, yang menggunakan STM32 sebagai perangkat pemrosesnya (**Wang, dkk, 2020**). Pada sistem ini data yang dihasilkan oleh sensor, selanjutnya di transmisikan pada bagian proses yang menggunakan perangkat Wemos D1. Kemudian perangkat Wemos D1 tersebut, akan mengatur besarnya nilai pada perangkat servo yang berfungsi sebagai bagian output. Adapun cara kerja sistem antara bagian server dan client di gambarkan pada Gambar 3. berikut ini.



Gambar 3. Cara Kerja Sistem Secara Terintegrasi

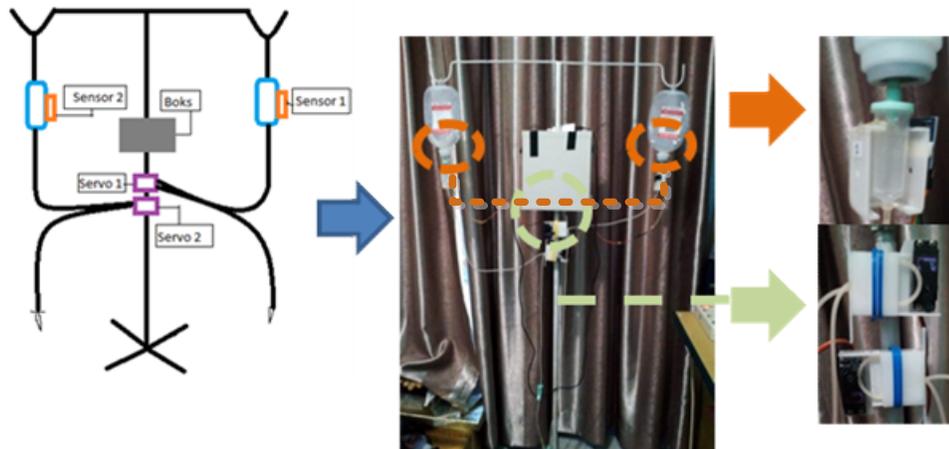
Gambar 3 menunjukkan deskripsi kerja sistem secara terintegrasi, dimulai pada kondisi awal semua sistem diaktifkan, mikrokontroler akan mengambil data waktu sekarang. Saat tombol Refill pada Labview ditekan, maka volume pada tabung ilustrasi di Labview akan terisi penuh hingga 500 ml. Selanjutnya PC mengirimkan paket data ke Wemos D1, yang berisi perintah untuk mengatur posisi dari motor servo ke derajat yang ditentukan. Adanya perubahan posisi pada servo, menyebabkan katup selang infus menjadi terbuka, sehingga sensor TCRT 5000 mampu mendeteksi tetesan cairan infus. Data yang di hasilkan oleh perangkat sensor tersebut, selanjutnya akan diolah oleh mikrokontroler, kemudian hasilkan akan

ditransmisikan kembali ke perangkat PC. Adapun isi dari paket data yang ditransmisikan tersebut berupa jumlah tetesan yang terdeteksi oleh sensor TCRT 5000, interval, dan jumlah tetesan/menit. Alarm pada Labview akan berbunyi ketika volume cairan infus mencapai <math>< 50</math> ml dan saat sensor tidak mendeteksi adanya tetesan selama 10 detik.

2.2 Perancangan dan Realisasi Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras terdiri dari beberapa tahapan. Pertama yaitu pembuatan katup modifikasi pada selang infus yang memanfaatkan motor servo. Tahap berikutnya yaitu pemasangan sensor TCRT 5000 yang digunakan sebagai sensor pendeteksi tetesan infus. Kedua perangkat tersebut selanjutnya dikoneksikan pada Wemos D1 yang digunakan sebagai mikrokontroler pada sistem.

Jumlah labu yang digunakan pada sistem ini adalah 2 buah, yang diletakkan pada tiang infus yang dibuat khusus untuk sistem tersebut. Sensor pendeteksi tetesan diletakkan pada dudukan yang dipasang pada *chamber* infus. Selanjutnya motor servo dipasang pada katup modifikasi selang infus yang dipasang pada tiang infus. Selang infus yang terpasang kepada labu akan terhubung masuk ke katup modifikasi selang infus, sehingga ketika motor servo bergerak ke derajat yang telah ditentukan, maka selangnya akan tertekan ke derajat tersebut lalu jumlah tetesan yang mengalir akan terkontrol. Berikut ini Gambar 4 merupakan perancangan dan realisasi dari sistem yang dibuat.

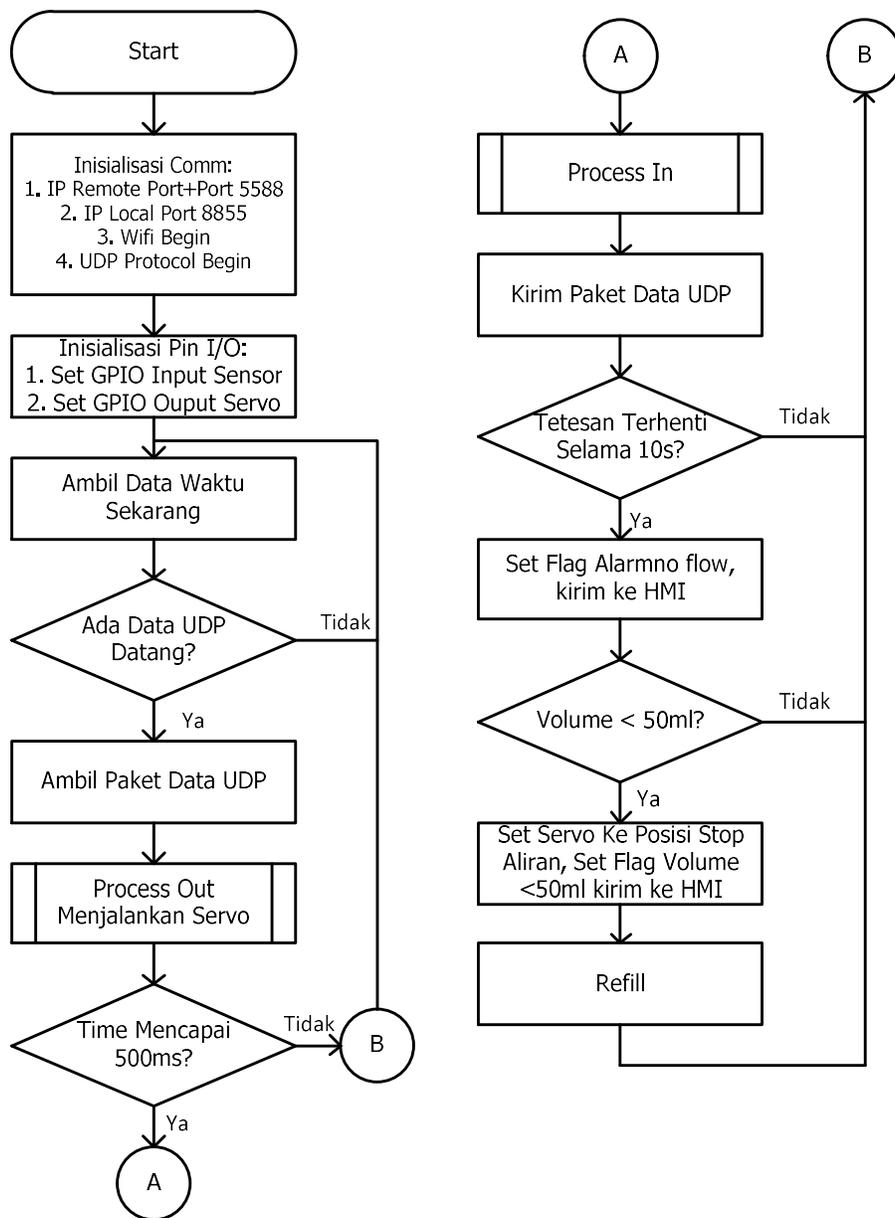


Gambar 4. Perancangan Dan Realisasi Sistem Yang Dibuat

2.3 Perancangan dan Realisasi Perangkat Lunak

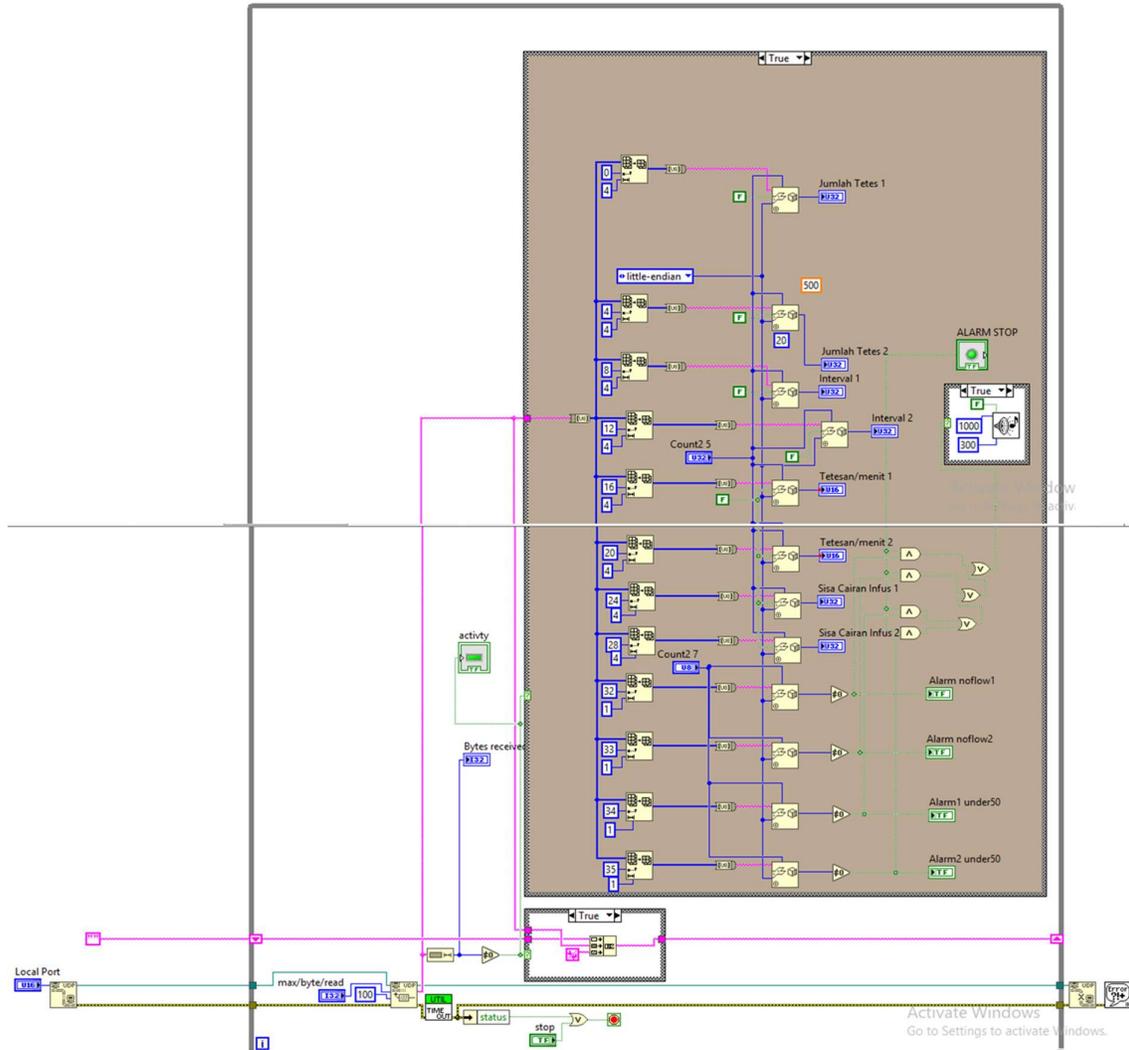
Perancangan pada bagian perangkat lunak terbagi menjadi dua yaitu pemrograman yang dilakukan pada mikrokontroler Wemos D1 dan pemrograman pada PC. Pemrograman pada mikrokontroler Wemos D1 dilakukan dengan menggunakan aplikasi Arduino IDE. Sedangkan pemrograman pada PC dengan menggunakan aplikasi Labview. Terdapat dua proses perancangan yang dilakukan pada aplikasi labview, yaitu pemrograman pada blok diagram dan merancang tampilan HMI pada *front panel* Labview.

Proses perancangan yang dilakukan pada bagian perangkat Wemos D1, digambarkan dalam bentuk *flowchart*. Adapun bentuk dari flowchart tersebut, tampak pada Gambar 5 berikut ini.



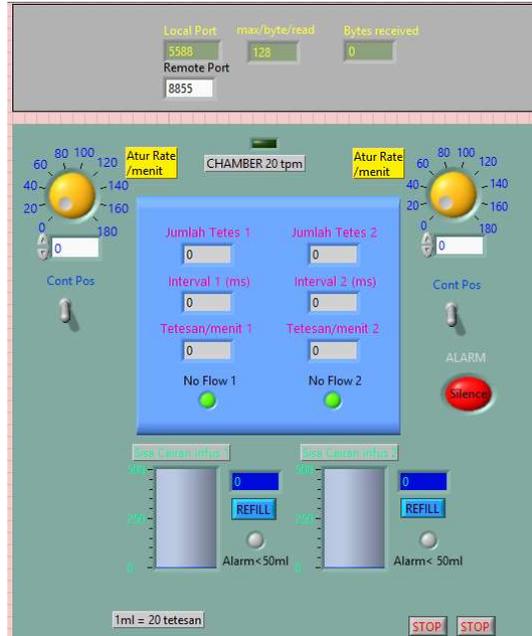
Gambar 5. Flowchart Pemrograman Mikrokontroler Wemos D1

Berdasarkan Gambar 5 tampak bahwa proses pengambilan informasi pada sistem infus, dilakukan secara terus-menerus. Setelah melakukan proses pemrograman pada bagian perangkat mikrokontroler, selanjutnya dilakukan proses perancangan dan realisasi pada aplikasi Labview. Berikut ini Gambar 6 menunjukkan proses perancangan pada bagian blok diagram aplikasi Labview yang digunakan.



Gambar 6. Blok Diagram Labview Rx dan Tx Data

Pemrograman yang dilakukan pada blok diagram pengirim data, berfungsi untuk mengirimkan paket data ketika tombol *toggle cont pos* diaktifkan. Paket data ini berisi perintah untuk menjalankan servo ke arah derajat yang ditentukan dan blok penerima data berfungsi sebagai penerima paket data yang dikirimkan oleh mikrokontroler setelah motor bergerak. Paket data ini berisi informasi yang ditampilkan pada HMI, yaitu tetesan/menit, interval (ms), jumlah tetesan/menit, dan volume cairan infus. Ketika volume cairan infus <50 ml, maka paket data akan dikirimkan dari mikrokontroler ke Labview untuk mengaktifkan alarm dan mengubah warna led menjadi merah sebagai peringatan kepada tenaga medis untuk segera mengganti labu cairan infus. Berikut ini Gambar 7 merupakan realisasi dari tampilan HMI yang dibuat pada aplikasi Labview yang digunakan sebagai antarmuka yang digunakan pada sistem monitoring infus.



Gambar 7. Realisasi HMI

3. PENGUJIAN DAN ANALISIS

3.1 Metoda Pengujian

Metoda pengujian sistem yang dilakukan adalah melakukan pengujian setiap sub sistem secara terpisah yang dilanjutkan dengan pengujian sistem secara keseluruhan.

3.1.1 Pengujian Motor Servo

Pengujian motor servo bertujuan untuk mengetahui jumlah tetesan/menit yang dihasilkan ketika motor servo melipat selang infus pada katup modifikasi dengan derajat tertentu. Pengujian ini dilakukan dengan dua buah motor servo pada katup modifikasi selang infus yang ditempatkan pada dua buah labu yang berbeda. Pengujian ini dilakukan dengan mengatur motor servo pada setiap kenaikan 1° lalu melihat jumlah tetesan/menit setiap derajatnya melalui Labview. Tabel 1 dan 2 menunjukkan hasil dari pengujian kedua motor servo.

Tabel 1. Pengujian Motor Servo Pada Labu Pertama

No.	Derajat ($^\circ$)	Tetes/menit
1	0-118	Lancar
2	118	60
3	119	21
4	120	21
5	121	20
6	121	19
7	122	4
8	123-180	Berhenti

Tabel 2. Pengujian Motor Servo Pada Labu Kedua

No.	Derajat (°)	Tetesan/menit
1	0-70	Lancar
2	71	60
3	75	46
4	80	32
5	82	20
6	84	18
7	88	6
8	95-180	Berhenti

Pengujian yang dilakukan pada kedua motor servo menunjukkan semakin kecil derajat motor servo yang diatur semakin longgar tekanan pada selang infus sehingga semakin banyak jumlah tetesan yang dihasilkan. Sebaliknya semakin besar derajat motor servo yang diatur maka semakin rapat tekanan pada selang infus sehingga semakin sedikit jumlah tetesan yang dihasilkan.

3.1.2 Pengujian Perkiraan Waktu Habis Cairan Infus

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui waktu perkiraan dari pertama cairan infus mulai dipakai hingga ke kondisi hampir habis atau menyalanya peringatan alarm dan led untuk mengganti labu cairan infus. Pengujian ini dilakukan sebanyak 5 kali dengan menggunakan labu yang berbeda dengan jumlah cairan yang sama yaitu 500 ml. Waktu diukur dari tetesan pertama keluar hingga volume cairan infus tersisa 50 ml. *Chamber* yang digunakan adalah 20 tetesan/ml. Jika pengaturan yang diinginkan adalah 20 tetesan/menit maka berikut ini perhitungan perkiraan waktu habis volume infus berdasarkan *chamber* yang digunakan.

Perhitungan jumlah tetesan berdasarkan jenis *chamber* yang digunakan:

$$\text{Jumlah tetesan} = \text{volume cairan infus} \times \text{jenis chamber} \quad (1)$$

Sehingga didapat hasil dari perhitungan jumlah tetesan adalah:

$$\text{Jumlah tetesan} = 500 \times 20 = 10000 \text{ tetesan}$$

Selanjutnya waktu perkiraan habis berdasarkan jumlah tetesan yang didapat dari perhitungan sebelumnya yaitu:

$$\text{Perkiraan habis} = \frac{\text{jum tetesan}}{\text{tetesan/menit}} = \frac{10000}{20} = 500 \text{ menit} \quad (2)$$

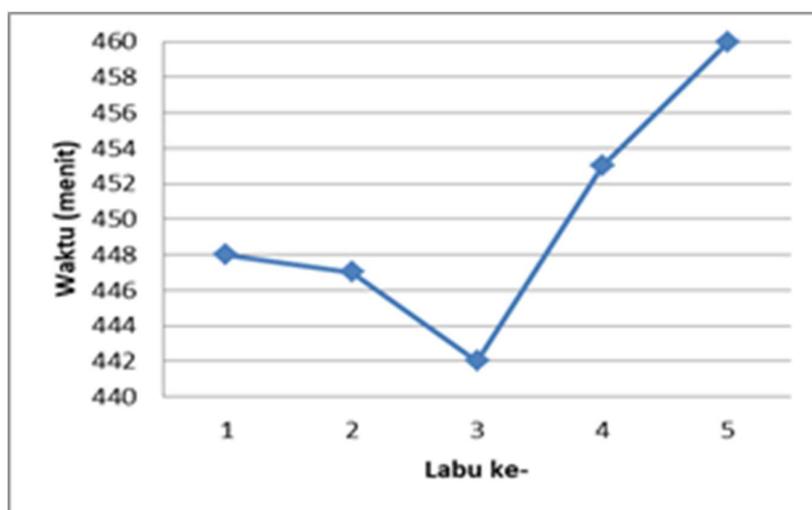
Sehingga didapatkan hasil bahwa untuk menghabiskan 1 ml cairan infus dibutuhkan waktu selama 1 menit.

Tabel 3 menunjukkan hasil pengujian yang dilakukan untuk mengetahui waktu cairan infus habis.

Tabel 3. Pengujian Waktu Habis Cairan Infus Sebanyak 500 ml

No.	Jumlah cairan infus (ml)	Waktu habis Real (mnt)	Kondisi Cairan Infus	Keterangan
1	500	448	Sisa 50 ml	Lebih Cepat
2	500	447	Sisa 50 ml	Lebih Cepat
3	500	442	Sisa 50 ml	Lebih Cepat
4	500	453	Sisa 50 ml	Lebih Lambat
5	500	460	Sisa 50 ml	Lebih Lambat

Tabel 3 menunjukkan bahwa dari pengujian kelima labu cairan infus volume 500 ml didapatkan kisaran waktu antara 442 hingga 460 menit dari tetesan pertama keluar hingga volume tersisa 50 ml. Pengujian ini berfungsi untuk memudahkan pengguna sehingga pengguna dapat mengawasi pada waktu tersebut labu cairan infus akan habis. Dari hasil pengujian ini dibuat sebuah kurva antara jumlah cairan infus (ml) terhadap waktu (menit). Gambar 8 menunjukkan kurva volume cairan (ml) terhadap waktu (menit) pada kelima labu yang telah diuji.



Gambar 8. Kurva Volume Cairan Yang Habis Terhadap Waktu

Pada kurva tersebut dapat dilihat bahwa waktu habis pada kelima labu berkisar antara 442 menit dari labu ketiga sebagai yang paling cepat hingga 460 menit dari labu kelima sebagai yang paling lambat. Sehingga diketahui bahwa antara menit ke 442 hingga 460 labu cairan infus akan menyisakan 50 ml dan akan segera habis.

3.1.3 Pengujian Kestabilan Motor Servo

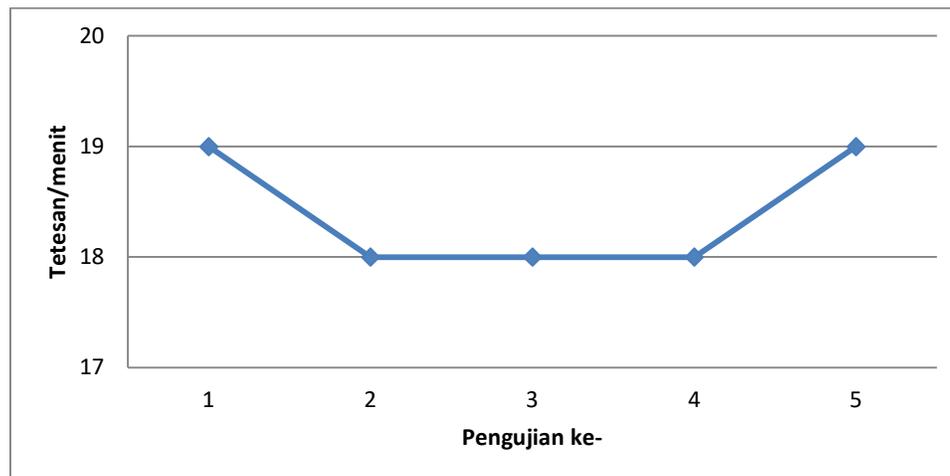
Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah pengaturan derajat motor servo yang telah diprogram menghasilkan jumlah tetesan/menit yang konstan/stabil. Pengujian ini diambil selama 1 menit sebanyak 5 kali pengujian. Pengujian pertama dilakukan pada motor servo pertama dengan besar derajat 121°.

Tabel 4 menunjukkan hasil pengujian dari motor servo pada labu pertama ketika di atur pada derajat tertentu.

Tabel 4. Pengujian Kestabilan Motor Servo Pada Labu Pertama Terhadap Jumlah Tetesan/Menit

Pengujian ke-	Derajat (°)	Tetes/menit	Interval (ms)
1	121	19	3093-3142
2	121	18	3158-3172
3	121	18	3150-3166
4	121	18	3150-3170
5	121	19	3089-3157

Berdasarkan hasil pengujian ini didapatkan analisis bahwa jumlah tetesan/menit yang dihasilkan kurang stabil karena hasilnya berbeda-beda. Namun jumlah tetesan/menit pada pengujian pertama dan terakhir mendekati 20 tetesan/menit dilihat dari interval yang dihasilkan yaitu 3093-3142 (pengujian pertama) dan 3089-3157 (pengujian terakhir) mendekati dengan interval yang dihasilkan pada 20 tetesan/menit yaitu 3000 ms. Gambar 9 merupakan kurva dari hasil pengujian derajat motor servo pada labu pertama.



Gambar 9. Pengujian Kestabilan Derajat Motor Servo Pada Labu Pertama Terhadap Jumlah Tetesan/Menit

Berdasarkan kurva yang dihasilkan, dapat dianalisa bahwa dengan derajat pengaturan 121° pada motor servo pada labu pertama pertama dihasilkan jumlah tetesan/menit yang cenderung lebih lambat yaitu 18 tetesan/menit. Pada 5 kali pengujian didapatkan hasil yang cenderung stabil yaitu antara 18 hingga 19 tetesan/menit.

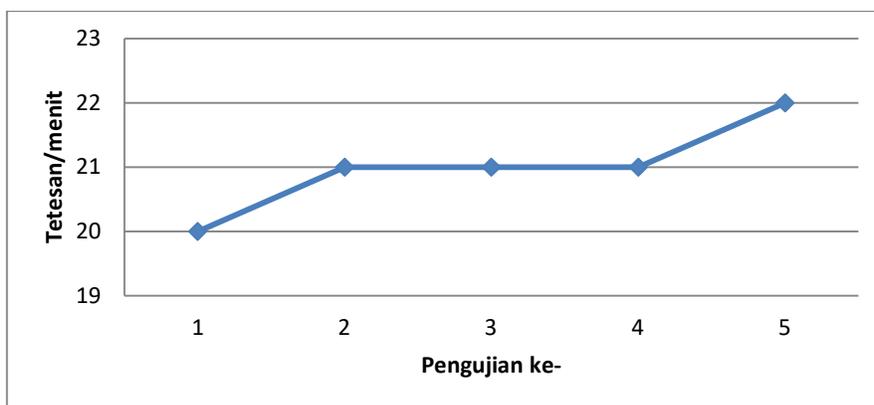
Selanjutnya pengujian dilakukan pada motor servo pada labu kedua. Cara pengujian yang dilakukan sama seperti pengujian yang dilakukan pada motor servo pertama, namun derajat yang dimasukkan pada program adalah 82° sesuai dengan pengujian jumlah tetesan terhadap derajat pada motor servo pada labu kedua.

Tabel 5 menunjukkan hasil pengujian yang dilakukan pada motor servo pada labu kedua terhadap jumlah tetesan/menit.

Tabel 5. Pengujian Kestabilan Motor Servo Pada Labu Kedua Terhadap Jumlah Tetesan/Menit

Pengujian ke-	Derajat (°)	Tetesan/menit	Interval (ms)
1	82	20	2910-3003
2	82	21	2700-2800
3	82	21	2780-2989
4	82	21	2767-2962
5	82	22	2663-2665

Berdasarkan hasil pengujian ini didapatkan analisis bahwa jumlah tetesan/menit yang dihasilkan cukup stabil karena hasilnya mendekati 20 tetesan/menit. Dari 5 kali pengujian didapatkan jumlah tetesan/ menit yang mendekati 20 tetesan/ menit yaitu satu kali 20 tetesan/menit dan 3 kali 21 tetesan/menit. Dari tabel yang dihasilkan lalu dibuat kurvanya. Gambar 10 merupakan kurva dari hasil pengujian derajat motor servo pada labu kedua.



Gambar 10. Pengujian kestabilan derajat motor servo pada labu kedua terhadap jumlah tetesan/menit

Berdasarkan kurva yang dihasilkan, dapat dianalisa bahwa dengan derajat pengaturan 82° pada motor servo kedua dihasilkan jumlah tetesan/menit yang cenderung lebih cepat yaitu 21 tetesan/menit. Pada 5 kali pengujian didapatkan hasil yang cenderung stabil yaitu antara 20 hingga 21 tetesan/menit.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan perancangan, realisasi dan pengujian sistem yang telah dilakukan, maka penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Semakin besar derajat pengaturan motor servo maka semakin rapat selang infus tertekan sehingga semakin kecil jumlah tetesan/menit yang dihasilkan ditunjukkan pada Tabel 1 dan Tabel 2.
2. Kisaran waktu yang dibutuhkan untuk menghabiskan labu cairan infus sebanyak 450 ml atau kondisi mendekati habis adalah pada menit ke 442 - 460 menit yang ditunjukkan pada Tabel 3.

3. Pengujian kestabilan motor terhadap jumlah tetesan/menit dapat dikatakan cukup stabil karena hasil jumlah tetesan/menit mendekati spesifikasi yaitu 20 tetesan/menit ditunjukkan pada Tabel 4 dan Tabel 5.

Pengembangan yang dapat dilakukan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Pembuatan katup modifikasi motor servo dapat dibuat lebih rapat agar selang infus tidak berpindah posisi ketika motor servo menekan atau melonggarkan selang infus.
2. Selang infus yang digunakan memiliki tingkat kelenturan yang lebih baik sehingga ketika selang infus ditekan atau dilonggarkan, kerapatan lubang selang infusnya dapat kembali seperti semula atau tidak tetap terlipat.
3. Sistem dapat dibuat menjadi close loop yaitu saat jumlah tetesan/menitnya tidak sesuai dengan *set point* nya, maka motor servo akan terus bergerak mencari sudut yang sesuai hingga hasil tetesan/menit sesuai dengan *set point* nya.

DAFTAR RUJUKAN

- Aliya, Nadira. (2018, 27 Mei). Pengertian UDP, Fungsi, Cara Kerja dan Perbedaannya dengan TCP. Dipetik dari www.nesabamedia.com.
- Amano, H., Ogawa, H., Maki, H., Tsukamoto S., Yonezawa, Y., and Caldwell, W. M.. (2012). *A remote drip infusion monitoring system employing Bluetooth*. 2012 Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. (pp. 2029-2032).
- Barros, E., and Santos, M. V. D. D.. (1998). *A Safe, Accurate Intravenous Infusion Control System*. *IEEE Micro*, 18(5), 12-21.
- Caya, M. V., Cosindad, M. U., Marcelo, N. I., Santos, J. N. M., and Torres, J. L.. (2019). *Design and Implementation of an Intravenous Infusion Control and Monitoring System*. 2019 IEEE International Conference on Consumer Electronics - Asia (ICCE-Asia). (pp. 68 - 72).
- Chen, F. G., Wang, J. Y., Chen, S., Tu, S. C., and Chen, K. Y.. (2015). *A Hang-and-Play Intravenous Infusion Monitoring System*. 2015 3rd International Conference on Applied Computing and Information Technology/2nd International Conference on Computational Science and Intelligence. (pp. 278 - 281).
- Hoefel, H. H., Lautert, L., Schmitt, C., Soares, T., Jordan, S.. (2015). Mistakes Made By Nursing Staff. *Nurs Stand*, 22(39), 35-42.
- Iswanto, Masnawan, M. S., Raharja, N. M., Ma'arif, A.. (2020). *Infusion Liquid Level Detection Tool Using IR Sensors and Photodiode Based on Microcontroller*. 2020 2nd International Conference on Industrial Electrical and Electronics (ICIEE), (pp. 70-73).

- Jiang, S., and He, Y.. (2020). *A low power circuit for medical drip infusion monitoring system. 2020 IEEE International Conference on Smart Internet of Things (SmartIoT)*, (pp. 342-345).
- Mubarak, W. I., and Chayatin, N.. (2007). *Buku Ajar : Kebutuhan Dasar Manusia. Jakarta : EGC.*
- Nataliana, D., Taryana, N., and Riandita E.. (2016). *Alat Monitoring Infus Set Pada Pasien Rawat Inap Berbasis Mikrokontroler ATmega 8535. ELKOMIKA, 4(1): 1-15.*
- Rosdi, M. R., and Huong, A.. (2021). *A Smart Infusion Pump System for Remote Management and Monitoring of Intravenous (IV) Drips. 2021 IEEE 11th IEEE Symposium on Computer Applications & Industrial Electronics (ISCAIE)*, (pp.285-288).
- Wang, B., Wang, Y., and Wu, P.. (2020). *A design of infusion monitoring system based on STM32. 2020 5th International Conference on Mechanical, Control and Computer Engineering (ICMCCE)*,(pp. 838-841).
- Wang, J., Li, B., Du, Q., Li J., and Lan, M.. (2011). *Infusion monitoring system based on wireless transmission. 2011 4th IEEE International Symposium on Microwave, Antenna, Propagation and EMC Technologies for Wireless Communications*, (pp. 656-659).
- Xinghe, W.. (2020). *Research and Development of Intelligent Infusion Alarm Device Based on Weight Sensing. 2020 5th International Conference on Mechanical, Control and Computer Engineering (ICMCCE)*, (pp. 1055-1058)
- Zhang, Y., Zhang, S., Ji, Y., and Wu, G.. (2010). *Intravenous infusion monitoring system based on WSN. IET International Conference on Wireless Sensor Network 2010 (IET-WSN 2010)*, (pp. 38-42).