

ALAT MONITORING INFUS PASIEN BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

1st Fikri Hadhara
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

fikrihadhara@student.telkomuniversity.
ac.id

2nd Rendy Munadi
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

rendymunadi@telkomuniversity.ac.id

3rd Ali Muayyadi
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

alimuayyadi@telkomuniversity.ac.id

Abstrak— Infus ialah sebuah alat kesehatan berupa kantung berisi cairan elektrolit yang diperlukan tubuh. Infus digunakan untuk pasien yang sedang sakit agar tidak kekurangan cairan. Saat ini infus dikontrol secara manual. Berdasarkan permasalahan tersebut menggunakan konsep jaringan IoT bisa merancang suatu alat yang dapat memonitoring infus. Wemos D1 R2 sebagai mikrokontroller, Infus dipasang 2 sensor yaitu ultrasonik dan infrared. Hasil pengujian pada volume infus dengan sensor ultrasonik, pengukuran pertama website menunjukkan hasil 496 mL, dan pada pengukuran langsung, cairan berada sedikit dibawah garis 500mL, ini membuktikan bahwa hasil pengukuran sensor dan pengukuran langsung tidak memiliki hasil yang jauh berbeda. Pengujian hasil jumlah tetesan infus menggunakan sensor infrared dengan perhitungan secara langsung berbeda. Galat rata-rata tetes infus per menit yaitu kecil dari 4 tetes permenit. Pengujian Qos *throughput* mendapatkan hasil rata-rata yaitu sebesar 20,56 kbps dengan indeks 1 dan *delay* 182,156 ms dengan indeks 3 antara pukul. Terjadi perbedaan output antara web dengan keadaan asli karna website merender data terbaru hanya sekali ketika website di launching. Ketika restart kembali dia baru akan mendapatkan data terbaru dari MQTT broker, walaupun ada perubahan data, website tidak akan merubah tampilannya karena nilai sensor, website hanya akan berubah menjadi yang terbaru bila website di reload manual.

Kata kunci— Infus, Internet of Things (IoT), Wemos D1 R2, Monitoring

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Infus merupakan salah satu kebutuhan yang diperlukan di dunia medis[1]. Intraneva (IV) atau infus ialah sebuah alat kesehatan berupa kantung berisi cairan elektrolit yang diperlukan tubuh[2]. Infus digunakan untuk membantu pasien yang sedang sakit agar tidak kekurangan cairan atau dehidrasi, karena cairan infus akan mengganti cairan tubuh yang hilang. Yang dimana pemakaian internet di bidang kesehatan sudah banyak adalah dalam bidang pendaftaran pasien memakai sistem informasi pendaftaran berbasis internet [3]. Salah satu peralatan yang ada dan sering digunakan di setiap rumah sakit yaitu infus, saat ini infus masih dikontrol secara manual dan memerlukan keakuratan agar tidak terjadi hal – hal yang tidak diharapkan karena itu bisa dibayangkan kesulitan para perawat dalam memantau infusan pasien secara intensif. Hal itu dilakukan supaya laju cairan yang menetes dari kantong infus terkontrol dengan baik, laju

cairan yang terlalu cepat dapat membuat pengobatan menjadi tidak optimal. Dan perawat harus memeriksa setiap kamar hanya untuk memastikan infus yang akan habis atau belum[5].

Sedangkan banyaknya perbandingan antara pasien dengan perawat yang ada berbanding terbalik. Bukan hanya menghabiskan waktu, akan tetapi juga akan mengancam nyawa pasien jika infusnya terlambat di isi [6]. Pada penelitian sebelumnya penulis membuat prototype monitoring infus berbasis IoT, metode yang digunakan untuk untuk membangun alat pada penelitian sebelumnya yaitu Waterfall. Pengujian alatnya menggunakan perangkat keras yang terdiri dari Load Cell dengan Modul HX711 sebagai sensor berat, NodeMCU V3 sebagai prosesor dan web server thingspeak sebagai interface dengan user.dan di penelitian sebelumnya penulis membuat alat berupa tiang aluminium acrylic, dan kayu, sumber tegangan berupa rangkaian catu daya dihubungkan paralel ke aki 12 volt. Pembacaan tetesan cairan infus dan habisnya cairan infus menggunakan LED dan photodiode. Alat tersebut dapat mendeteksi jumlah cairan infus dengan eror 4,54%[3].

Selanjutnya pada penelitian sebelumnya menghasilkan suatu alat monitoring tetesan infus yang dapat memberikan informasi mengenai laju tetesan dan kondisi cairan pada infus. Sehingga perawat tidak secara manual dalam mengatur kecepatan tetesan infus dan dapat meningkatkan peningkatan pelayanan pada pasien. Berdasarkan permasalahan tersebut dan didukung oleh penelitian sebelumnya menggunakan konsep jaringan internet of things kita bisa merancang suatu alat yang dapat memantau atau memonitoring infus. Teknologi IoT berkembang sebagai sebuah konsep yang bertujuan untuk memanfaatkan secara luas konektivitas jaringan komputer, terkhususnya internet dalam implementasi aktivitas sehari – hari tanpa batas waktu. Perangkat keras yang mendukung teknologi monitoringnya yaitu Wemos D1 R2 sebagai mikrokontroller. Infus akan dipasang 2 sensor yaitu ultrasonik untuk mendeteksi volume cairan infus, dan infrared untuk menghitung tetesan infus, IoT untuk mengirim data, wemos untuk mengidentifikasi data, dan web server akan menampilkan data. Alat ini menampilkan data berupa volume cairan infus dan jumlah tetesan infus per menit. Dengan dirancangnya alat ini dapat membantu perawat dalam mengurangi resiko kerja dan menangani infus pasien saat memonitoring infus, karena

perawat tidak perlu mengecek setiap kamar dan hanya perlu melihat web server desktop di ruang perawat.

II. DASAR TEORI

A. Infus

Infus merupakan pemasukan suatu cairan atau obat ke pada tubuh melalui rute intravena menggunakan laju konstan selama periode saat yang dibutuhkan[7]. Infus biasanya diberikan kepada pasien yang membutuhkan obat sangat cepat atau membutuhkan obat secara pelan namun terus menerus. Adapun pemberian obat yang seperti biasa melalui mulut yang dimana itu membutuhkan proses yang cukup lama untuk tubuh dapat menyerapnya, dan saat proses pencernaan dimungkinkan terdapat enzim pencernaan yang akan memecah obat yang diminum sehingga kurang efektif namun lebih baik jika langsung masuk kedalam peredaran darah melalui infus[8]. Dengan memasukkan sebuah jarum kealiran pembuluh darah itulah yang dilakukan infus. Biasanya jarumnya ditanam di siku-siku, pergelangan tangan, atau punggung tangan, dan bagian kaki. Jumlah tetesan cairan infus setiap menitnya akan dipantau seorang perawat rumah sakit

B. Labu Infus

Labu infus pada penelitian ini digunakan sebagai wadah tempat atau kantong untuk menampung cairan yang ada pada infus dan labu infus yang dipakai pada penelitian ini memiliki ukuran 500 ml.

C. Internet Of Things

IoT adalah sebuah konsep yang memiliki tujuan memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus-menerus. Contoh dari pengimplementasian IoT meliputi sharing data, remote control, topologi jaringan dan akan terus bertambah sesuai dengan kebutuhan[9]. Pengimplementasiannya juga ada pada barang atau benda di dunia nyata, seperti elektronik, bahan pangan, berbagai koleksi, dan peralatan apapun. Dan hal atau benda hidup yang terhubung ke jaringan lokal dan jaringan global hal ini bisadilakukan dengan adanya sensor yang tertanam dalam sistem dan selalu aktif. Maksud dari IoT ialah jaringan penghubung objek itu sendiri dengan objek lainnya yang mempunyai alamat IP, sehingga dapat saling bertukar informasi dengan objek dan wilayah yang dideteksi[10]. Aplikasi IoT pada bidang medis yaitu kemampuan yang berguna untuk memonitoring kesehatan pasien yang diletakkan pada tubuh dengan menggunakan wireless sensor. Untuk peralatan penting dan mengumpulkan statistik penggunaan dapat memakai sensor elektronik, bahkan bisa juga untuk melacak dan pemeliharaan jadwal. Setelah semua data yang terkumpul ke sistem pusat, rumah sakit dan klinik bisa lebih efisien dan dapat mengurangi biaya operasional. Sensor yang terdapat di dalam jaringan IoT berguna untuk mengidentifikasi dan mendeteksi parameterparameter dari peralatan melalui jaringan komunikasi kabel maupun nirkabel, oleh karena itu bisa memperoleh data yang akurat serta proses kontrol secara real time [11].

D. Mikrokontroler Wemos D1 R2

Wemos D1 R2 merupakan salah satu board yang dapat berfungsi dengan arduino khususnya untuk project yang mengungus konsep *IoT*[12]. Wemos dapat *running*

standalone berbeda dengan modul wifi lain yang masih membutuhkan mikrokontroler sebagai pengontrol atau otak dari rangkaian tersebut, wemos dapat *running standalone* karena didalamnya sudah terdapat CPU yang dapat memprogram melalui serial port atau via OTA (*Over The Air*) serta transfer program secara wireless[13].



GAMBAR 2. 1
Wemos D1 R2[12].

E. Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik adalah sensor untuk mengubah besaran bunyi menjadi besaran listrik dan sebaliknya. Prinsip kerja dari sensor ultrasonik menggunakan pantulan gelombang suara untuk mendefinisikan eksistensi atau jarak suatu objek dengan frekuensi tertentu. Alat pembangkit gelombang ultrasonik disebut *piezoelektrik*. Pada umumnya alat ini menembakkan gelombang ultrasonik menuju suatu area jika sudah mencapai permukaannya maka akan terjadi pantulan gelombang[14].



GAMBAR 2. 2
Sensor Ultrasonik[14].

F. Sensor infrared

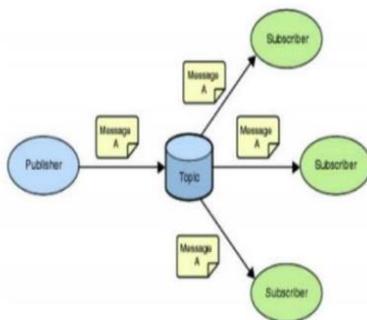
Infrared (IR) detektor atau sensor infra merah adalah komponen elektronika yang dapat mengidentifikasi cahaya infra merah (infrared IR). Sensor infra merah atau detektor infra merah saat ini ada yang dibuat khusus dalam satu modul dan dinamakan sebagai IR Detector Photomodules[16].



GAMBAR 2. 3
Sensor Infrared (IR)[16].

G. Layanan MQTT

Layanan MQTT merupakan singkatan dari Message Queueing Telemetry Transport adalah layanan yang dapat digunakan pada program IoT subscriber dengan publisher[18]. Cara kerja broker adalah dengan pesan yang masuk dari publisher diterima oleh broker, kemudian pesan tersebut diteruskan ke subscriber yang telah mensubscribe layanan tersebut dengan memasukkan kode – kode tertentu untuk mendapatkan informasi yang dikehendaki. Untuk skema cara kerja broker dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



GAMBAR 2.4 MQTT[18].

Model publish-subscribe ini memudahkan pengguna karena seseorang tidak harus menerima semua informasi yang ada, tetapi dapat menentukan model informasi yang ingin diterima dari subscriber, yang pada grafik diatas, topic sebagai pertantara publisher dengan subscriber adalah MQTT broker yang berperan untuk membagikan pesan dari publisher. Model layanan MQTT ini merupakan open source yang memudahkan pengguna IoT untuk mengirimkan data dan memproses data alat mikroprosesor untuk diproses lebih lanjut oleh backend. Penggunaan MQTT Browser dan MQTT database digunakan penulis karena ukuran pesan yang dikirimkan ringan serta kemudahannya dalam mendapatkan data dan mengakses data dari database yang nantinya akan diolah lebih lanjut oleh backend untuk memproses data dari alat monitoring infus untuk menentukan volume dan tetesan permenit dari infusnya. Pada MQTT terdapat MQTT broker yang berperan untuk menangani publish dan subscribe data pada protocol MQTT. Untuk broker yang dapat digunakan sebagai broker apda MQTT diantaranya Mosquito, HiveMQ, dan lain-lain, namun penulis pada kesempatan kali ini menggunakan HiveMQ akibat kemudahan akses layanan MQTT yang diberikan seperti respon pengiriman data lebih cepat dari HTTP atau HTTPS dan MQTT di buat khusus untuk IoT, impact akan keliatan kalo device nya banyak (jumlah infus yg dimonitor).

H. Pengujian QoS (Quality of Service)

QoS (Quality of Service) adalah metode dalam pengukuran tentang menjamin performansi dan merupakan parameter untuk mengukur kualitasdari suatu layanan yang mampu memberikan analisis jaringan yang baik, dimana aspek ini yang sering digunakan didalam analisis jaringan[19]. QoS didefinisikan sebagai sebuah mekanisme atau cara memungkinkan layanan dapat beroperasi sesuai dengan karakteristikdari setiap jaringan IP (Internet Protocol) [20]. Ada 2 parameter yang dapat menentukan QoS pada jaringan yang saya gunakan yaitu:

1. Delay

Delay merupakan penundaan waktu suatu paket yangdiakibatkan oleh proses transmisi dari satu titik ke titik yang lain menjadi tujuannya. Delay dapat dipengaruhi oleh jarak, media fisik, kongesti atau proses waktu yang lama [20]

$$Delay = \frac{Total\ waktu}{Total\ paket\ diterima}$$

TABEL 2.1 Standart Delay TIPHON [20]

Kategori	Besar Delay (ms)	Indeks
Sangat Bagus	<150 ms	4
Bagus	150 – 300 ms	3
Sedang	300 – 450 ms	2
Buruk	>450 ms	1

2. Throughput

Throughput yaitu kinerja jaringan yang terukur. Throughput adalah jumlah total kedatangan paket yang sukses yang diamati pada tujuan selama interval waktu tertentu dibagi oleh durasi interval waktu tersebut [20].

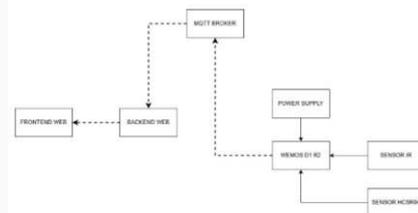
$$Throughput = \frac{Paket\ data\ diterima}{lama\ waktu\ pengamatan}$$

TABEL 2.2 Standart Throughput TIPHON[20]

Kategori	Besar Throughput	Indeks
Sangat Bagus	100 bps	4
Bagus	75 bps	3
Sedang	50 bps	2
Buruk	<25 bps	1

III. PERANCANGAN SISTEM

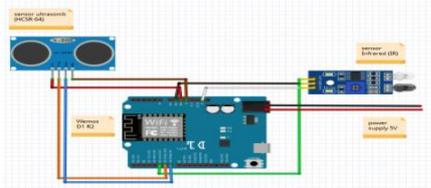
A. Desain Sistem



GAMBAR 3.1 Blok diagram

Sistem ini melalui tahapan yang dimana power Supply terhubung ke Wemos D1 R2. Sensor Infrared (IR) untuk mendeteksi tetesan cairan dari infusnya per menit dan Sensor Ultrasonik (HCSR04) untuk menghitung volume cairan infus yang tersisa, kedua dari sensor tersebut terhubung ke wemos D1 R2 untuk mengirimkan data sensor. Selanjutnya Wemos D1 R2 akan terhubung ke MQTT Broker dengan jaringan internet atau wifi untuk mengirimkan data sensor berbentuk tipe data Json. Kemudian backend mengambil nilai terbaru dari MQTT Broker dan frontend akan mengambil data dari backend untuk ditampilkan pada websitenya.

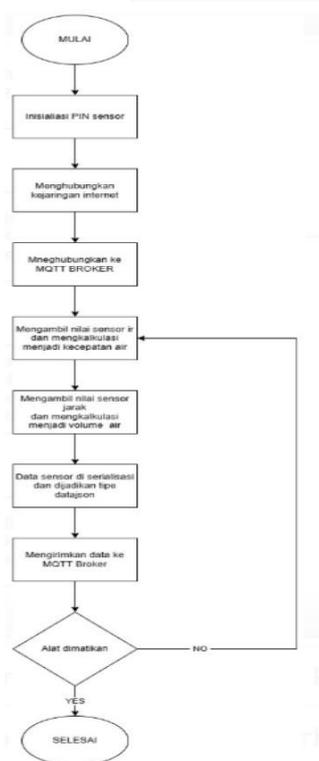
B. Desain Perangkat Keras



GAMBAR 3.2
Desain Perangkat Keras

Penelitian tugas akhir ini ialah merancang sistem alat monitoring infus berbasis Internet of Things. Sistem monitoring infus yang akan dibangun merupakan sistem yang dapat memonitor atau melihat keadaan volume dan tetesannya permenit yang hasil inputnya dari 2 sensor yaitu Sensor Ultrasonik (HCSR04) dan Sensor Infrared (IR). Sensor tersebut akan menjadi tolak ukur kesimpulan dari penelitian ini. Kemudian data diolah dengan menggunakan MQTT Broker. Berikut penjelasan masing-masing dari perangkat diatas.

1. Power supply atau sumber listrik ialah perangkat yang memberikan listrik ke perangkat elektronik dengan voltase 5V yang terhubung ke wemos D1 R2.
2. Sensor Ultrasonik (HCSR04) merupakan komponen yang menggunakan gelombang suara frekuensi tinggi untuk mendeteksi objek dan mengukur jarak dari objek tersebut, data dari sensor yang telah didapatkan akan diteruskan ke wemos D1 R2.
3. Sensor Infrared (IR) yang dimana sinar inframerah yang dipancarkan oleh pemancar akan dipantulkan atau dipantulkan kembali oleh objek yang terkena sinar, data yang didapatkan akan diteruskan ke wemos D1 R2.
4. Wemos D1 R2 merupakan pusat untuk mengontrol yang dimana tempat menerima data dari semua sensor.



GAMBAR 3.3
Flowchart Perancangan Perangkat Peras

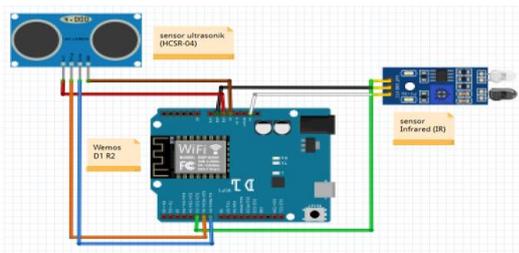
Saat alat dijalankan board wemos D1 R2 akan melakukan inisialisasi pin, setelah itu board wemos D1 R2 melakukan koneksi atau terhubung dengan jaringan internet penulis, dan board wemos D1 R2 melakukan koneksi dengan MQTT Broker. Sensor Infrared IR melakukan pengambilan data kecepatan dengan perhitungan yang telah dibuat Sensor ultrasonik HCSR04 melakukan pengambilan data volume dengan perhitungan yang telah dibuat, selanjutnya data di serialisasi dan diubah tipe datanya menjadi tipe data json. Data dipublis ke MQTT Broker dengan topic yang telah dibuat, jika alat tidak dimatikan, proses akan berulang dari pengambilan data sensor, jika alat dimatikan maka program selesai.

C. Spesifikasi Komponen

1. Wemos D1 R2

Pada penelitian ini Wemos D1 R2 berfungsi untuk menerima inputan dari beberapa sensor dan yang dipakai pada penelitian ini memakai sensor ultrasonik dan sensor Infrared. Cukup banyak modul Wifi yang menggunakan SoC ESP8266. Berikut merupakan komponen yang digunakan pada tugas akhir ini :

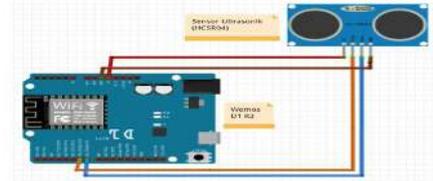
1. Arduino compatible, artinya dapat diprogram menggunakan Arduino IDE dengan sintaks program dan library yang banyak terdapat di internet.
2. Pinout yang compatible dengan Arduino uno, wemos D1 R2 merupakan salah satu product yang memiliki bentuk dan pinout standar seperti arduino uno. Sehingga memudahkan kita untuk menghubungkan dengan arduino shield lainnya
3. Pinout yang compatible dengan Arduino uno, wemos D1 R2 merupakan salah satu product yang memiliki bentuk dan pinout standar seperti arduino uno. Sehingga memudahkan kita untuk menghubungkan dengan arduino shield lainnya.
4. Wemos dapat running stand alone tanpa perlu dihubungkan dengan mikrokontroler. Berbeda dengan modul Wifi lain yang masih membutuhkan mikrokontroler sebagai pengontrol, wemos dapat running stand alone karena didalamnya sudah terdapat CPU yang dapat diprogram melalui Serial port ataupun via OTA (Over The Air) atau transfer program secara wireless.
5. High Frequency CPU, dengan processor utama 32bit berkecepatan 80MHz wemos dapat mengeksekusi program lebih cepat dibanding dibandingkan mikrokontroler 8 bit yang digunakan di Arduino.
6. Dukungan High Level Language, Selain menggunakan Arduino IDE. Wemos juga dapat diprogram menggunakan bahasa Python dan Lua. Sehingga memudahkan bagi network programmer yang belum terbiasa menggunakan Arduino.



GAMBAR 3. 1
Prototype Rangkaian Wemos D1 R2

TABEL 3. 1
Spesifikasi Wemos D1 R2

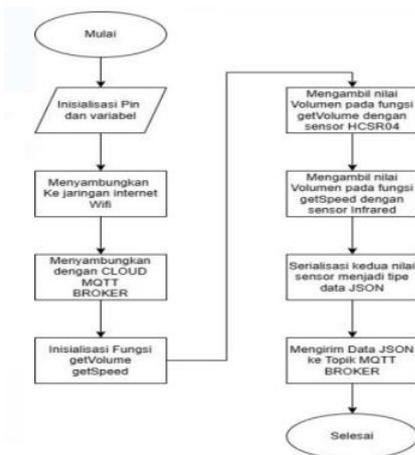
Pin digital	16 x I/O (GPIO)
Pin analog	1 x ADC inputan maksimal 3,3vDC
Konektor	Micro USB
Flash Memory	4 Mb
Clock Speed	80Mhz/160Mhz
Dimensi	7cm x 5,4cm x 1,5cm
Tegangan	9v - 24vDC
Wi-Fi	ESP-8266 ESP-12F



GAMBAR 3. 6
Prototype Rangkaian Sensor Ultrasonik

TABEL 3. 2
Spesifikasi Sensor Ultrasonik

Dimensi	45 mm (P) x 20 mm (L) x 15 mm (T)
Tegangan	5 VDC
Arus pada mode siaga	<2 mA
Arus pada saat deteksi	15 mA
Frekuensi suara	40 kHz
Jangkauan minimum	2 cm
Jangkauan maksimum	400 cm
Input trigger	10 μS minimum, pulsa level TTL
Pulsa echo	Sinyal level TTL positif, lebar berbanding proporsional dengan jarak yang dideteksi



GAMBAR 3.4
Diagram Alir Wemos D1 R2

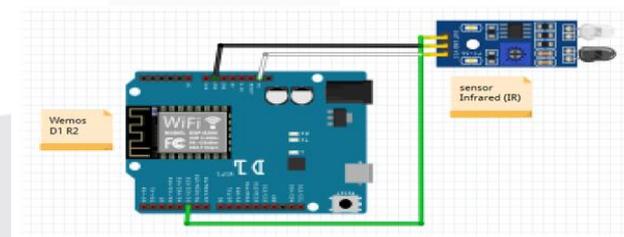
Ketika wemos dipasang dengan daya atau power supply alatnya akan menyala. Pada pertama kali di jalankan, wemos akan melakukan inisialisasi variabel dan pin yang dibutuhkan. Lalu wemos akan menyambungkan pada koneksi internet atau wifi setelah itu wemos akan menyambungkan koneksi ke MQTT broker. Proses ini hanya di lakukan sekali ketika wemos baru dinyalakan. Setelah semua selesai, wemos membuat fungsi untuk mendapatkan nilai volume dari sensor ultrasonik dan kecepatan dari sensor infrared. Setelah itu program akan menjalankan looping yaitu meliputi Pengambilan data dari sensor ketika data didapatkan, data di serialisasi menjadi JSON. Lalu dikirim ke topik yang telah di tentukan pada MQTT Broker. Ketika wemos tidak diberi daya program akan selesai

D. Sensor Ultrasonik

Sensor Ultrasonik adalah sensor yang menggunakan gelombang suara dengan frekuensi ultrasonik (di atas 20 kHz) untuk mendeteksi objek atau jarak. Sensor ini bekerja dengan memancarkan gelombang ultrasonik ke objek dan kemudian menerima pantulan gelombang yang dipantulkan kembali ke sensor. Kemudian, sensor mengukur waktu yang dibutuhkan gelombang suara untuk pergi ke objek dan kembali ke sensor.

E. Sensor Infrared

Sensor infrared terdiri dari dua bagian utama, yaitu modul IR *transmitter* (pengirim) terdiri dari LED inframerah yang berfungsi untuk memancarkan cahaya inframerah pada objek yang akan dideteksi dan modul IR *receiver* (penerima) terdiri dari photodiode inframerah yang berfungsi untuk mendeteksi cahaya inframerah yang dipantulkan atau dipancarkan oleh objek yang dideteksi.



GAMBAR 3. 7
Prototype Rangkaian Sensor Infrared

TABEL 3. 3
Spesifikasi Sensor Infrared

Tegangan	3V - 5V
Jarak	2cm - 30cm
Arus Listrik	3.3V ~23mA dan 5V~43mA
Effective angle	35°
Temperatur kerja	-10° + 50°
Dimensi	47 x 14 x 7 mm
Output	1 buah output yaitu digital output yang berupa tegangan output
potensiometer	pengatur sensitivitas sensor dalam melakukan sensing

F. Desain Perangkat Lunak

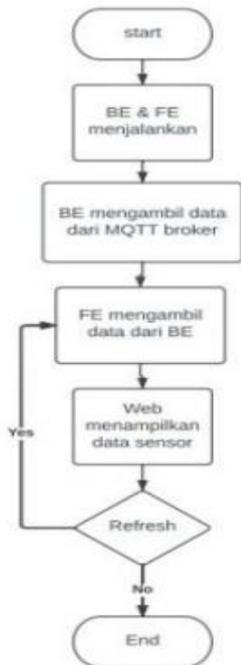
1. Arduino IDE

Arduino IDE berguna untuk membuat suatu program menjalankan Arduino Uno bisa berupa perintah atau source kode, melakukan pengecekan kesalahan, kompilasi, upload program, dan menguji hasil kerja arduino melalui serial monitor.



Gambar 3.5 Toolbars IDE

2. Flowchart Software



GAMBAR 3.6 Flowchart Perangkat Lunak

pada saat program dimulai, backend dan frontend dijalankan dengan perintah npm start, backend melakukan subscription pada topic yang telah penulis buat di MQTT Broker selanjutnya Backend mengambil data dari MQTT broker. Setelah mendapatkan data sensor frontend mengambil data sensor dari backend, frontend menampilkan data yang telah di dapatkan pada card website yang telah dibuat. Pada saat penulis merefresh website, maka akan terjadi perulangan dari pengambilan data terbaru sensor backend ke frontend, jika penulis tidak merefresh atau memuat ulang web nya maka program selesai.

3. Diagram Alir Backend



GAMBAR 3.7 Diagram Alir Backend

Backend akan berjalan ketika ada request dari FrontEnd, ketika FrontEnd merequest programnya akan berjalan Backend akan membuat endpoint untuk di request dari FrontEnd, Backend akan melakukan koneksi dengan MQTT broker agar bisa mendapatkan data, Backend akan melakukan subscribe pada topik yang telah ditentukan. Ketika ada data baru Backend secara otomatis akan mendapatkan data baru tersebut.

IV. HASIL DAN ANALISIS

A. Tujuan Pengujian Alat

Suatu peralatan atau program dapat dikatakan bekerja dengan baik jika telah dilengkapi dengan pengujian sesuai fungsi kerja dari peralatan tersebut. Pengujian bertujuan untuk mendapatkan evaluasi terhadap sistem yang telah dikerjakan agar mendapatkan kinerja yang lebih baik dengan melakukan perbaikan terhadap rangkaian yang mengalami kekurangan saat melakukan pengujian.

B. Pengujian Hardware



Gambar 4.1 Keseluruhan Alat

Pada gambar di atas, merupakan tampilan alat keseluruhan dari tampak depan. Pada gambar tersebut posisi

sensor ultrasonik berada pada bagian atas labu infus, yang bertujuan agar mempermudah dalam menerima suara ke sensornya. Pada bagian bawah labu infus terdapat sensor infrared yang dapat menghitung hasil tetesan infusnya. Pada bagian bawah terdapat Wemos D1 R2 yang terhubung dengan sensor ultrasonik dan sensor infrared. pengujian alat bertujuan untuk mengetahui apakah alat dapat berfungsi sesuai yang direncanakan. Pengujian alat terbagi dalam beberapa pengujian seperti berikut..

C. Pengujian Sensor

Pengujian dilakukan dengan beberapa tahapan, mulai dari pengujian volume infus, pengujian tetesan infus permenit dan pengujian data yang terkirim di *website*.

1. Pengujian Sensor ultrasonik

a. Tujuan pengujian

Tujuan dari pengujian ini untuk mengetahui berapa volume infus yang tersisa di labu infus dengan menggunakan sensor ultrasonik.

b. Tahapan pengujian

Beberapa tahapan-tahapan dari pengujiannya : Sensor ultrasonik mendeteksi volume infus dan mengirimkan data ke wemos D1 R2 untuk diproses. Setelah itu akan terkirim ke *website* dan akan ditampilkan berupa volume infusnya. Selanjutnya dilakukan pengujian manual dengan foto ukuran cairan infus di tabung infus.

2. Hasil pengujian

Hasil dari pengujiannya :

Tabel 4. 1 Pengujian Sensor Ultrasonik

Pengujian Sensor Ultrasonik		
Foto Pengujian	Hasil Sensor Ultrasonik	Hasil Gambar Di Labu Infus
	Hasil sensor 496 ml	Hasil di Labu Infus < 500 ml
	Hasil sensor 428 ml	Hasil di labu infus > 400 ml
	Hasil sensor 296 ml	Hasil di labu infus 300 ml
	Hasil sensor 240 ml	Hasil di labu infus < 300 ml

pada pengujian pengukuran volume infus dengan sensor ultrasonik menggunakan website, dan pengukuran volume infus secara langsung, hasilnya tidak jauh berbeda, pada pengukuran pertama, website menunjukkan hasil 496 mL,

dan pada pengukuran langsung, cairan berada sedikit dibawah haris 500mL, ini membuktikan bahwa hasil pengukuran sensor dan pengukuran langsung tidak memiliki hasil yang jauh berbeda.

3. Pengujian Sensor Infrared

a. Tujuan Pengujian

Tujuan dari pengujian ini untuk mengetahui jumlah tetesan infus permenit dengan menggunakan sensor infrared.

b. Tahapan pengujian

Beberapa tahapan-tahapan dari pengujiannya : Sensor infrared mendeteksi jumlah tetesan infus selama 1 menit lalu mengirimkan data ke wemos D1 R2 untuk diproses dan akan dikirim data ke *website* untuk ditampilkan. Selanjutnya dilakukan pengujian manual dengan menghitung jumlah tetesan infus per menit.

4. Hasil pengujian

Hasil dari pengujiannya :

Tabel 4. 2 Pengujian Sensor Infrared

Pengujian sensor infrared		
Pengujian	Hasil menggunakan sensor infrared	Hasil menggunakan hitungan manual
	Hasil menggunakan sensor Infrared 35 tetes permenit	Hasil menggunakan hitungan manual 33 tetes permenit
	Hasil menggunakan sensor Infrared 36 tetes permenit	Hasil menggunakan hitungan manual 40 tetes permenit
	Hasil menggunakan sensor Infrared 41 tetes permenit	Hasil menggunakan hitungan manual 40 tetes permenit
	Hasil menggunakan sensor Infrared 42 tetes permenit	Hasil menggunakan hitungan manual 45 tetes permenit

setelah dilakukan pengujian hasil jumlah tetesan infus menggunakan sensor infrared (IR) dengan perhitungan secara langsung berbeda. Galat rata-rata tetes infus per menit yaitu kecil dari 4 tetes permenit.

D. Pengujian Volume Infus dan Tetesan Infus

Tabel 4. 3 Pengujian Sensor Ultrasonik dan Infrared

Pengujian				
Foto Pengujian	Tetesan per menit	Volume infus	Tetesan dan Volume infus terdeteksi	
	41 tetes per menit	544 ml	Terdeteksi	
	115 tetes per menit	484 ml	Terdeteksi	
	37 tetes per menit	448 ml	Terdeteksi	
	115 tetes per menit	392 ml	Terdeteksi	
	115 tetes per menit	320 ml	Terdeteksi	

Pengujian				
Foto Pengujian	Tetesan per menit	Volume infus	Tetesan dan Volume infus terdeteksi	
	902 tetes per menit	88 ml	Terdeteksi	
	784 tetes per menit	48 ml	Terdeteksi	
	706 tetes per menit	12 ml	Terdeteksi	
	586 tetes per menit	-28 ml	Terdeteksi	

Setelah dilakukan pengujian sensor infrared dan ultrasonik dapat terdeteksi. Tetapi untuk sensor ultrasonik bagian atas tabung infus harus dilubangi agar sensor dapat menembus langsung sensor ultrasonik dan dibagian bawah labu infusnya tidak simetris untuk perhitungannya kurang akurat . Sementara untuk sensor infrared tidak ditengah dan sempit sensor sehingga perhitungannya jadi kurang tepat.

E. Pengujian Website

Tabel 4. 4 Pengujian Website

Skenario pengujian	Aksi	Hasil yang diharapkan	Status
Hasil data yang masuk	Melihat halaman utama	Berhasil menampilkan data hasil sesuai data terakhir yang masuk	sesuai
Kondisi berubah berdasarkan data terakhir yang masuk	Melihat halaman utama	Berhasil menampilkan hasil yang terakhir masuk	sesuai
Menampilkan volume dan tetesan	Melihat halaman utama	Berhasil menampilkan data terakhir secara <i>realtime</i>	sesuai
Web responsive mengikuti ukuran layar	Melihat halaman utama	Semua tampilan web berhasil mengikuti semua ukuran layar	sesuai

Berdasarkan tabel diatas, skenario pengujian sudah sesuai harapan. Untuk tampilan website yang sudah dibuat oleh pengguna untuk melihat hasil pengujian ditampilkan pada gambar di bawah ini:



GAMBAR 4.2 Tampilan Website

F. Pengujian *Quality of Service* (QoS)

Pengukuran *QoS* pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas sensor pada aplikasi *website*. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan aplikasi *wireshark* sebagai aplikasi tambahan. *Wireshark* adalah tool yang ditujukan untuk penganalisisan paket data jaringan. *Wireshark* melakukan pengawasan secara waktu nyata (*realtime*), artinya aplikasi *wireshark* akan mengawasi semua paket data yang keluar masuk melalui antar muka yang telah ditentukan, kemudian menangkap data dan menampilkan selengkap mungkin.

Pada penelitian ini, skema pengujian yang dilakukan adalah melakukan pengukuran terhadap dua parameter *QoS* yaitu *throughput* dan *delay* dari proses pengiriman data yang bersumber dari *website* digunakan untuk menghitung *throughput* dan *delay*. Hasil pengujian *QoS* pada *wireshark* dapat dilihat pada bagian berikut.

1. *Throughput*

Tabel 4. 5 Hasil Pengujian *Throughput*

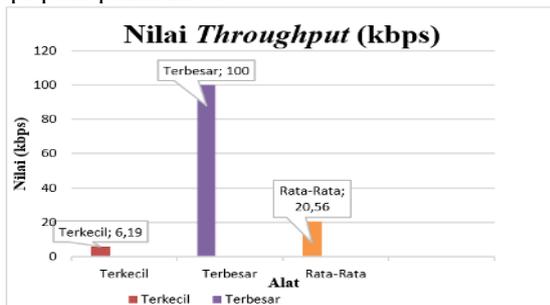
Pengujian	Waktu	Throughput
1	20:36	27 kbps
2	20:47	12 kbps
3	21:08	100 kbps
4	21:27	34 kbps
5	21:45	26 kbps
6	21:49	17 kbps
7	22:11	11 kbps
8	23:02	8,34 kbps
9	23:12	19 kbps
10	23:21	6,19 kbps
11	23:32	6,49 kbps
12	23:40	16 kbps
13	23:50	9,23 kbps
14	23:59	8,79 kbps
15	00:08	7,41 kbps
Rata-rata		20,56 kbps

Tabel 4. 6 Hasil Pengujian *Delay*

Pengujian	Waktu	Delay
1	20:36	268,866 ms
2	20:47	114,109 ms
3	21:08	612,551 ms
4	21:27	86,682 ms
5	21:45	76,689 ms
6	21:49	96,223 ms
7	22:11	108,865 ms
8	23:02	170,051ms
9	23:12	146,123 ms
10	23:21	200,824 ms
11	23:32	198,951 ms
12	23:40	120,707 ms
13	23:50	165,912 ms
14	23:59	185,420 ms
15	00:08	180,376 ms
Rata-rata		182,156 ms

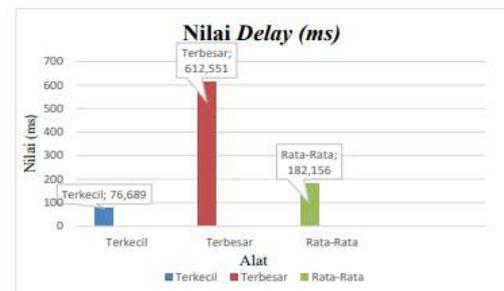
Data di atas merupakan pengujian QoS pada parameter *Throughput* yang telah melalui pengujian sebanyak 15 kali dari pukul 20:36 sampai 00:08. Berdasarkan tabel di atas, nilai terkecil 6,19 kbps pada pukul 23:21 dan nilai terbesar 100 kbps pada pukul 21:08.

Pada data di atas merupakan pengujian QoS yaitu parameter *Delay* yang telah melalui pengujian sebanyak 15 kali dari pukul 20:36 sampai 00:08. Berdasarkan tabel di atas, alat memiliki rata-rata *Delay* sebesar 182,156 ms untuk mengirimkan data ke website. Untuk nilai terkecil yang didapat yaitu 76,689 ms pada pukul 21:45 dan nilai terbesar 612,551 ms pada pukul 21:08.



Gambar 4. 4 Grafik nilai *Throughput*

Alat menghasilkan nilai rata-rata *Throughput* sebesar 20,56 kbps atau setara 20.560 bps. Berdasarkan standarisasi TIPHON, nilai *Throughput* dari alat ini termasuk ke dalam kategori buruk yang ditunjukkan dengan nilai rata-rata <25 bps dengan indeks 1.



GAMBAR 4.5 Grafik Nilai *Delay*

Perbedaan nilai tertinggi dan terendah tidak signifikan yaitu 535,862 ms. Dengan nilai rata-rata *Delay* yang dihasilkan yaitu 182,156 ms jika disesuaikan dengan standarisasi TIPHON termasuk kedalam kategori bagus. Hal ini dikarenakan nilai tersebut berada pada rentang 150 – 300 ms dengan nilai indeks 3

V. KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dibahas pada bagian sebelumnya, penulis menyimpulkan bahwa:

1. Hasil pengujian menggunakan sensor ultrasonik dalam pengukuran volume infus secara langsung, hasilnya tidak jauh berbeda, pada pengukuran pertama, website menunjukkan hasil 496 mL, dan pada pengukuran langsung, cairan berada sedikit dibawah garis 500 mL, membuktikan bahwa hasil pengukuran sensor dan pengukuran langsung tidak memiliki hasil yang jauh berbeda.

2. Hasil pengujian menggunakan sensor infrared jumlah tetesan infus menggunakan dengan perhitungan secara langsung berbeda. Galat rata-rata tetes infus per menit yaitu kecil dari 4 tetes permenit
3. Nilai *Throughput* yang dimiliki oleh alat simulasi memiliki hasil yang sangat buruk berdasarkan standar TIPHON.
4. Nilai *Delay* yang dimiliki oleh alat simulasi memiliki hasil yang bagus berdasarkan standar TIPHON.

B. Saran

Berdasarkan hasil pengujian yang didapatkan oleh penulis, ada beberapa saran untuk pengembangan alat yang telah dibuat, diantaranya:

1. Optimasi nilai *Throughput* yang diperoleh agar alat dapat berfungsi lebih baik.
2. Menggunakan sensor yang udah dipresisi.
3. Membuat custom tabungnya supaya lebih mudah dalam mengkalibrasi sensornya supaya lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Akbar, T., & Gunawan, I. (2020). Prototype Sistem Monitoring Infus Berbasis IoT (Internet Of Things). *Edumatic: Jurnal Pendidikan Informatika*, 4(2), 155-163.
- [2] Muhamad, H. (2017). Sistem Monitoring Infus Menggunakan Arduino Mega 2560 (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar).
- [3] Muljodipo, N., Sompie, S. R., & Robot, R. F. (2015). Rancang Bangun Otomatis Sistem Infus Pasien. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 4(4), 12-22.
- [4] Lestari, N. (2017). Rancang Bangun Sistem Monitoring Sisa Cairan Infus Dan Monitoring Aliran Infus Berbasis Arduino Di Puskesmas Muara Beliti. *Jusikom: Jurnal Sistem Komputer Musirawas*, 2(1), 21-27.
- [5] Firdaus, M. Y., Al Banna, A. S., & Saputra, A. T. (2020, November). SISTEM KONTROL DAN MONITORING INFUS BERBASIS NODEMCU. In *Prosiding Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif (SENTRINOV)* (Vol. 6, No. 1, pp. 372-378).
- [6] Priyandoko, G. (2021). Rancang Bangun Sistem Portable Monitoring Infus Berbasis Internet of Things. *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 3(2), 56-61.
- [7] Wicaksono, Y. A. (2017). Sistem Monitoring Infus Menggunakan LoadCell Berbasis Mikrokontroler Atmega8535 Dan Web (Studi Kasus di Rumah Sakit Bhakti Wira Tamtama Semarang). *ELKOM: JURNAL ELEKTRONIKA DAN KOMPUTER*, 10(1).
- [8] Suprayogi, H., & Priyandoko, G. (2019). Pembuatan Infus Elektronik Rumah Sakit. *JURNAL APLIKASI DAN INOVASI IPTEKS" SOLIDITAS"(J-SOLID)*, 2(1), 25-34.
- [9] Junaidi, A. (2015). Internet of things, sejarah, teknologi dan penerapannya. *Jurnal Ilmiah Teknologi Infomasi Terapan*, 1(3).
- [10] Wilianto, W., & Kurniawan, A. (2018). Sejarah, cara kerja dan manfaat internet of things. *Matrix: Jurnal Manajemen Teknologi Dan*
- [11] Fadhilah, K., Stefanus, A., & Fauzandhiya, D. (2018, October). Perangkat pemantau kesehatan mental berbasis IoT. In *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar* (Vol. 9, pp. 840-847).
- [12] Kusuma, N. A. A. (2018). Rancang bangun smart home menggunakan wemos d1 r2 arduino compatible berbasis esp8266 esp-12f (Bachelor's thesis, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta).
- [13] Kusuma, T., & Mulis, M. T. (2018). Perancangan Sistem Monitoring Infus Berbasis Mikrokontroler Wemos D1 R2. *Konferensi Nasional Sistem Informasi (KNSI) 2018*.
- [14] Arsada, B. (2017). Aplikasi sensor ultrasonik untuk deteksi posisi jarak pada ruang menggunakan arduino uno. *Jurnal Teknik Elektro*, 6(2).
- [15] Arief, U. M. (2011). Pengujian sensor ultrasonik ping untuk pengukuran level ketinggian dan volume air. *Jurnal Ilmiah Elektikal Enjiniring UNHAS*, 9(2), 72-77.
- [16] Hidayat, M. S., Pagiling, L., & Nur, M. A. (2019). Perancangan Sistem Pengepakan Otomatis Berbasis Arduino Uno Menggunakan Sensor Jarak Infra Red. *J. Fokus Elektroda Energi List. Telekomun. Komputer, Elektron. dan Kendali*, 4(1), 1-8.
- [17] Suryana, T. (2021). Sistem Pendeteksi Objek Untuk Keamanan Rumah Dengan Menggunakan Sensor Infra Red.
- [18] Saputra, G. Y., Afrizal, A. D., Mahfud, F. K. R., Pribadi, F. A., & Pamungkas, F. J. (2017). Penerapan Protokol MQTT Pada Teknologi Wan (Studi Kasus Sistem Parkir Univeristas Brawijaya).
- [19] Wulandari, R. (2016). Analisis QoS (Quality of Service) pada jaringan internet (studi kasus: upt loka uji teknik penambangan jampang kulon- lipi). *Jurnal teknik informatika dan sistem informasi*, 2(2).
- [20] Budiman, A., Duskarnaen, M. F., & Ajie, H. (2020). Analisis Quality of Service (QoS) Pada Jaringan Internet Smk Negeri 7 Jakarta. *PINTER: Jurnal Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer*, 4(2), 32-36.