

# Sistem Kendali dan Monitoring Infus Berbasis *Internet of Things*

Firmansyah MSN<sup>1</sup>, Azis Muhajar<sup>1</sup>, Abdul Chobir<sup>1</sup>, Andri Ulus Rahayu<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Universitas Siliwangi, Tasikmalaya, Indonesia

\*Email: andriulusr@unsil.ac.id

**Abstract**—Intravenous therapy is a way to give fluids into the body through a vein to replace lost fluids. Problems that occur with the use of intravenous therapy include air embolism or blood rising into the infusion tube, the number of drops is not as needed, and the infusion volume vacancy, if not treated quickly, will cause blood to rise to the infusion tube. Monitoring and regulation of infusion drops can be done automatically, using the SG90 servo motor, photodiode sensors and internet of things technology, using the MQTT protocol as a communication protocol that is capable of sending data in real-time. This study makes a device that is able to detect bubbles and blood in the infusion tube, adjust the infusion drip automatically with an average drop per minute error of 2.67% at 20 DPM set point and 1.67% at 60 DPM set point, and speed the average data transmission to the server is 0.134 seconds with WIFI signal strength between -62.2 dB to -85.4 dB.

**Keyword:** Internet of Things, MQTT, Photodiode, Servo SG90

## I. PENDAHULUAN

TERAPI intravena atau infus merupakan tindakan yang digunakan untuk memberi cairan, vitamin, obat ke pasien melalui saluran pembuluh darah vena. Lebih dari 60% penanganan pasien yang dirawat di rumah sakit akan diberikan terapi intravena. Pemberian terapi intravena dilakukan untuk menjaga supaya volume cairan di dalam tubuh pasien tetap konstan serta komposisi elektrolit di dalamnya tetap stabil [1].

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam terapi melalui cairan infus diantaranya pemasangan alat infus, pengaturan jumlah tetesan dan pemantauan volume cairan infus. Pemasangan alat infus harus dilakukan dengan hati-hati, supaya tidak menimbulkan efek bahaya terhadap pasien, efek bahaya yang bisa terjadi yaitu adanya emboli udara atau darah naik ke selang infus, dalam waktu yang lama akan menjadi gumpalan darah. Emboli udara atau gumpalan darah yang masuk ke dalam pembuluh darah vena, akan masuk ke saluran pembuluh darah arteri paru kemudian mengganggu gas di dalam saluran paru, dan menyebabkan irama jantung tidak normal, terjadi tekanan berlebih pada pembuluh darah paru dan efek paling bahaya yaitu jantung berhenti bekerja [2].

Pengaturan jumlah tetesan harus sesuai dengan kebutuhan pasien, apabila jumlah tetesan terlalu sedikit akan mengakibatkan pasien kekurangan cairan, apabila jumlah tetesan terlalu besar akan mengakibatkan pasien kelebihan cairan dan volume infus akan cepat habis. Jika tidak ditangani dalam waktu yang cepat akan menyebabkan darah naik ke selang infus [3].

*Internet of Things* adalah suatu konsep dimana perangkat yang terpasang pada dunia fisik dapat saling bertukar informasi dengan perangkat lainnya (machine to machine), atau bertukar

informasi dengan manusia melalui jaringan komunikasi [4],[5]. Biasanya menggunakan protokol TCP/IP yang digunakan untuk berkomunikasi dan berbagi data. Untuk berbagi informasi dengan manusia, data yang dikirimkan perlu diproses ulang agar data dapat lebih mudah dimengerti. Untuk memudahkan penyimpanan dan pertukaran informasi diperlukan teknologi semantic. Sehingga Internet of Things terdiri dari 3 komponen pendukung yaitu, Internet, Things, dan Semantic [6]. Internet of Things bisa kita manfaatkan sebagai protokol komunikasi dalam pembuatan sistem kendali dan monitoring.

Sistem Kendali dan Monitoring Infus Berbasis Internet of Things ini menggunakan sensor photodiode untuk mendeteksi jumlah tetesan infus, mendeteksi gelembung, mendeteksi darah, serta menghitung jumlah volume cairan infus. Fotodiode adalah sensor cahaya dengan konfigurasi dioda semikonduktor yang mengubah energi cahaya menjadi energi listrik. Sistem kerja fotodiode menggunakan efek fotolistrik, yaitu proses eksitasi elektron pada suatu bahan karena energi foton dari luar melebihi energi ikat elektron pada bahan tersebut [7].

Arduino Mega Pro mini digunakan untuk memproses data pembacaan sensor serta mengatur jumlah tetesan infus. Pengaturan jumlah tetesan infus menggunakan motor servo SG90 sebagai aktuator yang menekan selang infus. Motor servo adalah sistem yang digunakan untuk mengontrol posisi suatu beban mekanis terhadap suatu posisi acuan. Motor servo dapat bergerak dua arah yaitu clock wise (CW) atau searah jarum jam dan counter clock wise (CCW) atau berlawanan arah jarum jam. Untuk mengatur arah dan sudut gerakkan rotornya dikendalikan dengan mengatur duty cycle sinyal PWM yang diumpamakan pada bagian pin kontrolnya. Seperti pada riset [8] yang menggunakan metode tersebut berhasil mendapatkan tingkat akurasi yang cukup tinggi.

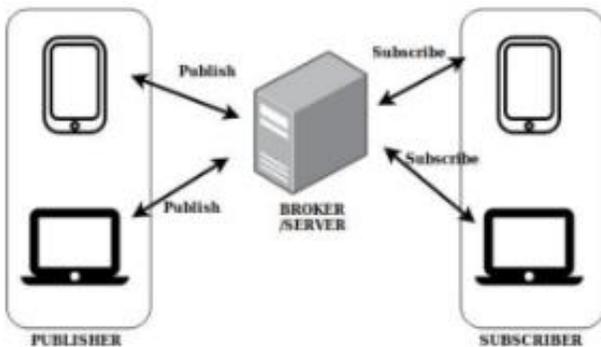
Motor servo merupakan motor DC yang memiliki komponen tambahan yaitu rangkaian kontrol elektronik yang mengendalikan pergerakan dan sudut putaran serta susunan internal gear untuk menaikkan torsi motor. Bagian-bagian yang terdapat pada motor servo yaitu internal gear, potensiometer, dan rangkaian feedback control. Motor servo berputar secara lambat namun memiliki torsi yang kuat karena susunan internal gearnya yang dapat menaikkan torsi motor servo. Motor servo dikendalikan melalui sinyal pulsa yang memiliki panjang gelombang  $\pm 20$  ms, dimana lebar pulsa antara 0.5 ms sampai 2 ms [9]. Pengaturan dilakukan berdasarkan lebar sinyal pulsa yang diberikan oleh Arduino ke motor servo. Salah satu motor servo yaitu servo SG90.

Data sensor yang telah diproses oleh Arduino akan ditampilkan pada LCD Nextion dan dikirim ke NodeMCU

menggunakan komunikasi serial. NodeMCU menerapkan protokol MQTT untuk mengirim data sensor ke broker dan selanjutnya data akan disimpan ke database MySQL yang kemudian ditampilkan pada halaman aplikasi web. Dengan adanya sistem ini, jumlah tetesan infus dapat dikendalikan secara otomatis dan dipantau melalui aplikasi berbasis WEB.

MQTT merupakan protokol pengiriman pesan menggunakan komunikasi TCP/IP. MQTT dirancang menggunakan arsitektur publish/subscribe. Karakteristik ini menjadikan MQTT sangat bagus untuk digunakan dalam komunikasi Machine to Machine (M2M) dan konsep internet of things. Pengiriman data yang dilakukan pada protokol MQTT yaitu dengan mengirimkan pesan dengan header berukuran 2 byte untuk setiap jenis data, meskipun catu daya pada perangkat memiliki daya yang kecil, bandwidth rendah, latency tinggi dan kualitas jaringan dalam kondisi buruk, protokol MQTT masih dapat bekerja [10].

Arsitektur MQTT terdiri dari tiga komponen yaitu publisher, broker, dan subscriber. broker atau dikenal sebagai MQTT server yang berfungsi sebagai pusat pertukaran data atau informasi antara publisher dan subscriber. Client yang mengirimkan pesan ke broker disebut sebagai publisher. Client yang meminta pesan ke broker dengan topik tertentu disebut subscriber [11]. Arsitektur protokol MQTT dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar. 1. Arsitektur Protokol MQTT [10]

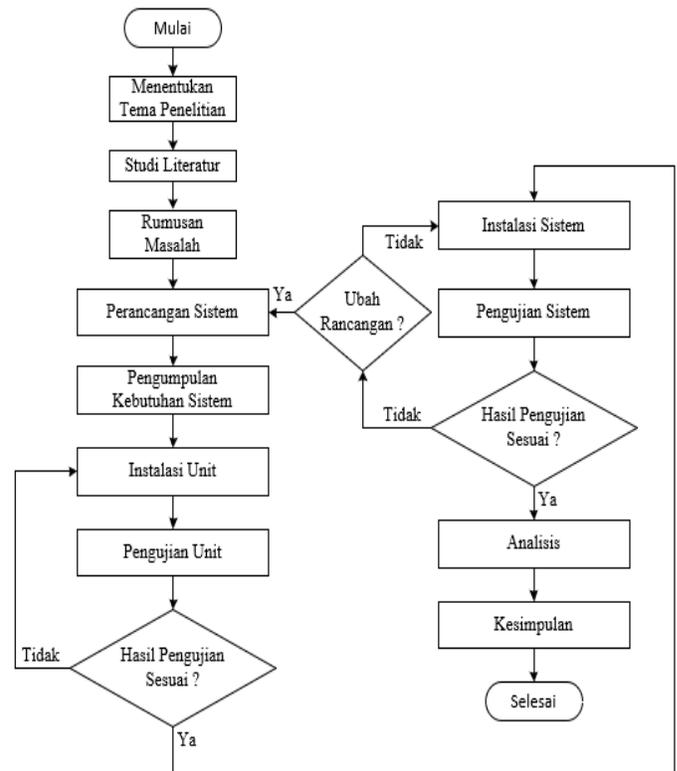
Dalam pembuatan server digunakan MySQL sebagai database untuk menampung data yang masuk dari publisher dan subscriber [12]. MySQL merupakan database management system (DBMS) yang bisa dipakai untuk mengelola basis data. MySQL adalah salah satu DBMS yang sering digunakan dalam membuat aplikasi berbasis WEB. Kelebihan MySQL dengan DBMS lainnya adalah gratis, memiliki kemampuan yang baik dan selalu melakukan penyempurnaan pada sistemnya. Proses instalasi MySQL lebih mudah karena DBMS nya sudah digabungkan dengan web server [13].

## II. METODE

### A. Diagram Alur Penelitian

Tahapan yang dilakukan pada penelitian ini yaitu dengan menentukan tema penelitian, studi literatur, rumusan masalah, perencanaan sistem, pengumpulan kebutuhan sistem, instalasi unit, pengujian unit, instalasi sistem, pengujian sistem, analisis dan kesimpulan. Pada tahap pengujian sistem, jika hasil pengujian tidak sesuai dan terdapat kesalahan perancangan,

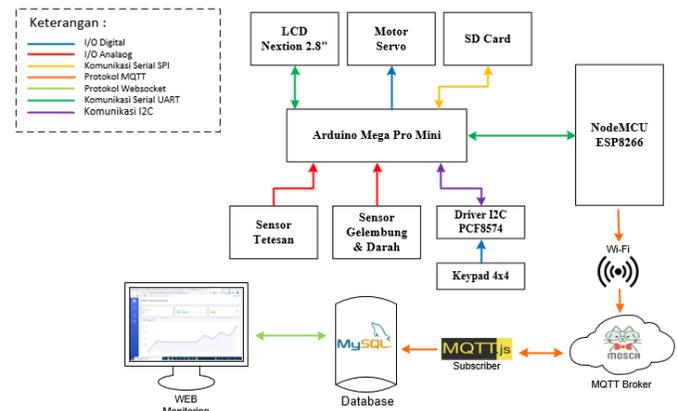
maka dilakukan perancangan ulang, tetapi apabila hanya terjadi kesalahan pada pengujian maka dilakukan pemeriksaan rangkaian sistem dan pengujian ulang. Diagram alur penelitian secara lengkap dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar. 2. Diagram Alur Penelitian.

### B. Arsitektur Sistem

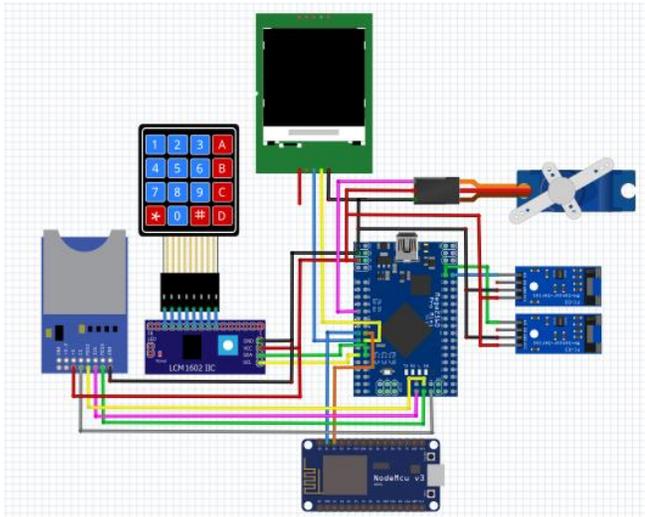
Gambar 3 merupakan arsitektur sistem, terdapat 4 bagian utama yang diterapkan yaitu, bagian *input* yang terdiri dari sensor photodiode dan keypad. Bagian proses yaitu Arduino mega pro mini dan Nodemcu ESP8266. Bagian *output* berupa motor servo, LCD TFT dan modul SD Card. Bagian *server* terdiri dari mosca sebagai MQTT broker, MySQL database sebagai tempat penyimpanan data serta web apps sebagai client server untuk menampilkan data sistem monitoring.



Gambar. 3. Arsitektur Sistem.

C. Wiring Rangkaian

Wiring rangkaian sistem diperlihatkan pada Gambar 4. Arduino sebagai pengendali tetesan memiliki masukan dari keypad, sensor photodiode yang mendeteksi tetesan dan sensor photodiode yang mendeteksi gelembung dan darah. Keluaran Arduino berupa motor servo untuk menekan selang infus, SD Card untuk menyimpan data sementara dan LCD *nextion* untuk menampilkan data monitoring lokal. NodeMCU menerima data dari Arduino melalui komunikasi serial kemudian mengirimkan ke server.



Gambar. 4. Wiring Rangkaian Sistem

Gambar 4 merupakan wiring rangkaian sistem yang terdiri dari sensor photodiode, keypad, Arduino mega pro mini, Nodemcu ESP8266, motor servo, LCD TFT dan modul SD Card.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Unit

1) Pengujian Sensor Tetesan

Dari hasil pengujian sensor tetesan yang diperlihatkan pada Tabel I, dapat disimpulkan bahwa sensor dapat mendeteksi tetesan infus, apabila pembacaan nilai ADC kurang dari atau sama dengan 86 dan tidak mendeteksi tetesan apabila nilai ADC lebih dari 100.

TABEL I  
PENGUJIAN SENSOR TETESAN

Tanpa Hambatan	Hambatan Drip Chamber	Kondisi Mendeteksi Tetesan
903	100	85
903	100	83
904	101	81
903	99	86
902	98	84
901	99	84
903	99	85
903	100	85
902	100	82
903	101	84

2) Pengujian Sensor Gelembung dan Darah

Dari hasil pengujian yang diperlihatkan pada Tabel II, dapat disimpulkan bahwa ADC dengan nilai 32 sampai 34 akan dijadikan kondisi ketika selang infus dalam keadaan aman, ADC dengan nilai 36 sampai 38 akan dijadikan kondisi ketika selang infus terdapat gelembung, dan nilai ADC diatas 100 akan dijadikan sebagai kondisi pada selang infus terdapat darah.

TABEL II  
PENGUJIAN SENSOR GELEMBUNG DAN DARAH

Tanpa Hambatan	Hambatan Selang Cairan	Hambatan Selang Berisi Cairan	Hambatan Selang Berisi Darah
30	36	31	103
29	37	31	115
29	36	33	130
29	36	33	150
29	36	32	216
30	37	32	376
29	37	32	532
30	36	34	578
29	36	33	613
29	38	33	643

3) Pengujian Motor Servo SG90

Dari hasil pengujian pada Tabel III, didapat bahwa untuk menggerakkan motor servo dibawah sudut 110°, sudut referensi perlu ditambah sebesar 1° dari nilai sudut yang diinginkan, sedangkan pada kondisi motor servo diberi beban selang berisi cairan, untuk menggerakkan motor servo ke sudut 120°, nilai referensi perlu ditambah 3° dari nilai sudut yang diinginkan, tetapi apabila tanpa diberi beban, sudut referensi perlu di tambah 1°. Kondisi ini disebabkan oleh faktor desain mekanik penekan selang infus yang dibuat.

TABEL III  
PENGUJIAN MOTOR SERVO SG90

No	Beban	Sudut Referensi	Sudut Servo	Selisih
1	Tanpa Selang Infus	46	45	1
		61	60	1
		91	90	1
		111	110	1
		121	120	1
2	Selang Berisi Cairan Infus	46	45	1
		61	60	1
		91	90	1
		111	110	1
		123	120	3

B. Pengujian Sistem

Pengujian sistem dibagi menjadi tiga bagian utama, yaitu uji fungsi, uji kinerja, dan uji keselamatan.

1) Pengujian Deteksi Volume Infus

Pengujian dilakukan dengan cara menghitung volume infus dari volume 500mL sampai 100mL dan dari volume 500mL sampai 50mL.

TABEL IV  
PENGUJIAN DETEKSI VOLUME INFUS

No	Sisa Volume Infus Terhitung (mL)	Sisa Volume Infus Terukur (mL)	Selisih (mL)	%error
1	100	90	10	10
2	100	90	10	10
3	100	96	4	4
4	100	95	5	5
5	100	100	0	0
6	100	85	15	15
7	100	86	14	14
8	100	95	5	5
9	100	96	4	4
10	100	94	6	6
Rata-rata			7,3	7,3
1	50	45	5	10
2	50	40	10	20
3	50	46	4	8
4	50	51	1	1
5	50	47	3	6
6	50	50	0	0
7	50	43	7	14
8	50	45	5	10
9	50	46	4	8
10	50	48	2	4
Rata-rata			4,1	8,1

Dari hasil pengujian yang diperlihatkan pada Tabel IV, perhitungan volume infus dari 500mL sampai 100 mL memiliki *error* rata-rata 7,3%, dan perhitungan volume dari 500mL sampai 50 mL memiliki *error* rata-rata 8,1%. Dapat disimpulkan bahwa hasil deteksi volume infus kurang baik, karena *error* rata-rata hasil deteksi lebih dari 5%.

2) Pengujian Deteksi Gelembung dan Darah

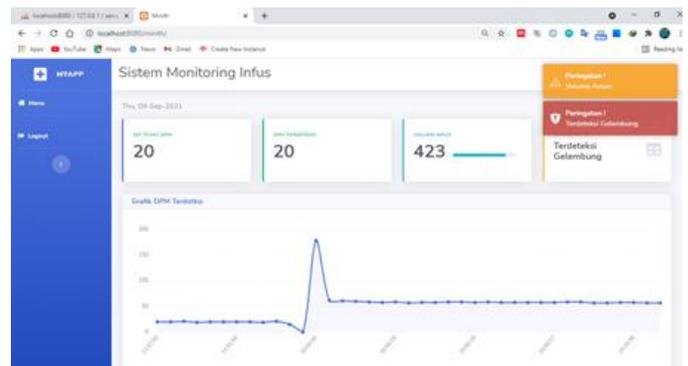
TABEL V  
PENGUJIAN DETEKSI GELEMBUNG DAN DARAH

Nilai ADC sensor	Status pada LCD	Status pada Web	Hasil Pengamatan Berdasarkan Penglihatan Mata
672	Terdeteksi Darah	Terdeteksi Darah	Terdapat Darah Pada Selang Infus
520	Terdeteksi Darah	Terdeteksi Darah	Terdapat Darah Pada Selang Infus
684	Terdeteksi Darah	Terdeteksi Darah	Terdapat Darah Pada Selang Infus
835	Terdeteksi Darah	Terdeteksi Darah	Terdapat Darah Pada Selang Infus
780	Terdeteksi Darah	Terdeteksi Darah	Terdapat Darah Pada Selang Infus
36	Terdeteksi Gelembung	Terdeteksi gelembung	Terdapat Gelembung Pada Selang Infus
36	Terdeteksi Gelembung	Terdeteksi gelembung	Terdapat Gelembung Pada Selang Infus
36	Terdeteksi Gelembung	Terdeteksi gelembung	Terdapat Gelembung Pada Selang Infus
37	Terdeteksi Gelembung	Terdeteksi gelembung	Terdapat Gelembung Pada Selang Infus
36	Terdeteksi Gelembung	Terdeteksi gelembung	Terdapat Gelembung Pada Selang Infus
32	AMAN	AMAN	Tidak Ada Darah atau Gelembung
33	AMAN	AMAN	Tidak Ada Darah atau Gelembung
32	AMAN	AMAN	Tidak Ada Darah atau Gelembung
32	AMAN	AMAN	Tidak Ada Darah atau Gelembung
31	AMAN	AMAN	Tidak Ada Darah atau Gelembung

Pada Pengujian dilakukan dengan mendeteksi gelembung dan darah yang terdapat pada selang infus. Kemudian melihat pesan yang ditampilkan pada LCD dan pesan yang diterima aplikasi WEB. Apabila sensor mendeteksi gelembung atau darah, maka sistem akan menampilkan pesan pada LCD, ke aplikasi web serta menghentikan aliran cairan infus. Hasil pengujian diperlihatkan pada Tabel V serta Gambar 5 dan Gambar 6 contoh dari tampilan LCD dan aplikasi WEB.



Gambar. 5. Pesan Yang Ditampilkan Pada LCD



Gambar. 6. Pesan Yang Ditampilkan Pada Aplikasi WEB

Dari hasil pengujian yang sudah dilakukan, kembali dilakukan pengujian untuk mendapatkan nilai akurasi dari tetesan yang berhubungan dengan keselamatan pasien.

C. Uji Kinerja

1) Pengujian Akurasi Jumlah Tetesan Infus

Pengujian akurasi jumlah tetesan infus dilakukan dengan mengamati jumlah tetesan infus yang terdeteksi kemudian membandingkan dengan nilai set point. Berdasarkan hasil Pengujian yang diperlihatkan pada Tabel VI, dapat disimpulkan bahwa akurasi jumlah tetesan infus cukup baik, karena nilai selisih rata-rata yang dihasilkan berada dibawah nilai penyimpangan yang diizinkan yaitu sebesar 5%.

TABEL VI  
PENGUJIAN AKURASI JUMLAH TETESAN INFUS

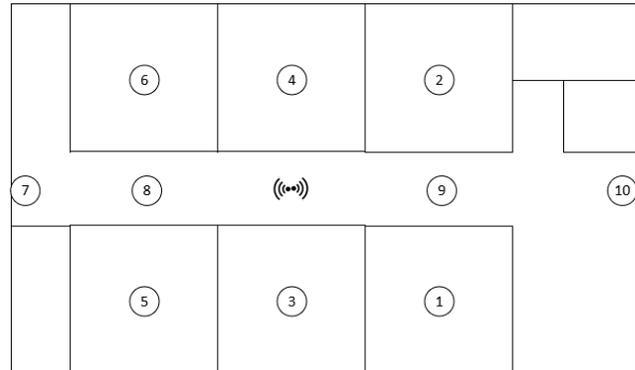
Menit Ke-	Set Point (dpm)	Tetes Terdeteksi (dpm)	Selisih Tetesan (dpm)	Error (%)
1	20	22	2	10
2	20	20	0	0
3	20	20	0	0
4	20	20	0	0
5	20	21	1	5
6	20	20	0	0
7	20	21	1	5
8	20	20	0	0
9	20	20	0	0
10	20	21	1	5
11	20	21	1	5
12	20	21	1	5
13	20	20	0	0
14	20	21	1	5
15	20	20	0	0
Rata-Rata				2,67
1	60	48	12	20
2	60	60	0	0
3	60	60	0	0
4	60	60	0	0
5	60	60	0	0
6	60	60	0	0
7	60	60	0	0
8	60	59	1	1,67
9	60	60	0	0
10	60	59	1	1,67
11	60	60	0	0
12	60	59	1	1,67
13	60	60	0	0
14	60	59	1	1,67
15	60	60	0	0
Rata-Rata				1,78

2) Pengujian Pengiriman Data Ke Server

TABEL VII  
PENGUJIAN AKURASI JUMLAH TETESAN INFUS

Titik Ke	Jarak Dari Sumber WiFi (m)	Kekuatan Sinyal Yang Diterima Nodemcu (dB)	Rata-Rata Waktu Pengiriman (Detik)
1	7,5	-84,1	0,2165
2	7,5	-79,8	0,0154
3	4,5	-72,1	0,3383
4	4,5	-76,9	0,0229
5	7,5	-85,4	0,2151
6	7,5	-75,5	0,0154
7	10	-62,3	0,1951
8	6	-63,8	0,0964
9	6	-62,2	0,2064
10	13	-62,7	0,0186

Pengujian dilakukan dengan meletakkan sistem di beberapa titik ruangan gedung dengan jarak yang berbeda-beda, dengan satu titik sumber jaringan WiFi dari *smartphone* seperti yang diperlihatkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Posisi Sistem Terhadap Sumber WiFi

Dari hasil pengujian pada Tabel VII, didapat bahwa kecepatan pengiriman data rata-rata yaitu 0,134 detik, dengan kekuatan sinyal WiFi antara -85,4 dB sampai -62,2 dB. Pengiriman data ke *server* sangat baik, karena data dikirim secara *real-time*.

D. Uji Keselamatan

1) Pengujian Akurasi Tetesan Infus Terhadap Koneksi Jaringan WiFi

Pengujian akurasi tetesan infus terhadap koneksi jaringan WiFi dilakukan dengan mengamati akurasi tetesan infus per menit saat koneksi internet terhubung dan saat koneksi internet dimatikan.

TABEL VIII  
PENGUJIAN AKURASI TETESAN INFUS TERHADAP KONEKSI JARINGAN WiFi

Set Point DPM	DPM Terdeteksi	Status Koneksi WiFi	Selisih dpm
20	21	Connected	1
20	20	Not Connected	0
20	20	Connected	0
20	20	Not Connected	0
20	20	Connected	0
20	21	Not Connected	1
20	21	Connected	1
20	20	Not Connected	0
20	20	Connected	0
20	21	Not Connected	1
Rata-Rata	20		0
60	58	Connected	2
60	57	Not Connected	3
60	59	Connected	1
60	57	Not Connected	3
60	59	Connected	1
60	58	Not Connected	2
60	58	Connected	2
60	57	Not Connected	3
60	58	Connected	2
60	58	Not Connected	2
Rata-Rata	58		2

Dari Tabel VIII, dapat dilihat bahwa akurasi tetesan infus tetap stabil jika koneksi jaringan WiFi mengalami gangguan. Jumlah tetes terdeteksi masih dalam batas nilai penyimpangan yang diizinkan, untuk nilai set point 20 dpm selisih rata-rata

antara set point dan tetes terdeteksi adalah 0 dpm dengan *error* 0%, sedangkan untuk nilai set point 60 dpm, selisih rata-rata antara set point dan tetes terdeteksi adalah 2 dpm dengan *error* 3,3 %.

2) *Pengujian Akurasi Tetesan Infus Terhadap Koneksi Server MQTT*

Pengujian akurasi tetesan infus terhadap koneksi MQTT broker dilakukan dengan mengamati akurasi tetesan infus per menit saat koneksi server MQTT broker terhubung dan koneksi server MQTT broker mati.

TABEL IX

PENGUJIAN AKURASI TETESAN INFUS TERHADAP KONEKSI SERVER MQTT

Set Point DPM	DPM Terdeteksi	Status Koneksi Broker MQTT	Selisih (dpm)
20	20	Connected	0
20	22	Not Connected	2
20	21	Connected	1
20	21	Not Connected	1
20	21	Connected	1
20	22	Not Connected	2
20	19	Connected	1
20	22	Not Connected	2
20	21	Connected	1
20	19	Not Connected	1
Rata-rata	21		1
60	61	Connected	1
60	57	Not Connected	3
60	60	Connected	0
60	58	Not Connected	2
60	63	Connected	3
60	60	Not Connected	0
60	58	Connected	2
60	59	Not Connected	1
60	58	Connected	2
60	57	Not Connected	3
Rata-rata	59		1

Dari Tabel IX, dapat dilihat bahwa akurasi tetesan infus tetap stabil jika koneksi server MQTT mengalami gangguan. Jumlah tetes terdeteksi masih dalam batas nilai penyimpangan yang diizinkan, untuk nilai set point 20 dpm selisih rata-rata antara set point dan tetes terdeteksi adalah 1 dpm dengan *error* 5%, sedangkan untuk nilai set point 60 dpm, selisih rata-rata antara set point dan tetes terdeteksi adalah 1 dpm dengan *error* 1,67 %.

3) *Pengujian Tetesan Infus Terhadap ON OFF Catu Daya*

Pengujian tetesan infus terhadap dilakukan dengan mengamati tetesan infus saat catu daya dimatikan. Tetesan infus masih dapat menetes atau tidak dan mengamati apakah sudut putaran motor servo berubah atau tidak.

Dari Tabel X didapat bahwa, saat kondisi catu daya ON, sudut putaran motor servo akan berubah-ubah, sesuai dengan sinyal koreksi yang dikirim oleh arduino, untuk mempertahankan jumlah tetesan infus agar sama dengan nilai Sistem Kendali dan Monitoring infus berbasis Internet of Things berhasil mengendalikan jumlah tetesan infus sesuai dengan nilai yang dibutuhkan, error rata-rat sebesar 2.67% untuk nilai set point 20 dpm dan error rata-rata 1,67% untuk nilai set point 60 dpm. Sistem yang dibuat juga berhasil menghitung volume infus tersisa pada tabung, error sebesar 7,3% pada perhitungan 500mL sampai 100mL dan error sebesar 8,1% untuk perhitungan volume 500mL sampai 50mL. Sistem

Kendali dan Monitoring infus berbasis Internet of Things ini berhasil mendeteksi gelembung dan darah pada selang infus, kemudian menampilkan pesan pada layar LCD dan mengirim notifikasi ke aplikasi WEB serta menghentikan aliran cairan infus. Kecepatan rata-rata pengiriman data ke server adalah 0,134 detik dengan kekuatan sinyal WiFi dari -62,2 dB sampai -85,4 dB.set point. Saat kondisi catu daya OFF, sudut motor servo tidak berubah, tetap pada kondisi sudut motor servo terakhir dan tetesan infus masih tetap menetes.

TABEL X

PENGUJIAN AKURASI TETESAN INFUS TERHADAP KONEKSI SERVER MQTT

Kondisi Catu Daya	Kondisi Sudut Motor Servo	Kondisi Tetesan Infus
ON	Sudut Motor Servo sesuai kebutuhan	Menetes
	Sudut Motor Servo sesuai kebutuhan	Menetes
	Sudut Motor Servo sesuai kebutuhan	Menetes
	Sudut Motor Servo sesuai kebutuhan	Menetes
	Sudut Motor Servo sesuai kebutuhan	Menetes
	Sudut Motor Servo sesuai kebutuhan	Menetes
	Sudut Motor Servo sesuai kebutuhan	Menetes
	Sudut Motor Servo berada di posisi Terakhir	Menetes
	Sudut Motor Servo berada di posisi Terakhir	Menetes
	Sudut Motor Servo berada di posisi Terakhir	Menetes
OFF	Sudut Motor Servo berada di posisi Terakhir	Menetes
	Sudut Motor Servo berada di posisi Terakhir	Menetes
	Sudut Motor Servo berada di posisi Terakhir	Menetes
	Sudut Motor Servo berada di posisi Terakhir	Menetes
	Sudut Motor Servo berada di posisi Terakhir	Menetes
	Sudut Motor Servo berada di posisi Terakhir	Menetes
	Sudut Motor Servo berada di posisi Terakhir	Menetes
	Sudut Motor Servo berada di posisi Terakhir	Menetes
	Sudut Motor Servo berada di posisi Terakhir	Menetes
	Sudut Motor Servo berada di posisi Terakhir	Menetes

IV. KESIMPULAN

Sistem berhasil mengendalikan jumlah tetesan infus sesuai dengan nilai yang dibutuhkan, error rata-rat sebesar 2.67% untuk nilai set point 20 dpm dan error rata-rata 1,67% untuk nilai set point 60 dpm. Sistem yang dibuat juga berhasil menghitung volume infus tersisa pada tabung, error sebesar 7,3% pada perhitungan 500mL sampai 100mL dan error sebesar 8,1% untuk perhitungan volume 500mL sampai 50mL. Sistem Kendali dan Monitoring infus berbasis Internet of Things ini berhasil mendeteksi gelembung dan darah pada selang infus, kemudian menampilkan pesan pada layar LCD dan mengirim notifikasi ke aplikasi WEB serta menghentikan aliran cairan infus. Kecepatan rata-rata pengiriman data ke server adalah 0,134 detik dengan kekuatan sinyal WiFi dari -62,2 dB sampai -85,4 dB.

REFERENSI

[1] R. Sumara, "Hubungan Lokasi Terapi Intravenus Dengan Kejadian Plebitis," *J. Keperawatan Muhammadiyah*, 2017, doi: 10.30651/jkm.v2i1.926.

[2] D. D. W. I. ANANDA, S. Purwanto, and Z. Effendi, "Pengembangan Prototype Alat Pemantau Adanya Infiltrasi, Emboli Udara Dan Jumlah Cairan Pada Infus," Sriwijaya University, 2021.

[3] S. N. U. R. A. Nimawati, "Gambaran Kejadian Kekosongan Infus Pada Pasien Rawat Inap Di Rsud Ajibarang," universitas muhammadiyah

- purwokerto, 2019.
- [4] A. Rahmatulloh and M. S. N. Firmansyah, "Implementasi load balancing web server menggunakan haproxy dan sinkronisasi file pada sistem informasi akademik Universitas Siliwangi," *J. Nas. Teknol. Dan Sist. Inf.*, vol. 3, no. 2, pp. 241–248, 2017.
- [5] A. U. Rahayu, "Sistem Monitoring Perilaku Pengendara Mobil Berbasis Internet of Things," *JITCE (Journal Inf. Technol. Comput. Eng.*, vol. 5, no. 01, pp. 18–24, 2021.
- [6] S. Sadler, "The Bateson Building, Sacramento, California, 1977--81, and the Design of a New Age State," *J. Soc. Archit. Hist.*, vol. 75, no. 4, pp. 469–489, 2016.
- [7] N. Nurkholis, J. Junaidi, and A. Surtoto, "Rancang Bangun Sistem Akuisisi Data Resonansi gelombang Bunyi Menggunakan Transduser Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler ATmega8535," *J. Teor. dan Apl. Fis.*, vol. 2, no. 2, 2014.
- [8] H. Jaya, "Desain dan Implementasi Sistem Robotika Berbasis Mikrokontroler." Edukasi Mitra Grafika, 2016.
- [9] R. A. Atmoko, *Dasar Implementasi Protokol MQTT Menggunakan Python dan NodeMCU*. Mokosoft Media, 2019.
- [10] M. Kashyap, V. Sharma, and N. Gupta, "Taking MQTT and NodeMcu to IOT: communication in Internet of Things," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 132, pp. 1611–1618, 2018.
- [11] F. M. S. Nursuwars and A. Rahmatulloh, "RFID for nurse activity monitoring in the hospital's nurse call system with Internet of Thing (IoT) concept," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2019, vol. 550, no. 1, p. 12025.
- [12] A. Solichin, *Pemrograman web dengan PHP dan MySQL*. Penerbit Budi Luhur, 2016.