

Sistem Monitoring Kondisi Infus Otomatis Berbasis Notifikasi Telegram

Telegram Notification-Based Automatic Infusion Condition Monitoring System

Gusti Angga Pangestu¹, Sevia Indah Purnama², Mas Aly Afandi^{3*}

^{1,2,3}Fakultas Teknik Telekomunikasi dan Elektro, Institut Teknologi Telkom Purwokerto

E-mail: *aly@ittelkom-pwt.ac.id

*Penulis Korespondensi

Abstrak

Infus merupakan proses memasukan cairan ke dalam pembuluh darah pasien untuk menggantikan cairan dalam tubuh. Kelemahan proses infus saat ini adalah tidak ada pemantauan kondii infua. Apabila infus habis kemudian diabaikan dapat menyebabkan darah pasien justru masuk ke dalam selang infus yang dapat mengakibatkan kekurangan darah. Maka dari itu sebuah sistem pemantauan infus diperlukan untuk menghindari kejadian tersebut. Parameter kecepatan tetesan infus dan kondisi cairan infus telah habis dapat dikenali secara otomatis menggunakan sensor. Cairan infus yang masih penuh lebih berat dibandingkan cairan infus yang telah habis. Kondisi ini dapat dideteksi menggunakan sensor berat. Kecepatan tetesan infus dapat dideteksi melalui interval waktu halangan yang terjadi saat cairan menetes. Informasi kondisi kecepatan tetesan dan berat cairan infus akan dikirimkan secara otomatis melalui telegram perawat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sensor berat mampu mengukur berat dengan rata-rata akurasi sebesar 97,80% dibandingkan dengan timbangan pembeding. Sedangkan akurasi pengukuran interval waktu untuk mendeteksi kecepatan tetesan infus memiliki rata-rata akurasi sebesar 99,77% dibandingkan dengan etimasi seharusnya dalam orde mili detik. Pengujian kualitas jaringan untuk mengirimkan data menunjukkan bahwa rata-rata waktu tunda yang diberikan adalah 95.664ms dengan nilai *jitter* sebesar 0,153ms, dan nilai rata-rata *throughput* sebesar 5,510kbps. Data-data tersebut menunjukkan bahwa sistem mampu bekerja dengan baik untuk mengirimkan kondisi infus melalui notifikasi Telegram Perawat.

Kata Kunci: Kondisi Infus, Sensor, Pengiriman Data.

Abstract

Infusion is the process of injecting fluids into a patient's bloodstream to replace bodily fluids. The current drawback of the infusion process is the lack of infusion condition monitoring. If an infusion runs out and is ignored, it can lead to the patient's blood entering the infusion tube. Therefore, an infusion monitoring system is necessary to prevent such incidents. The infusion drip rate parameter and the condition of an empty infusion can be automatically recognized using sensors. A full infusion fluid is heavier than an empty one, and this condition can be detected using weight sensors. The infusion drip rate can be detected by measuring the time intervals between drops. Information about the drip rate and weight condition of the infusion fluid will be automatically sent to the nurse via Telegram. Research results show that the weight sensor can measure weight with an average accuracy of 97.80% compared to the reference scale. Meanwhile, the accuracy of measuring time intervals to detect the infusion drip rate has an average accuracy of 99.77% compared to the expected millisecond order estimation. Network quality testing for data transmission shows an average delay time of 95.664ms, a jitter value of 0.153ms, and an average throughput value of 5.510kbps. These data indicate that the system is capable of effectively transmitting infusion conditions through nurse notifications via Telegram.

Keyword: Condition Infus, sensors, Data Sending.

1. PENDAHULUAN

Dalam dunia medis, infus merupakan salah satu komponen penting yang sangat sering digunakan. Infus sendiri adalah proses memasukkan obat dalam bentuk cairan melalui pembuluh darah atau rongga [1]. Tujuan proses infus dapat diketahui melalui cairan yang diberikan. Beberapa cairan yang digunakan dapat bermanfaat untuk menggantikan cairan tubuh yang mengandung komponen-komponen penting seperti elektrolit, vitamin dan kalori [2]. Selain itu, infus juga dapat digunakan untuk memberikan jalan masuk untuk pemberian obat-obatan, memberikan nutrisi pada saat alat pencernaan mengalami gangguan, maupun memonitor tekanan vena sentral [3].

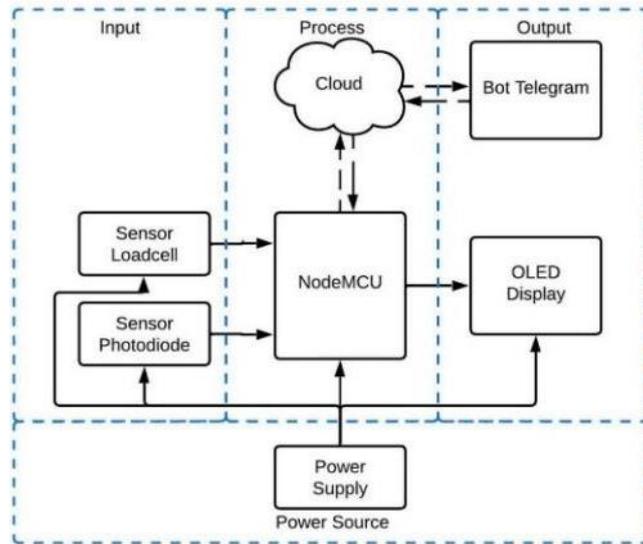
Infus yang saat ini digunakan pada rumah sakit memiliki suatu kekurangan, yaitu masih memerlukan pengawasan baik dari penunggu pasien maupun perawat jaga yang harus memonitor perkembangan cairan infus pasien secara manual. Oleh karena itu, pemberian infus tersebut harus tetap dipantau penggunaannya baik oleh perawat maupun tenaga medis lainnya untuk mengurangi kesalahan prosedur yang terjadi seperti cairan infus yang telah habis. Hal tersebut dapat mengakibatkan darah pasien masuk ke dalam selang infus yang dapat berakibat fatal [4], [5]. Untuk mencegah hal ini, beberapa rumah sakit sudah menerapkan alat *monitoring* infus yang mampu mengontrol infus pasien namun kebanyakan saat ini hanya memberikan pemberitahuan lewat suara saja, sehingga masih banyak kekurangan diantaranya belum bisa dipantau secara *online* dan masih jarang digunakan karena jumlahnya yang terbatas serta harganya yang relatif mahal. Kondisi ini mendorong berbagai penelitian untuk mengembangkan perangkat infus yang lebih baik untuk membantu perawat dalam memantau infus.

Berbagai teknologi yang dapat digunakan untuk mengembangkan perangkat yang lebih baik adalah teknologi *Internet of Things* (IoT). Teknologi IoT telah banyak diaplikasikan untuk proses pemantauan dan kontrol seperti pemantauan densitas debu [6], kontrol Air Conditioner [7], dan kontrol pada kolam ikan [8]. Topik mengenai monitoring infus berbasis IoT juga telah banyak dilakukan. Salah satu objek yang diamati oleh peneliti antara lain jumlah tetesan dan waktu infus. Sistem yang dirancang diuji dengan membandingkan hasil pengamatan oleh sistem dengan pengamatan manual melalui perawat. Skenario pengamatan yang dilakukan adalah menghitung jumlah tetesan infus selama 30 detik dengan tiga variasi kecepatan infus lambat, sedang, dan cepat yang mana setiap variasi akan diambil data sebanyak lima kali [9]. Penelitian lain berfokus pada pemantauan berat dari cairan infus. Berat dari cairan infus dipantau menggunakan sensor berat dengan mengirimkan informasi melalui platform. Hasil dari penelitian menghasilkan perangkat yang mampu mengukur berat infus secara berkala [10]. Berbagai penelitian lain juga membahas tentang monitoring infus [11][12]. Peningkatan berbagai penelitian mengenai pemantauan kondisi infus menunjukkan pentingnya pemantauan kondisi infus. Berbagai penelitian yang dilakukan telah mendapat hasil yang baik namun tidak membahas kinerja sistem secara keseluruhan hingga pengujian terhadap berbagai kondisi. Hal tersebut mendorong adanya penelitian baru yang membahas tentang keseluruhan sistem agar pemantauan infus terjadi dengan baik.

2. METODE PENELITIAN

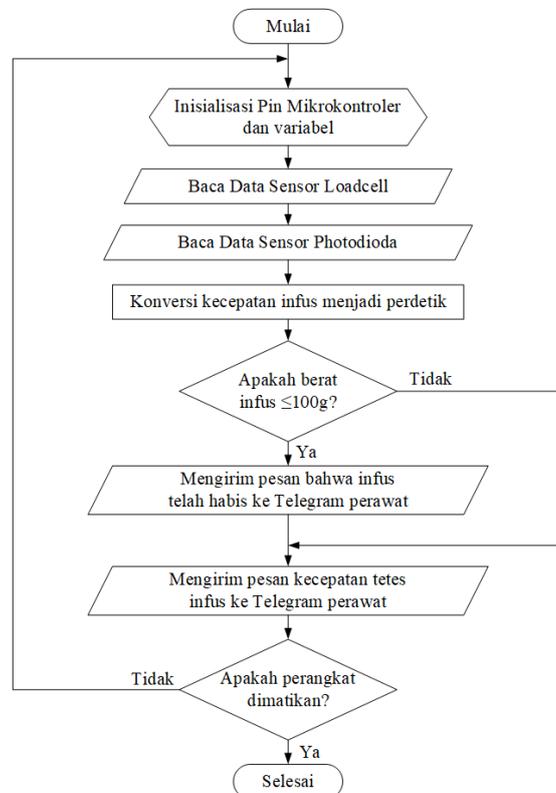
Pada diagram sistem merancang pemetaan jalur komunikasi antar komponen. Pada sistem ini dibagi menjadi tiga bagian yang disupply sumber listrik oleh satu *power supply*. tiga bagian tersebut adalah *input*, proses dan *output*. Pada Gambar 1 merupakan block diagram sistem yang digunakan. Penelitian ini menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 sebagai pengendali utama. Mikrokontroler ini telah banyak digunakan dalam pembuatan perangkatan IoT [13][14], [15]. Pada diagram tersebut, NodeMCU secara keseluruhan berfungsi sebagai pusat kendali dari sistem dimana sensor *photodiode* akan mendeteksi tetesan cairan infus berdasarkan data digital dan sensor *loadcell* untuk mengukur massa botol infus yang mana masih berupa data analog. Data tersebut akan dibaca dan diolah oleh NodeMCU sehingga dari sensor *photodiode* akan diolah

menghasilkan data laju tetes cairan infus, sedangkan data dari sensor *loadcell* akan diolah menjadi data massa cairan infus.



Gambar 1 Blok Diagram Sistem

Data yang sudah didapat dan diolah akan ditampilkan melalui OLED dan juga dikirimkan ke *telegram bot* sebagai fungsi untuk *monitoring* melalui jaringan internet. Selain itu sistem ini juga didesain untuk dapat mengirimkan notifikasi apabila cairan infus akan habis berdasarkan massa infus yang terdeteksi. Notifikasi tersebut akan ditampilkan juga pada OLED dan dikirimkan menuju *telegram bot*. *Power supply* digunakan untuk menyediakan sumber listrik untuk mengaktifkan tiap komponen.

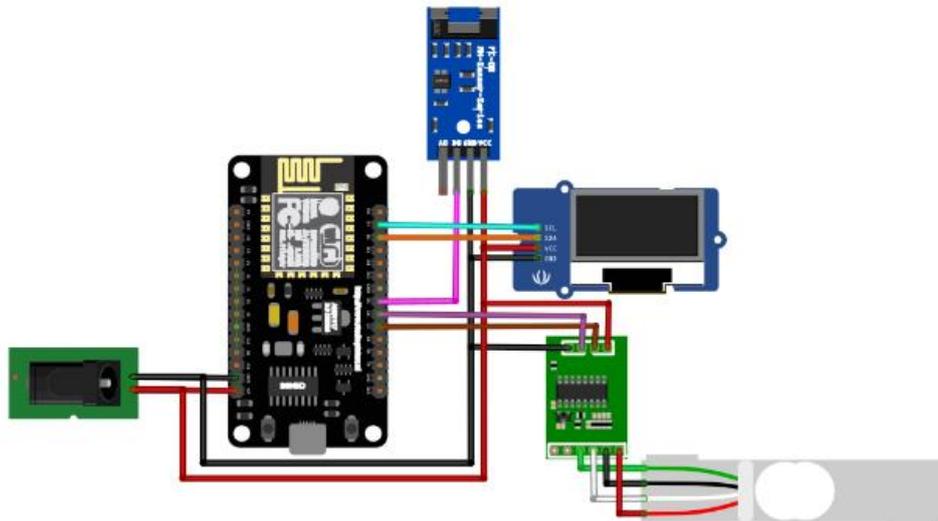


Gambar 2 Diagram Alir Program

Gambar 2 merupakan perancangan diagram alir yang digunakan untuk membuat program pada *source code* arduino IDE. Program tersebut dimulai dengan inisialisasi variabel. Inisialisasi variabel berfungsi untuk mempersiapkan variabel-variabel yang akan digunakan nantinya, kemudian massa infus akan dibaca oleh sensor *loadcell* sedangkan kecepatan infus akan dibaca oleh sensor *photodiode*. Nilai tetes yang dihasilkan oleh sensor *photodiode* akan dikonversi dengan persamaan

$$\text{nilai tetes} = \frac{60}{\text{Delay antar tetes (detik)}} \quad (1)$$

Kemudian massa *loadcell* akan dicek, apabila kurang dari 100gram akan muncul notifikasi melalui telegram bahwa cairan infus akan habis, selanjutnya data jumlah tetes infus permenit dan massa infus akan ditampilkan di LCD. Sedangkan apabila massa *loadcell* lebih dari 100gram maka ESP8266 akan membaca perintah dari telegram, jika terdapat perintah ESP8266 akan mengirim data jumlah tetes infus permenit dan massa infus ke telegram kemudian data jumlah tetes infus permenit dan massa infus akan ditampilkan di LCD. Jika tidak terdapat perintah dari ESP8266 maka data jumlah tetes infus permenit dan massa infus akan langsung ditampilkan di LCD.

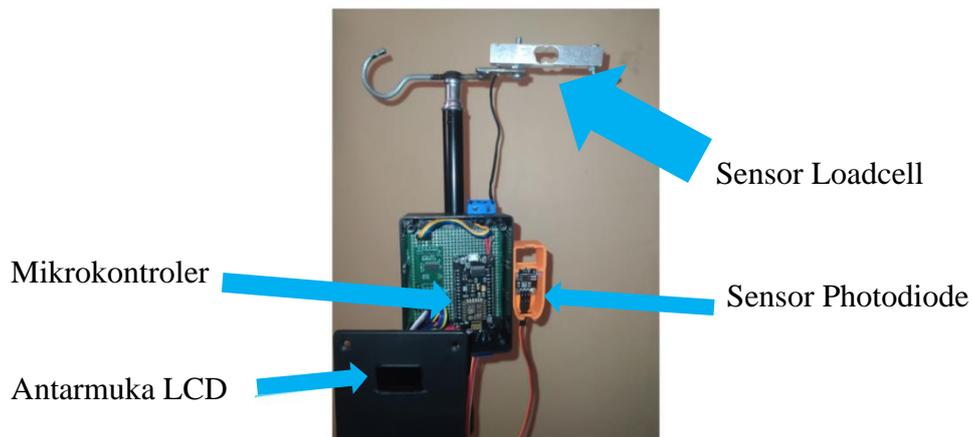


Gambar 3 Diagram Pengkabelan Sistem

Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa rangkaian tersebut menggunakan NodeMCU sebagai pusat kendali dan berfungsi untuk menghubungkan ke jaringan wifi. Sensor *photodiode* terhubung dengan NodeMCU menggunakan pin GND, D5 serta Vin. Pin Vin pada NodeMCU merupakan pin *power* yang menyediakan tegangan sebesar 5V. OLED menggunakan pin GND, Vin, SDA, dan SCL sebagai pin data. Sedangkan sensor *loadcell* dihubungkan ke pin GND, D6, D7 dan Vin.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada perancangan sistem ini, terdapat beberapa aspek yang dilakukan. Adapun aspek-aspek tersebut diantaranya ialah perancangan perangkat keras (*hardware*), perancangan *source code* pada NodeMCU, dan *setting* komunikasi antara perangkat *monitoring* infus dengan telegram. Pada Gambar 4 merupakan hasil perancangan perangkat *monitoring* parameter infus. Pada Gambar 4 sistem menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266, yang berfungsi untuk melakukan pembacaan dari sensor *photodiode* untuk mendeteksi objek tetesan cairan infus, dan sensor *loadcell* untuk mengukur massa dari kantong infus, yang selanjutnya hasil dari pembacaan tersebut dapat dikirimkan melalui telegram.



Gambar 4. Hasil Perancangan Perangkat *Monitoring* Parameter Infus

Terdapat 5 kondisi yang berbeda-beda dilakukan untuk mengetahui kinerja sistem. Pengujian pertama adalah pengujian terhadap sensor yaitu pengujian pengukuran berat dari berbagai kondisi infus dan pengukuran kecepatan tetes infus. Pengujian berat dilakukan dengan mengkonversikan sisa volume infus terhadap berat yang diukur. Pengujian lain yang dilakukan adalah pengujian pengiriman data menggunakan berbagai hambatan. Terdapat 3 skenario yang dilakukan yaitu pengiriman data dari kondisi tanpa hambatan, pengiriman data di dalam ruangan dengan halangan tembok, dan pengiriman data di rumah sakit yang sesungguhnya.

Pada hasil pengujian sensor *photodiode* dengan melakukan pengukuran kecepatan respon ketika mendeteksi dan besar tegangan yang terbaca. Pengujian dilakukan dengan tiga variasi kecepatan tetesan cairan yang berbeda untuk mengetahui perbedaan jeda waktu yang dihasilkan. Pengujian ini dilakukan sebanyak 30 kali percobaan. Hasil pengujian sensor *photodiode* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil Pengujian Sensor *Photodiode*

No	Jumlah Tetes/Menit	Jeda Waktu Seharusnya (ms)	Jeda Waktu pada Sensor <i>Photodiode</i> (ms)	Selisih (ms)	<i>Error</i> (%)	Akurasi (%)
1	20	3000	3009	9	0,300	99,700
2			3016	16	0,533	99,467
3			3008	8	0,267	99,733
4			3003	3	0,100	99,900
5			2995	5	0,167	99,833
6	30	2000	1999	1	0,050	99,950
7			1997	3	0,150	99,850
8			1999	1	0,050	99,950
9			2000	0	0,000	100,000
10			2004	4	0,200	99,800
11	40	1500	1501	1	0,067	99,933
12			1507	7	0,467	99,533
13			1510	10	0,667	99,333
14			1505	5	0,333	99,667
15			1501	1	0,067	99,933

No	Jumlah Tetes/Menit	Jeda Waktu Seharusnya (ms)	Jeda Waktu pada Sensor <i>Photodiode</i> (ms)	Selisih (ms)	Error (%)	Akurasi (%)
Rata-rata Akurasi (%)						99,779

Berdasarkan Tabel 1 dapat diketahui bahwa nilai selisih jeda waktu terbesar terjadi pada pengujian ke-2 dengan jumlah selisih 16 ms. Nilai error terbesar 0,667% berada pada pengujian ke-23. Sedangkan untuk nilai akurasi tertinggi berada pada pengujian ke-14 dengan nilai 100%. Pada hasil pengujian sensor *loadcell* dilakukan dengan cara mengukur massa benda kemudian membuat perbandingan dengan alat timbangan digital, yang mana dari hasil perbandingan tersebut dihitung nilai akurasi dari sensor. Hasil pengujian *loadcell* dapat dilihat pada Tabel 2. Kondisi infus yang digunakan pada penelitian ini adalah ringer laktat yang memiliki nilai masa jenis 1.053g/dm³.

Tabel 2 Hasil Pengujian *Loadcell*

No.	Massa di Timbangan (gram)	Massa di <i>Loadcell</i> (gram)	Selisih (gram)	Volume (Liter)	Error (%)	Akurasi (%)	Kondisi
1	555	558	3	528.91	0,55	99,45	Penuh
2		558	3	528.91	0,55	99,45	
3		557	2	527.96	0,36	99,64	
4		558	3	528.91	0,55	99,45	
5		559	4	529.86	0,73	99,27	
6	240	250	10	236.97	4,17	95,83	Separuh
7		252	12	238.86	5,00	95,00	
8		251	11	237.91	4,59	95,41	
9		250	10	236.97	4,17	95,83	
10		250	10	236.97	4,17	95,83	
11	100	98	2	92.89	2,00	98,00	Habis
12		97	3	91.94	3,00	97,00	
13		98	2	92.89	2,00	98,00	
14		99	1	93.84	1,00	99,00	
15		100	0	94.79	0,00	100,00	
Rata-rata Akurasi (%)					2,20	97,80	

Dari hasil pengujian pada sistem *monitoring* parameter infus berdasarkan Tabel 2, dapat diketahui bahwa sistem berhasil memonitoring berat cairan infus dengan baik serta diperoleh data-data dari parameter uji yang telah ditentukan. Pada beberapa sampel uji terdapat lonjakan nilai *error* pada sistem *monitoring* parameter infus dengan massa timbangan 555gram adalah 0,180% sampai 0,721% untuk sepuluh kali percobaan, dengan rata-rata persentase *error* sebesar 0,504%. Kemudian, nilai persentase *error* pada sistem *monitoring* parameter infus dengan massa timbangan 240gram adalah 4,167% sampai 5.000% untuk sepuluh kali percobaan, dengan rata-rata persentase *error* sebesar 3,697%. Terakhir, nilai persentase *error* pada sistem *monitoring* parameter infus dengan massa timbangan 100gram adalah 0% sampai 3% untuk sepuluh kali percobaan, dengan rata-rata persentase *error* sebesar 1,889%. Maka, dapat dikatakan bahwa sensor *loadcell* bekerja dengan baik karena *error* yang dihasilkan masih dalam batas toleransi pengukuran, yaitu sebesar 5%. *Error* yang terjadi pada pembacaan berat cairan infus berkaitan dengan akurasi pada *loadcell*.

Berdasarkan Tabel 2 dapat diketahui bahwa dengan menggunakan massa beban 555 gram, diperoleh hasil pengukuran pada *loadcell* dengan selisih 1-4 gram di atas massa aslinya. Untuk pengukuran dengan massa beban 240gram diperoleh selisih pengukuran melalui *loadcell* lebih besar, berkisar 10-12 gram. Adapun pada massa beban 100gram diperoleh selisih pembacaan melalui *loadcell* sebesar 0-3 gram, lebih kecil daripada pembacaan dengan kedua variasi massa beban sebelumnya. Pengujian terhadap alat *monitoring* parameter infus dilakukan dengan cara menimbang massa botol infus menggunakan sensor *loadcell* dan pengukuran kecepatan tetes infus per menit menggunakan sensor *photodiode*. Gambar 5 dan Gambar 6 merupakan salah satu hasil dari pengujian perangkat *monitoring* parameter infus.



Gambar 5 Pengujian dengan Massa Infus 345gram dan Kecepatan 34 Tetes/Menit

Pada Gambar 5 merupakan hasil pengujian saat sensor *loadcell* mendeteksi massa botol infus dengan berat sebesar 345 gram, sedangkan sensor *photodiode* mendeteksi objek berupa cairan infus yang mana *delay* antara satu tetesan dengan tetesan berikutnya dikonversi menjadi kecepatan tetes infus, yang mana pada hasil pada Gambar 5 sebesar 34 tetes per menit.



Gambar 6 Pengujian dengan Massa Infus 95gram dan Kecepatan 35 Tetes/Menit

Pada Gambar 6 merupakan hasil pengujian saat sensor *loadcell* mendeteksi massa botol infus dengan berat sebesar 95 gram, sedangkan sensor *photodiode* mendeteksi cairan infus dengan kecepatan tetesan sebesar 35 tetes per menit. Pada pengujian *monitoring* parameter infus berbasis Esp8266 dengan notifikasi telegram. Pada aplikasi telegram, apabila ingin mengetahui status cairan infus maka dapat mengirimkan perintah `/status` melalui *chat* ke *bot Simofus*. Informasi mengenai status cairan infus ditampilkan pada balasan dari *chat bot*. Pada Gambar 6 merupakan tampilan koneksi NodeMCU ESP8266 saat berhasil terhubung. Sehingga pengujian membuktikan bahwa *output* yang dihasilkan sudah sesuai, hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7 Informasi Status Cairan Infus pada Chat Telegram Bot

Apabila cairan infus lebih dari 100 gram maka telegram tidak menerima notifikasi bahwa cairan infus akan habis. Namun, jika ingin mengetahui status kapasitas cairan infus, dapat memasukkan perintah `/status` dalam *telegram bot* dimana status tersebut akan menginformasikan ke telegram. Setelah itu *telegram bot* akan mengirimkan data jumlah infus per menit dan berat infus. Kemudian data tersebut akan ditampilkan di LCD. Saat berat cairan infus kurang dari 100 gram, maka telegram akan menerima notifikasi bahwa cairan infus akan habis. Kemudian data tersebut akan ditampilkan di LCD. Pengukuran QoS pada penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kualitas komunikasi yang berjalan antara ESP8266 dengan telegram. Adapun di bawah ini merupakan data hasil pengukuran parameter *delay*, *jitter*, dan *throughput* menggunakan *software Wireshark*.

Delay merupakan waktu yang dibutuhkan data untuk menempuh jarak dari asal ke tujuan. Pada percobaan ini dilakukan dengan skenario menempatkan modul ESP8266 pada jarak lima meter, sepuluh meter, dan 15 meter dari *access point*, dengan total 33 kali pengujian *delay*. Pada Tabel 3 merupakan hasil dari pengujian *delay* pada *software wireshark*.

Tabel 3 Hasil Pengujian *Delay* di Berbagai Kondisi

Pengujian	Jarak (m)	Time Span (s)	Jumlah paket	Delay (ms)	Kondisi
1	5	60,17	573	84,39	Tanpa Halangan
2		60,23	535	123,54	Dalam Ruangan
3		60,14	552	134,33	Di Rumah Sakit
4	10	60,14	535	88,85	Tanpa Halangan
5		60,16	575	125,99	Dalam Ruangan
6		60,13	587	138,03	Di Rumah Sakit
7	15	60,11	593	89,37	Tanpa Halangan
8		60,21	568	128,65	Dalam Ruangan
9		60,16	533	140,67	Di Rumah Sakit

Berdasarkan Tabel 3 dapat diketahui hasil keseluruhan rata-rata *delay* pada pengujian sistem *monitoring* parameter infus yang dilakukan di berbagai kondisi ruangan. Data pengiriman data untuk masing-masing jarak dan masing-masing kondisi merupakan rata-rata pengambilan dari 30 data. Kondisi tanpa halangan dilakukan di lapangan, kondisi di dalam ruangan dilakukan di ruangan rumah, dan kondisi di rumah sakit dilakukan di salah satu rumah sakit daerah Purwokerto. Durasi interval untuk pengiriman dari data pertama ke data kedua dan seterusnya berkisar 60 detik dengan variasi banyaknya paket yang dikirimkan. Hal ini bertujuan untuk mengetahui *delay* yang terjadi untuk masing-masing kondisi tempat yang berbeda. Berdasarkan hasil pengujian didapatkan diketahui bahwa kondisi di dalam ruangan dan di rumah sakit tidak terlalu jauh berbeda. Perbedaan berkisar antara 10ms – 20ms. Namun demikian, *delay* pengiriman masih dalam pada rentang sangat bagus sesuai dengan standar TIPHON.

Tabel 4 Pengujian *Jitter* pada *Software Wireshark*

Pengujian	Jarak (m)	Jumlah paket	Total Variasi <i>Delay</i> (s)	<i>Jitter</i> (ms)	Kondisi
1	5	675	0,305	0,456	Tanpa Halangan
2		688	0,314	0,487	Dalam Ruangan
3		638	0,064	0,088	Di Rumah Sakit
4	10	679	0,042	0,079	Tanpa Halangan
5		669	0,202	0,321	Dalam Ruangan
6		662	0,349	0,412	Di Rumah Sakit
7	15	673	0,235	0,421	Tanpa Halangan
8		665	0,032	0,111	Dalam Ruangan
9		632	0,355	0,387	Di Rumah Sakit

Tabel 5 Pengujian *Throughput* pada *Software Wireshark*

Pengujian	Jarak (m)	Jumlah Data (bit)	<i>Time Span</i> (s)	<i>Troughput</i> (kbps)	Kondisi
1	5	170840	60,345	2831,05	Tanpa Halangan
2		148542	60,327	2462,28	Dalam Ruangan
3		294881	60,394	4882,62	Di Rumah Sakit
4	10	203215	60,355	3366,99	Tanpa Halangan
5		151925	60,346	2517,56	Dalam Ruangan
6		182435	60,342	3023,35	Di Rumah Sakit
7	15	164945	60,357	2732,82	Tanpa Halangan
8		277248	60,364	4592,93	Dalam Ruangan
9		177512	60,368	2940,49	Di Rumah Sakit

Pada Tabel 4 merupakan hasil dari pengujian *jitter* pada *software wireshark*. Berdasarkan Tabel 4 dapat diketahui hasil pengukuran *jitter* pada pengujian sistem *monitoring* parameter infus yang dilakukan proses rata-rata dari 30 data. Hasil dari pengujian *jitter* menunjukkan bahwa perangkat dapat bekerja di berbagai kondisi ruangan yang berbeda. Kondisi di rumah sakit ayng merupakan ruangan representatif penggunaan system *monitoring* memiliki *jitter* yang bagus berdasarkan standar TIPHON. Pada Tabel 5 merupakan hasil dari pengujian *throughput* pada *software wireshark*. Berdasarkan Tabel 5 dapat diketahui hasil pengukuran *throughput* pada pengujian sistem *monitoring* parameter infus yang diambil dengan rata-rata dari 30 data. Hasil dari pengukuran menunjukkan bahwa *throughput* sistem bekerja pada rentang yang cukup baik. Kondisi pengukuran yang dilakukan di rumah sakit menunjukkan *throughput* yang bagus walaupun

semakin menurun semakin jarak pengukuran menjauh. Hasil pengukuran pada Tabel 5 termasuk dalam kategori sangat bagus berdasarkan standar TIPHON.

Hasil dari berbagai kondisi pengujian menunjukkan bahwa perangkat bekerja dengan baik. Pengujian sensor mampu membaca berbagai kondisi infus yaitu kondisi penuh, separuh, dan habis. Untuk pengujian pengiriman data juga dapat dilakukan di berbagai kondisi yaitu kondisi tanpa halangan, kondisi di dalam ruangan, dan kondisi representative di rumah sakit. Berbagai data pengujian merujuk pada tercapainya performa yang baik untuk sistem yang telah dikembangkan sehingga dapat digunakan di rumah sakit.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan dan menguji alat monitoring infus menggunakan NodeMCU ESP8266 yang memanfaatkan sensor loadcell dan photodiode dapat disimpulkan bahwa alat *monitoring* cairan infus berbasis ESP8266 telah bekerja dengan baik, volume cairan infus telah berhasil diukur menggunakan sensor *loadcell*, dan TPM cairan infus berhasil diukur oleh sensor *photodiode*. Tingkat akurasi sensor *loadcell* dalam pembacaan berat cairan infus dengan tiga variasi bobot yang berbeda dikatakan sangat baik. Hal ini dibuktikan dengan nilai rata-rata persentase error sebesar 0%-5%. Kinerja sensor *loadcell* termasuk dalam kategori baik karena masih dalam batas toleransi error pembacaan sensor *loadcell* yaitu 5%. Kualitas yang dihasilkan baik, dengan rata-rata akurasi sebesar 97,807%. Rata-rata nilai *delay* yang dihasilkan pada pengujian sebanyak 33 kali sebesar 95.664 ms. Rata-rata nilai *jitter* sebanyak 33 kali pengujian, nilai rata-rata yang didapat sebesar 0,153 ms. Rata-rata nilai *throughput* yang dihasilkan pada pengujian sebanyak 33 kali sebesar 5,510 kbps. Hasil dari pengujian parameter dikatakan baik dikarenakan komunikasi data pada sistem *monitoring* parameter infus bekerja dengan baik karena dapat mengirim dan menerima perintah yang diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Salim, T. Tionglan, and F. Suangga, "Hubungan Tingkat Kepatuhan Perawat dalam Pelaksanaan Standar Prosedur Operasional (SPO) Perawatan IV Line dengan Angka Kejadian Phlebitis di Ruang Bougenville Rumah Sakit Awal Bros Pekanbaru," *J. STIKes Awal Bros Pekanbaru*, vol. 3, no. 1, pp. 53–57, Mar. 2022, doi: 10.54973/jsabp.v3i1.298.
- [2] N. Fauzia and Risna, "Tingkat Kepatuhan Perawat Dalam Melaksanakan Standar Operasional Prosedur Pemasangan Infus," *J. Unigha*, vol. 2, no. 2, pp. 69–80, 2020, doi: <https://doi.org/10.47647/jrr.v2i2.175>.
- [3] 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, Mar. 2021, doi: 10.35313/jitel.v1.i1.2021.25-32.
- [4] D. Andriani, "Hubungan Perawatan Infus dengan Kejadian Flebitis pada Pasien Rawat Inap di Ruang Mawar RSUD Dr. Harjono Kabupaten Ponorogo," *J. Delima Harapan*, vol. 7, no. 2, pp. 100–106, Sep. 2020, doi: 10.31935/delima.v7i2.101.
- [5] N. Herlina, S. Shoimatul, S. Pandiangan, and F. Syam, "Hubungan kepatuhan SPO pemasangan infus dengan kejadian plebitis Di RSUD A. Wahab Sjahranie Samarinda Tahun 2015," *J. Ilmu Kesehat.*, vol. 6, no. 1, pp. 60–69, 2018.
- [6] A. K. Putri, A. Prakasa, and M. A. Afandi, "Sistem Pemantau Densitas Debu Gudang Elektronik: Perancangan dan Analisanya," *J. Telecommun. Electron. Control Eng.*, vol. 3, no. 2, pp. 81–86, Dec. 2021, doi: 10.20895/jtece.v3i2.367.
- [7] M. A. Afandi, S. Nurandi, and I. K. A. Enrico, "Automated Air Conditioner Controller and

- Monitoring Based on Internet of Things,” *IJEIS (Indonesian J. Electron. Instrum. Syst.*, vol. 11, no. 1, p. 83, Apr. 2021, doi: 10.22146/ijeis.64563.
- [8] N. F. N. Azizah, H. Pujiharsono, and M. A. Afandi, “Sistem Pengendali Suhu dan Kadar pH pada Kolam Ikan Lele Berbasis IoT pada Desa Kutaringin Kabupaten Banjarnegara,” *JRST (Jurnal Ris. Sains dan Teknol.*, vol. 6, no. 1, p. 65, Nov. 2022, doi: 10.30595/jrst.v6i1.11693.
- [9] S. Purwanto, M. Mulya, and S. Sembiring, “Monitoring Infus Berdasarkan Waktu Tetesan,” *Semin. Work. Nas.*, pp. 55–59, 2023.
- [10] P. A. Rosyady, A. S. S. Sukarjiana, N. U. Habibah, N. Ihsana, A. R. C. Baswara, and W. R. Dinata, “Monitoring Cairan Infus Menggunakan Load Cell Berbasis Internet of Things (IoT),” *Techné J. Ilm. Elektrotek.*, vol. 22, no. 1, pp. 97–110, Apr. 2023, doi: 10.31358/techne.v22i1.345.
- [11] G. Priyandoko, “Rancang Bangun Sistem Portable Monitoring Infus Berbasis Internet of Things,” *Jambura J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 3, no. 2, pp. 56–61, Jul. 2021, doi: 10.37905/jjee.v3i2.10508.
- [12] T. Akbar and I. Gunawan, “Prototype Sistem Monitoring Infus Berbasis IoT (Internet of Things),” *Edumatic J. Pendidik. Inform.*, vol. 4, no. 2, pp. 155–163, Dec. 2020, doi: 10.29408/edumatic.v4i2.2686.
- [13] K. P. Aji, U. Darusalam, and N. D. Nathasia, “Perancangan Sistem Presensi Untuk Pegawai Dengan RFID Berbasis IoT Menggunakan NodeMCU ESP8266,” *JOINTECS (Journal Inf. Technol. Comput. Sci.*, vol. 5, no. 1, p. 25, Jan. 2020, doi: 10.31328/jointecs.v5i1.1222.
- [14] P. W. Purnawan and Y. Rosita, “Rancang Bangun Smart Home System Menggunakan NodeMCU Esp8266 Berbasis Komunikasi Telegram Messenger,” *Techno.Com*, vol. 18, no. 4, pp. 348–360, Nov. 2019, doi: 10.33633/tc.v18i4.2862.
- [15] Mariza Wijayanti, “PROTOTYPE SMART HOME DENGAN NODEMCU ESP8266 BERBASIS IOT,” *J. Ilm. Tek.*, vol. 1, no. 2, pp. 101–107, May 2022, doi: 10.56127/juit.v1i2.169.