

PEMANTAUAN INFUS BERBASIS RADIO FREKUENSI

MONITORING OF RADIO FREQUENCY INFUSION

Shinta Renata Manurung¹, Gita Indah Hapsari², Muhammad Rizqy Alfarisi³.

^{1,2,3} Universitas Telkom, Bandung
shintarenata@telkomuniversity.ac.id¹, gitaindah@telkomuniversity.ac.id²,
mrizkyalfarisi@telkomuniversity.ac.id³

Abstrak

Cairan infus yang masuk ke dalam tubuh berupa vitamin dalam bentuk cairan, ini memiliki fungsi yang cukup penting dalam pelayanan medis khususnya perawat. Di rumah sakit pasien dan petugas perawat tidak seimbang dan tidak memantau pasien selama 24 jam akibat keterbatasan itu kelalaian petugas sangat bisa terjadi terutama pada pemantauan infus. Maka dari itu untuk menghindari terjadinya kesalahan di perlukan alat sistem monitoring infus berbasis mikrokontroler yang dapat mengontrol kestabilan tetesan cairan infus pada pasien yang di kirim melalui radio frekuensi. pada sistem ini di rancang untuk mengukur volume cairan infus dan tetesan permenitnya oleh sensor optocoupler yang datanya akan dikirim oleh radio frekuensi yaitu LoRa SX1278 dengan tampilan serial monitor. Radio Frekuensi menggunakan LoRa SX1278 dapat di terima oleh diruangan terbuka dan jika ada halangan seperti bangunan tidak dapat menerima data dan 1. Sistem ini dapat mengukur volume cairan infus pada labu infus dan menampilkan data tetesan cairan infus dan volume cairan infus. Dengan pengujian mengukur volume infus dengan akurasi 1.82% dan pada perbandingan sistem dan manual kurang lebih 1 tetes permenit.

Kata Kunci : Infus, Radio Frekuensi, level cairan, tetes permenit

Abstract

Infusion fluids that enter the body in the form of vitamins in liquid form, have a fairly important function in medical services, especially nurses. In the hospital, the patient and nursing staff are not balanced and do not monitor the patient for 24 hours due to this limitation, the negligence of the officer can really occur, especially in monitoring the infusion. Therefore, to avoid errors, a microcontroller-based infusion monitoring system is needed that can control the stability of infusion fluid drops in patients sent via radio frequency. in this system is designed to measure the volume of infusion fluid and drops per minute by an optocoupler sensor whose data will be sent by a radio frequency, namely LoRa SX1278 with a serial monitor display. Radio Frequency using LoRa SX1278 can be received in open spaces and if there are obstacles such as buildings, it cannot receive data and 1. This system can measure the volume of infusion fluid in the infusion flask and display data on infusion fluid drops and infusion fluid volume. By testing the infusion volume with an accuracy of 1.82% and in comparison to the system and manual it is approximately 1 drop per minute.

Keywords: Infusion, Radio Frequency, liquid level, drops per minute

1. Pendahuluan

Di dunia kesehatan seorang perawat memasukkan cairan infus ke dalam tubuh manusia. Baik berupa vitamin dalam bentuk cair atau zat lain yang ingin dimasukkan kedalam tubuh melalui media cairan. Ini memiliki fungsi yang cukup penting dalam pelayanan medis khususnya dalam perawatan pasien yang kritis, karena cairan yang dimasukkan dengan menggunakan alat ini langsung melalui pembuluh darah (vena),

sehingga cairan yang dimasukkan bisa langsung diolah oleh tubuh karena cairan itu langsung.

Di Rumah Sakit jumlah pasien tidak seimbang dengan jumlah petugas medisnya, khususnya pada bagian pelayanan keperawatan yang bertugas 24 jam memantau kondisi pasien rawat inap satu per satu. Akibat keterbatasan itu kemungkinan kelalaian petugas jaga sangat bisa terjadi, terutama pada pemantauan kondisi cairan infus pasien. Dalam tugasnya memantau kondisi infus pasien biasanya perawat harus memeriksa kondisi infus pasien tiap

waktu yang telah diperkirakan sebelumnya, sehingga perawat harus mondar-mandir memeriksa keadaan dari infus pasien. Apabila terjadi masalah pada infus seperti selang infus macet atau cairan infus habis, petugas jaga tidak mengetahuinya sebelum ada laporan dari kerabat yang menjaga pasien.

Untuk menghindari terjadinya kesalahan tersebut maka dari itu diperlukan sistem alat berbasis mikrokontroler yang dapat mengontrol kestabilan tetesan cairan infus pasien yang menggunakan komunikasi Radio Frekuensi yang dapat memberikan informasi kondisi cairan infus pasien secara realtime secara terpusat kepada petugas medis di suatu rumah sakit.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Infus

Infus atau yang disebut terapi intervena adalah Tindakan medis yang digunakan untuk memeberikan cairan berupa nutrisi serta obat pada pasien dalam waktu dan dosis sesuai dengan kebutuhan pasien. Pemberian infus ke dalam tubuh pasien memerlukan tindakan yang tepat mulai dari pasien mendapatkan infus sampai pasien pulih dan tidak memerlukan infus lagi.[1] Istilah yang sering digunakan dalam pemasangan infus adalah gtt adalah makro tetes dan mgtt adalah mikro tetes

Rumus Tetapan Cairan Infus sebagai berikut:

- 1 gtt = 3 mgtt
- 1 cc = 20 gtt
- 1cc = 60 gtt
- 1 Kolf = 1 Labu = 500 cc
- 1cc=1ml
- Mgtt/menit=cc/jam
- Konversi dari gtt ke mgtt kali (x) 3
- Konversi dari mgtt ke gtt bagi (:) 3
- 1 Kolf atau 500cc/24jam = 7gtt
- 1 Kolf atau 500cc/24jam = 21mgtt
- Volume tetesan infus masuk perjam set mikro = jumlah tetesan x 1
- Volume tetesan infus masuk perjam set makro = jumlah tetesan x 3

Terdapat cara untuk menghitung tetesan cairan infus pada pasien. Faktor tetes untuk dewasa dan anak tidaklah sama, untuk dewasa factor tetesnya adalah 20 tetes/ml sedangkan untuk anak adalah 60 tetes/ml.[2]

Rumus Dasar Hitungan menit adalah

$$\bullet \text{ Jumlah Tetesan Permenit} = \frac{\text{Jumlah Kebutuhan Cairan} \times \text{Faktor Tetes}}{\text{waktu (menit)}}$$

Rumus dasar dalam jam adalah

$$\bullet \text{ Jumlah Tetesan Permenit} = \frac{\text{Jumlah Kebutuhan Cairan} \times \text{Faktor Tetes}}{\text{waktu(Jam)} \times 60 \text{ Menit}}$$



Gambar 2. 1 Infus

2.2. Arduino Uno

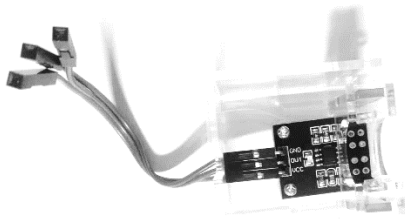
Arduino Uno adalah salah satu Arduino yang mudah didapat dan sering digunakan dengan mikrokontroler ATmega328P dan versi terakhir yang dibuat adalah versi R3. Modul ini sudah dilengkapi dengan berbagai hal yang dibutuhkan untuk mendukung mikrokontroler untuk bekerja. Arduino Uno R3 memiliki 14 pin digital I/O dimana digunakan sebagai Output PWM, 6 pin analog input, 2x3 pin ICSP untuk memprogram Arduino dengan software lain dan kabel USB untuk menghubungkan computer atau menggunakan adaptor 5 VDC.[3]



Gambar 2. 2 Arduino Uno

2.3. Optocoupler

Optocoupler adalah suatu piranti yang terdiri dari 2 bagian yaitu transmitter dan receiver yaitu antara bagian cahaya dengan bagian deteksi sumber cahaya terpisah. Transmitter merupakan bagian yang terhubung dengan rangkaian masukan atau rangkaian control. Pada bagian ini terdapat sebuah LED inframerah yang berfungsi untuk mengirimkan sinyal kepada receiver. Disisi lain receiver merupakan bagian yang terhubung dengan rangkaian keluaran atau rangkaian beban dan berisi komponen penerima cahaya yang dipancarkan oleh transmitter. Komponen penerima cahaya ini dapat berupa photodiode atau phototransistor.[4]



Gambar 2. 3 Optocoupler

2.4. LoraSX1278

LoRa merupakan salah satu jenis yang tergolong berkualitas tinggi dikarenakan dengan banyak factor yaitu lora tergolong module yang dapat mendukung pengiriman jarak jauh dengan besar data yang cukup besar. Nilai frekuensi pada LoRa bermacam-macam sesuai daerahnya, jika di Asia frekuensi yang digunakan yaitu 433 MHZ, di Eropa nilai frekuensi yang digunakan yaitu 868 MHZ, sedangkan di Amerika Utara frekuensi yang digunakan yaitu 915 MH.[5]



Gambar 2. 4 Lora SX1278

2.5. Arduino IDE

Arduino IDE adalah platform elektronik *open-source* yang didasarkan pada perangkat keras dan perangkat lunak yang mudah digunakan. Arduino IDE dapat membaca input yang menyalakan sensor, jari pada tombol atau pesan dan mengubahnya menjadi output mengaktifkan motor, menyalakan LED menggunakan Bahasa pemrograman Arduino .[6]



Gambar 2. 5 Arduino IDE

3. Analisis dan Perancangan

3.1. Gambaran Sistem Saat Ini

Cara Sistem kerja saat ini seorang suster memasukan jarum ke tangan pasien, lalu

mengatur kecepatan tetesan/menit infus yang akan masuk ke tubuh pasien dan Ketika suster sudah hitung setiap tetesan nya dan menghitung lama infus yang akan habis, suster akan Kembali lagi ke pasien dan menggantikan botol infusnya. Kekurangan dari system kerja saat ini adalah suster mengecek satu persatu pasien untuk memastikan infus sudah habis atau belum dan kekurangan system kerja saat ini juga adalah Ketika suster lupa mengecek infus pasien yang akan habis pasien akan menekan tombol yang ada di dinding untuk memeberitahu suster bahwa infus akan habis/sudah habis.



Gambar 3. 1 Sistem Saat Ini

3.2. Identifikasi Kebutuhan Sistem

Analisis kebutuhan fungsional sebagai berikut:

Tabel 3. 1 Kebutuhan Fungsional

No	Kebutuhan Fungsional
1.	Menggunakan Sensor Optocoupler sebagai pendeteksi cairan tetesan infus
2.	Menggunakan Radio Frekuensi yaitu LoRa SX1278 sebagai pemancar atau pengirim dan sebagai penerima
3.	Menggunakan Arduino Uno sebagai mikrocontroler menjalankan sensor yang digunakan.

Analisis Kebutuhan Non Fungsional sebagai berikut:

Tabel 3. 2 Kebutuhan Non Fungsional

No	Kebutuhan Non Fungsional
1.	Dibutuhkan Infus sebagai cairan infus dengan ukuran 500ml
2.	Dibutuhkan infus set dengan ukuran infus dewasa untuk mengatur tetesan yang jatuh

3.3. Perancangan Sistem

3.3.1. Flowchart

Cara kerja system ini adalah awalnya mensetting jumlah tetesan yang dibutuhkan sesuai jangkauan atau keinginan setelah mengatur tetesan maka sensor optocoupler dapat mendeteksi tetesan yang jatuh yang di dalam sensor optocoupler terdapat sensor inframerah dan photodiode sebagai pemancar dan penerima, Ketika sudah di deteksi cairan

infusnya sesuai keinginan maka data nya akan di kirim melalui LoRa dan di tampilkan ke serial monitor, Ketika data cairan infus sudah satu menit maka data yang di kirim tadi akan terima oleh LoRa dan di tampilkan di serial monitor dalam bentuk tetesan permenit.

- Flowchart Pemancar



Gambar 3. 2 Flowchart Pemancar

- Flowchart Penerima

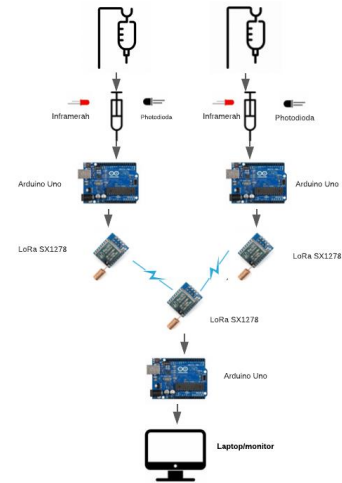


Gambar 3. 4 Flowchart Penerima

3.3.2. Blok Diagram

Cara kerja sistem ini adalah memiliki 2 prototipe infus yang menghitung setiap tetesan yang jatuh pada infus set menggunakan optocoupler, untuk mendeteksi setiap tetesan terdapat pada optocoupler sebagai pemancar dan penerima

untuk mendeteksi setiap tetesan yang jatuh. Pada level infus menghitung jumlah tetesan permenit berapa mililiter yang keluar jika semua kedeteksi maka infus yang pertama dan kedua akan di kirim melalui radio frekuensi yaitu LoRa SX1278 dan akan di terima juga oleh Radio Frekuensi LoRa SX1278 yang akan di tampilkan di serial monitor data yang masuk dalam betuk tetesan permenit dan data pada level infus yang keluar.



Gambar 3. 5 Blok Diagram

3.4. Kebutuhan Perangkat Keras dan Perangkat Lunak

3.5.1 Perangkat Keras

Perangkat keras yang digunakan sebagai berikut:

Tabel 3. 3 Perangkat Keras

N o.	NAMA	FUNG SI	Jum lah	SPESIFIKASI

1.	Arduino uno	Mikrokontroler	3	Tegangan Operasi 5V Tegangan Input(disarankan) 7—12V Batas Tegangan Input 6—20V Pin Digital I/O 14 (di mana 6 pin output PWM) Pin Analog Input 6 Arus DC per I/O Pin 40 mA Arus DC untuk pin 3.3V 50 mA Flash Memory 32 KB (ATmega328), di mana 0,5 KB digunakan oleh bootloader SRAM 2 KB (Atmega328) EEPROM 1 KB (Atmega328) Clock 16 MHz
2.	LoRa SX 1278	Radio Frekuensi pengirim dan penerima	3	LoRa Modem Operating Voltage: 3.3V Operating Frequency: 433Mhz Half-Duplex SPI communication Modulation Technique FSK,GFSK,MSK, GMSK,LoRa Packet size: 256 bytes Sensitivity: -148db
3.	Optocoupler	Deteksi Tetesan	2	Jarak groove coupler: 5mm Tegangan input: 3.3 - 5V DC Output: Digital (0 dan 1) Output: Analog tidak berfungsi pada modul ini

				Ukuran PCB: 32 x 14mm
4.	Laptop	Monitor infus sebagai pemancar dan penerima	2	-

3.5.2 Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan sebagai berikut :

Tabel 3. 4 Perangkat Lunak

No	Perangkat Lunak	Fungsi	Jumlah
1	Arduino IDE	Sebagai membuat suatu program menjalankan Arduino Uno	1

4. Implementasi dan Pengujian

4.1 Implementasi

4.1.1 Pembuatan Sensor Cairan Infus

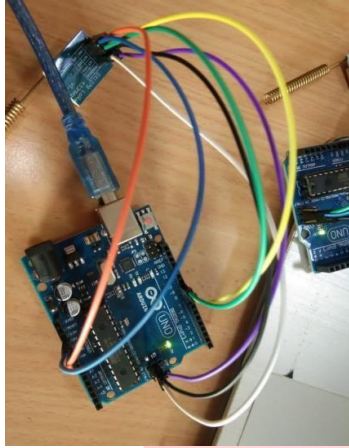
Pada perancangan ini membuat sebuah modul menggunakan sensor kecepatan optocoupler untuk mendeteksi setiap tetesan yang jatuh apakah setiap tetesan atau cairan infus yang jatuh dapat terdeteksi atau tidak.



Gambar 4. 1 Pembuatan Sensor Cairan Infus

4.1.2 Pembuatan Radio Frekuensi

Melakukan pengerjaan setiap modulnya, di sini setiap modulnya di test pada Radio Frekuensi yang digunakan memakai LoRa SX 1278 sebagai pengirim dan penerima data yang masuk.



Gambar 4. 2 Pembuatan Radio Frekuensi LoraSX1278

4.1.3 Implementasi keseluruhan

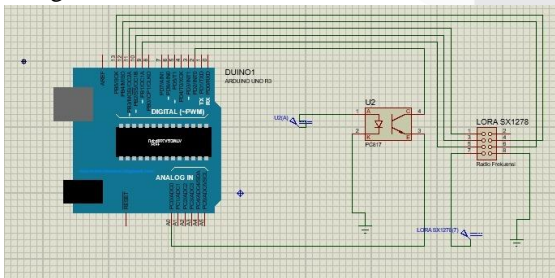
Perancangan ini mengimplementasikan seluruh modul yang sudah di rangkai dan pembuatan kerangka bangunan.



Gambar 4. 3 Implementasi Keseluruhan

4.1.4 Skematik

Skematik pada gambar dibawah ini adalah sebagai berikut:



Gambar 4. 4 Skematik

4.2 Pengujian

Pengujian ini dilakukan secara bertahap mulai dari pengujian 1ml menggunakan gelas ukur, pengujian tetesan cairan infus, pengujian pengirim data dan penerima, pengujian tabung infus sampai habis dan jarak LoRa.

4.2.1 Pengujian 1ml

1. Tujuan
Tujuan dari pengujian ini adalah mengukur level infus untuk memastikan setiap 20 tetes cairan infus mendapatkan 1ml cairan infus.
2. Skenario Pengujian
Skenario pengujian ini adalah menghitung tetesan cairan infus sampai 1ml menggunakan gelas ukur.
3. Hasil Pengujian
Pada hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 4.4 di bawah ini bahwa 20 tetes sama dengan 1ml.



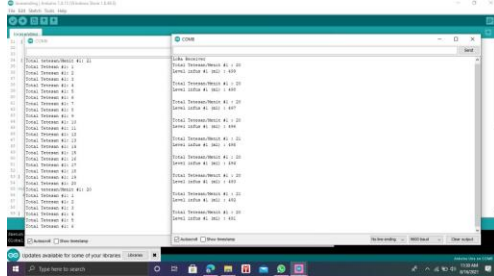
Gambar 4. 5 Pengujian 1ml

4. Analisis hasil pengujian
Analisis hasil pengujian ini adalah bahwa untuk setiap 20 tetes adalah 1ml cairan infus.

4.2.2 Pengujian Lengirim dan Penerima

1. Tujuan Pengujian
Tujuan dari pengujian ini adalah memantau data yang di kirim sesuai dengan data yang di terima oleh Radio Frekuensi yaitu LoRa SX1278
2. Skenario Pengujian
Skenario pengujian ini adalah dengan mengatur tetesan cairan infus sesuai yang di inginkan, setelah datanya masuk maka dapat dikirim melalui LoRa SX1278 dan dapat di terima oleh LoRa SX1278 dan di tampilkan di serial monitor.

- Hasil pengujian
Hasil pengujian Radio Frekuensi LoRa SX1278 dapat di terima sesuai dengan yang dikirm. Pada gambar di bawah ini sebelah kanan COM6 adalah data yang di kirim dan sebelah kiri COM8 adalah data yang di terima dan pada gambar di bawah ini adalah pengujian infus 1.

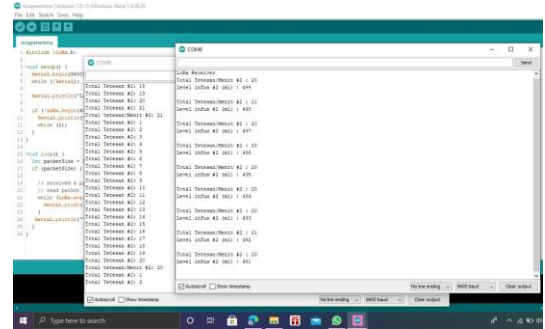


Gambar 4. 6 Pengujian Pengirim dan Penerima Infus 1

Tabel 4. 1 Data Infus 1

No	Jumlah Data Pengirim	Jumlah Data Penerima
1.	20 Tetes permenit	20 Tetes permenit
2.	20 tetes permenit	20 Tetes permenit
3.	20 Tetes permenit	20 Tetes permenit
4.	20 Tetes permenit	20 Tetes permenit
5.	21 Tetes permenit	21 Tetes permenit
6.	20 Tetes permenit	20 Tetes permenit
7.	20 Tetes permenit	20 Tetes permenit
8.	21 Tetes permenit	21 Tetes permenit
9.	20 Tetes permenit	20 Tetes permenit

Pada gambar di bawah ini adalah pengujian pengirim dan penerima cairan infus 2, pada gambar di bawah ini sebelah kanan pengirim yaitu COM6 dan sebelah kiri COM8 adalah penerima.



Gambar 4. 7 Pengujian Pengirim dan Penerima Infus 2

Tabel 4. 2 Data Infus 2

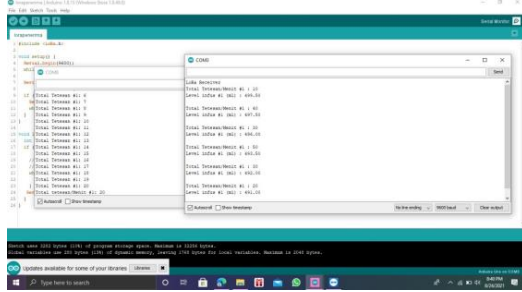
No.	Data Pengirim	Data Penerima
1.	20 Tetes permenit	20 Tetes permenit
2.	21 Tetes permenit	21 Tetes permenit
3.	20 Tetes permenit	20 Tetes permenit
4.	20 Tetes permenit	20 Tetes permenit
5.	20 Tetes permenit	20 Tetes permenit
6.	20 Tetes permenit	20 Tetes permenit
7.	20 Tetes permenit	20 Tetes permenit
8.	21 Tetes permenit	21 Tetes permenit
9.	20 Tetes permenit	20 Tetes permenit

- Analisis Pengujian
Pada pengujian pengirim dan penerima data yang terkirim sesuai dengan data yang di terima.

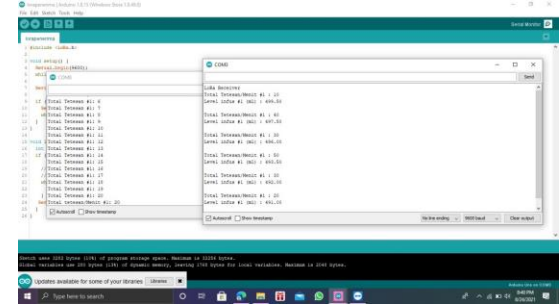
4.2.3 Pengujian Level infus

- Tujuan Pengujian
Tujuan pengujian ini adalah untuk melihat jumlah level infus Ketika jumlah tetesan kedeteksi.
- Skenario Pengujian
Skenario Pengujian ini adalah mengatur tetesan cairan infus yang sesuai dengan kebutuhan atau keinginan
- Hasil pengujian
Berikut adalah hasil dari pengujian level infus disini pengujian menggunakan 1 infus saja pada sebelah kanan COM8 adalah

jumlah data yang mau di uji dan sebelah kiri COM3 adalah tampilan pada level infus.



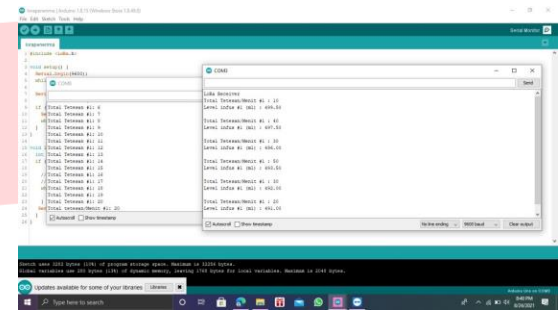
Gambar 4. 8 Pengujian Level Infus Serial Moitor



Gambar 4. 9 Awal Pengujian Cairan Habis

Tabel 4. 3 Pengujian Levil Infus

No.	Jumlah tetesan permenit	Sisa Level Infus (ml)	Jumlah ml yang berkurang (ml)
1.	10	499.50	0.5
2.	40	497.50	2
3.	30	496.00	1.5
4.	50	493.50	2.5
5.	30	492.00	1.5
6.	20	491.00	1



Gambar 4. 10 Akhir Pengujian Cairan Habis

- Analisa Pengujian
Pada pengujian level infus jumlah tetesan yang masuk dapat dibagi 20 karena dalam 20tetes adalah 1ml.

4.2.4 Pengujian Level infus habis

- Tujuan Pengujian
Tujuan Pengujian ini adalah menampilkan jumlah level cairan infus yang saat habis.
- Skenario Pengujian
Skenario pengujian ini adalah mengatur infus set sesuai dengan kebutuhan disini pengujiannya menggunakan ±60 tetes permenit dengan perkiraan habis cairan infus selama ±3 jam.
- Hasil Pengujian
Analisa Pengujian sebagai berikut pada sebelah kiri COM8 adalah jumlah tetesan cairan infus setiap ±60 tetes permenit dan sebelah kanan COM3 adalah jumlah tetesan dan sisa level infus.



Gambar 4. 11 Hasil Labu Infus Habis

- Analisis Pengujian
Pada pengujian level infus saat habis mengatur tetesan dengan kecepatan 60tetes permenit dan habis dengan perkiraan 3jam pada pengujian ini saat habis masih ada sisa 9.10ml yang belum terdeteksi.

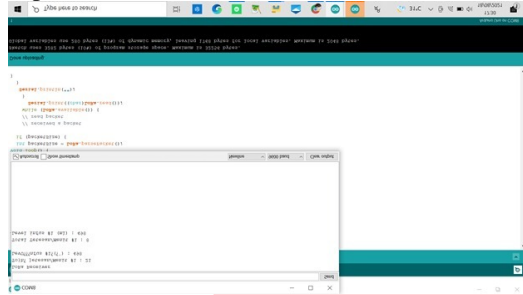
4.2.5 Pengujian Jarak loraSX1278

- Tujuan Pengujian
Tujuan pengujian ini adalah untuk menguji jarak LoRa saat di kirim dan di terima.
- Skenario Pengujian

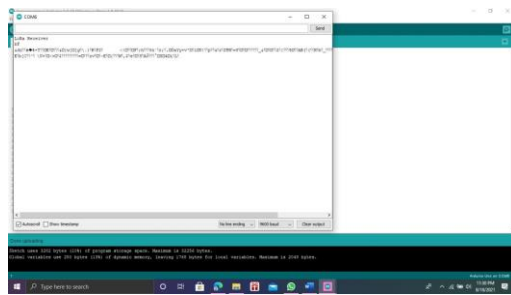
Dengan mengirim data mulai dari jarak 0m ±100 meter dengan tempat di area Universitas Telkom.

3. Hasil Pengujian

Hasil pada pengujian ini adalah LoRa dapat terkirim dengan jarak ±100m di ruang terbuka dan pengujian pada halangan tidak dapat terkirim.



Gambar 4. 12 Pengujian LoRa di Lapangan



Gambar 4. 13 Pengujian Halangan Bangunan

4. Analisa pengujian

Pengujian dilakukan di ruang terbuka dengan jarak ±100m dapat terkirim, pada pengujian ini pengujian untuk data yang terkirim hanya sampai 100m dikarenakan tempat yang tidak mendukung, dan pada pengujian ada halangan bangunan data yang dikirim tidak dapat diterima halangan bangunan data yang dikirim tidak dapat diterima.

4.2.6 Pengujian Tetesan Infus

1. Tujuan Pengujian

Tujuan pengujian ini adalah perbandingan jumlah tetesan cairan infus yang jatuh secara manual dan menggunakan sensor.

2. Skenario pengujian

Menghitung secara manual menggunakan hitungan biasa dan di buktikan oleh timer dan perbandingannya pengujian tetesan

cairan infus menggunakan sensor optocoupler.

3. Hasil pengujian

Pada pengujian tetesan manual menggunakan timer dan di bandingkan dengan data di serial monitor dan pengujian menggunakan satu infus dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 4. 4 Pengujian Tetesan Cairan Infus

Percobaan Ke	Pengujian Pakai Sensor (tetes/menit)	Pengujian Hitung Manual (tetes/menit)
1	21	20
2	20	20
3	20	20

4. Analisa Pengujian

Pada pengujian tetesan menggunakan sensor dan manual terdapat selisih 1 tetesan di karena jumper pada sensor yang tidak erat.

5. Kesimpulan

Dari proyek akhir ini dengan judul pemantauan infus berbasis radio frekuensi maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Sistem ini dapat mengukur volume cairan infus pada labu infus dan menampilkan data tetesan cairan infus dan volume cairan infus. Dengan pengujian mengukur volume infus dengan akurasi 1.82% dan pada perbandingan sistem dan manual 1 tetes permenit.
2. Pada sistem ini radio frekuensi dapat menerima data sesuai data yang terkirim dan pengujian radio frekuensi LoRa SX1278 pada halangan seperti bangunan tidak dapat terkirim.

Referensi

[1] J. T. Elektromedik, "ANALISIS INFUS SET TERHADAP KEAKURASIAN INFUS PUMP DI RUANG ICU RSUD KARANGANYAR Dedy Iskandar, Syaifudin, ST, MT, Abdul Kholiq, STT, M.T Jurusan Teknik Elektromedik," pp. 1-8.

[2] A. N. Nabila, "Perhitungan Cairan Infus," Univ. Muhammadiyah Jakarta, 2018.

[3] Junaidi and Y. D. Prabowo, *Project Sistem*

- Kendali Elektronik Berbasis Arduino*. 2018.
- [4] M. Otomasi, "Jurnal Otomasi , Kontrol & Instrumentasi," vol. 4, no. 1, 2012.
- [5] M. Liandana, "Penerapan Teknologi LoRa pada Purwarupa Awal Wearable Device," *Res. Comput. Inf. Syst. Technol. Manag.*, vol. 2, no. 2, p. 40, 2019, doi: 10.25273/research.v2i02.5191.
- [6] R. Y. Endra, A. Cucus, F. N. Afandi, and M. B. Syahputra, "Model Smart Room Dengan Menggunakan Mikrokontroler Arduino Untuk Efisiensi Sumber Daya," *Explor. J. Sist. Inf. dan Telemat.*, vol. 10, no. 1, 2019, doi: 10.36448/jsit.v10i1.1212.

