



Sistem pemantauan tetesan cairan infus berbasis *Internet of Things*

Trisiani Dewi Hendrawati^{1*}, Rafi Aditya Ruswandi²

^{1,2}Program Studi Teknik Komputer, Politeknik Sukabumi
Jl. Babakan Sirna No. 25 Kota Sukabumi, Jawa Barat 43132, Indonesia
^{1*}trisianidewi@polteksmi.ac.id, ²rafiadityaruswandi@gmail.com

ABSTRAK

Pemantauan cairan infus adalah sebuah metode untuk mengetahui laju cairan infus dengan menggunakan indikator tetesan cairan pada sistem infus tersebut. Sistem ini dapat membantu pasien dan perawat dalam penggantian cairan infus secara berkala. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan pemantauan tetesan cairan infus secara otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) sehingga dapat mencegah kehabisan cairan infus atau tidak terkontrol oleh perawat. Perancangan sistem monitoring ini yaitu menggunakan sensor infrared, modul mikrokontroler Arduino, dan data dikirim melalui radio frekuensi. Hasil pengujian menunjukkan jarak maksimal antara *base-hotspot* yaitu 3,5 meter. Sistem monitoring ini akan menampilkan data berupa tetesan cairan dengan status ON dan OFF secara *realtime* dengan rata-rata *delay* 2 detik.

Kata kunci: radio frekuensi, *infrared*, Arduino, IoT

ABSTRACT

Infusion fluid monitoring is a method to determine the condition of the fluid system rate by using liquid droplets in the infusion system. This system can help patients and nurses in changing intravenous fluids periodically. This study aims to monitor automatic intravenous fluid droplets based on Internet of Things (IoT) so that it can prevent infusion fluids from running out or not being controlled by nurses. The design of this monitoring system uses an infrared sensor, Arduino microcontroller module and data is sent via radio frequency. The test results show that the maximum distance between base-hotspot is 3.5 meters. This monitoring system will display data in the form of liquid droplets with the status ON and OFF in realtime with average delay of 2 seconds.

Keywords: frequency radio, *infrared*, Arduino, IoT

1. PENDAHULUAN

Peralatan elektronika dapat diterapkan dalam berbagai hal, salah satunya dalam bidang medis yang ditempatkan di rumah sakit ataupun puskesmas. Berdasarkan hal tersebut sangat diperlukan peralatan medis yang membutuhkan ketepatan dan kepresisian yang tinggi dikarenakan berhubungan dengan nyawa seseorang, sehingga ketika penggunaannya tidak benar atau terdapat kesalahan maka akan sangat fatal akibatnya. Beberapa peralatan elektronika yang dikembangkan salah satunya yaitu sistem yang dapat memantau cairan infus pada pasien [1]. Tujuan dari infus adalah mengurangi dehidrasi akibat kehilangan cairan atau zat makanan melalui sebuah jarum yang dimasukkan ke dalam pembuluh vena dan mengalir dari tempat yang lebih tinggi menuju ke tempat yang lebih rendah sehingga tetesan cairan infus akan selalu mengalir ke tubuh pasien [2].

Salah satu tanggung jawab perawat terhadap pasien yaitu memastikan laju arus infus yang sudah ditentukan oleh dokter agar tetap terjaga sehingga pasien tetap merasa nyaman dan memastikan keselamatan pasien [3]. Masalah yang berhubungan dengan penggunaan infus konvensional saat ini yaitu kurangnya pengetahuan penunggu pasien tentang laju cairan infus dan mengatur sendiri laju cairan infus tersebut sehingga dapat menimbulkan efek pada pasien. Maka dari itu, diperlukan sebuah alat elektronika yang dapat memantau cairan infus pada pasien. Sistem pemantauan cairan infus adalah sebuah metode untuk mengetahui tetesan air secara berkala. Pasien tidak perlu khawatir dengan cairan infus yang masih ada atau habis. Karena dapat diketahui dan dipantau secara langsung di ruang *server*

perawat. Perawat pun tidak perlu melakukan cek secara langsung ke ruangan pasien secara berkala. Pengecekan dapat dilakukan secara periodik di ruang *server*. Dengan demikian dapat dipastikan waktu yang tepat cairan infus diganti.

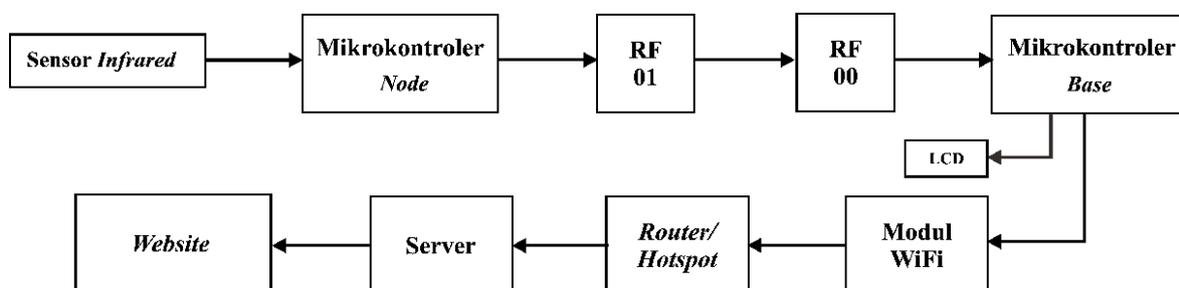
Beberapa penelitian sebelumnya telah dilakukan mengenai pemantauan tetesan cairan infus. Sistem monitoring infus telah dirancang menggunakan sensor *light emitting diode* (LED) dan *photodiode* dengan pengontrol utamanya adalah mikrokontroler AVR ATmega16 [4]. Penelitian yang serupa dilakukan oleh [5] yaitu menggunakan sensor *photodiode* dan pengaturan lajunya menggunakan motor servo. Kemudian penelitian selanjutnya yang dilakukan oleh [6] yaitu sistem monitoring dengan sensor yang digunakan adalah *photodiode* dan LED infra merah. Prinsip kerja dari sistem ini mendeteksi tetesan yang berada pada *chamber* infus. Kemudian penelitian yang dilakukan oleh [7] menggunakan sensor *photodiode* yang akan mengirimkan data dari katup selang infus dan diproses di mikrokontroler. Kemudian fungsi dari lampu LED adalah sebagai indikator peringatan kondisi pasien sesuai yang sudah ditetapkan. Penelitian selanjutnya merancang proses pengiriman data tetesan infus menggunakan modul radio frekuensi, sedangkan sensor yang digunakan adalah sensor *infrared* [8]. Kemudian penelitian yang dilakukan oleh [9] bertujuan untuk memilah data tentang tetesan per menit cairan infus dan level cairan infus, serta membuat aplikasi yang dapat menampilkan informasi tentang tetesan per menit cairan infus dan level cairan infus di *desktop*. Terakhir, penelitian yang serupa juga dilakukan oleh [10] dengan sensor yang digunakan adalah sensor berat sehingga ketika kantong infus mendekati habis maka laju aliran infus akan terhenti.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang sistem pemantauan laju arus infus sehingga ketika terjadi gangguan akan terdeteksi oleh sistem yang dibuat. Perancangan perangkat keras ini menggunakan sensor *infrared*. Data diproses pada mikrokontroler Arduino yang selanjutnya data dikirim melalui modul radio frekuensi NRF24L01, dimana *node* mengirimkan data ke satu titik koordinat yaitu *base*. Kemudian *base* mengolah data yang diterima dari *node* serta dapat mengirimkan data tersebut ke *website* yang dibuat menggunakan modul WiFi untuk koneksi ke jaringan internet sekaligus berfungsi untuk menyimpan data pada *database server*.

2. METODE PENELITIAN

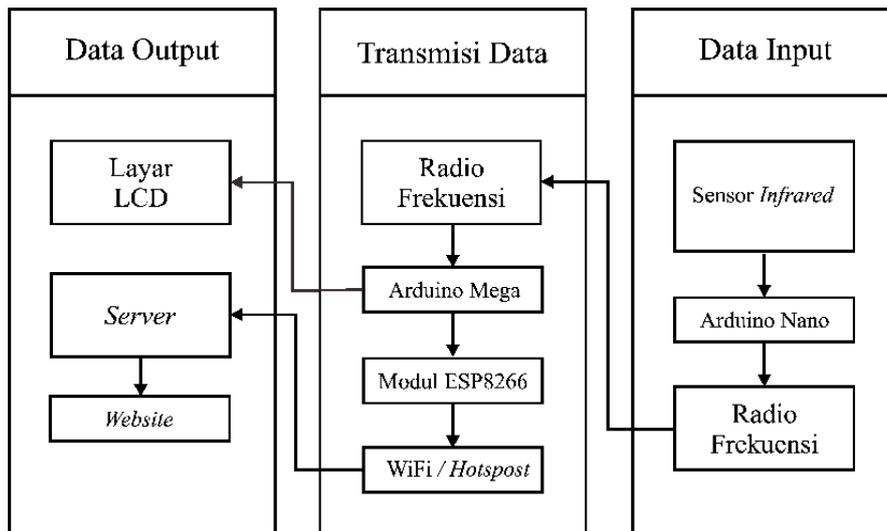
2.1 Perancangan Perangkat Keras

Diagram blok sistem pemantauan tetesan cairan infus otomatis berbasis IoT ditunjukkan pada Gambar 1. Berdasarkan diagram tersebut, dapat dilihat bahwa hasil dari pembacaan sensor *infrared* diproses oleh mikrokontroler menjadi data yang diinginkan yaitu nilai pembacaan tetesan cairan infus. *Node* tersebut mengirimkan data ke *base* melalui sinyal radio frekuensi. Selanjutnya, data yang diterima oleh *base* diproses melalui mikrokontroler. Data dari *node* pada *base* tersebut ditampilkan pada *liquid crystal display* (LCD) dan dikirim ke *database* melalui jaringan WiFi. Perancangan perangkat keras ini dibuat hanya satu *node* dan satu *base*.



Gambar 1. Diagram blok secara keseluruhan

Adapun *activity diagram* sistem ini ditunjukkan pada Gambar 2. Sistem yang dirancang terdiri dari beberapa perangkat *hardware* yang diperlukan untuk membangun sistem diantaranya, Arduino Nano dan Mega2560 sebagai mikrokontroler proses pengolahan data, modul radio frekuensi NRF24L01 digunakan untuk pengiriman paket data dari *node* ke *base* dengan jarak yang telah ditentukan. Modul ESP8266 digunakan sebagai pengiriman data ke *server* melalui *router/hotspot* sebagai jembatan penghubung antara sensor dengan *database* dan *website* dengan jaringan internet.



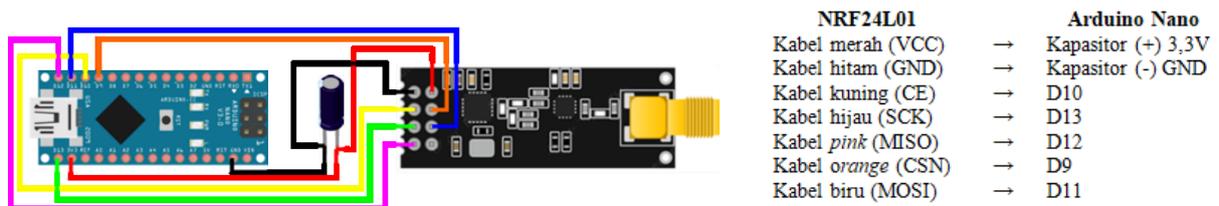
Gambar 2. Activity diagram sistem

Tabel 1 menampilkan spesifikasi perancangan pada perangkat keras yang digunakan untuk sistem pemantauan tetesan cairan infus.

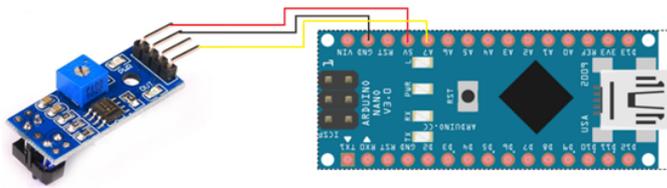
Tabel 1. Spesifikasi perangkat keras

Spesifikasi	Keterangan
Modul mikrokontroler	- Arduino Nano - Arduino Mega2560
Sensor	- <i>Infrared TCRT 5000</i>
Media pengiriman data	- NRF4L01 + PA + LNA Antena - Modul WiFi ESP8266
Media jaringan	- <i>Router/Modem/Hotspot (Smartphone)</i>
Kabel	- <i>Jumper Male to Male</i> - <i>Jumper Male to Female</i> - <i>Jumper Female to Female</i>
Bahan tambahan	- LCD - Cairan infus - LED - <i>Push button</i> - <i>Switch</i>

Adapun rangkaian NRF24L01 dengan mikrokontroler pada bagian *node* dapat dilihat pada Gambar 3, rangkaian sensor *infrared* dengan mikrokontroler pada bagian *node* pada Gambar 4, dan rangkaian modul ESP8266 dengan mikrokontroler pada bagian *base* pada Gambar 5.

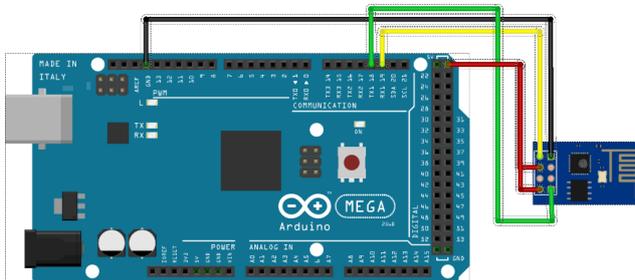


Gambar 3. Rangkaian NRF4L01 dihubungkan dengan mikrokontroler pada bagian *node*



Sensor infrared		Arduino Nano
Kabel merah (VCC)	→	5V
Kabel hitam (GND)	→	GND
Kabel kuning (A0)	→	A7

Gambar 4. Rangkaian sensor *infrared* dengan mikrokontroler di bagian *node*

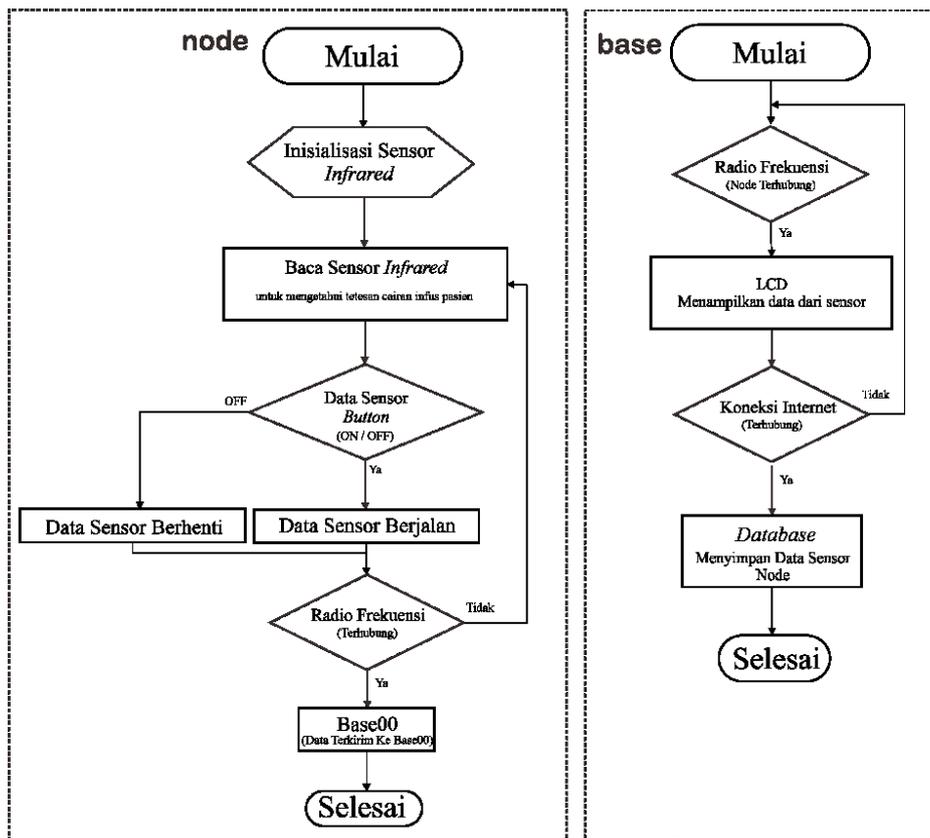


Modul ESP8266		Arduino Mega
Kabel kuning (RX)	→	TX
Kabel hitam (GND)	→	GND
Kabel merah (VCC)	→	3,3V
Kabel merah (CH_PD)	→	3,3V
Kabel hijau (TX)	→	RX

Gambar 5. Rangkaian modul ESP8266 di bagian *base*

2.2. Perancangan Perangkat Lunak

Beberapa tahapan dalam perancangan perangkat lunak untuk sistem yang dirancang diantaranya adalah perancangan program Arduino IDE yang akan ditanam pada mikrokontroler *node* dan *base*, Sublime Text 3 sebagai aplikasi *text editor*, dan MySQL digunakan sebagai penyimpanan data sensor berupa *database*. Pada perancangan atau pemrograman di Arduino IDE ini, secara garis besar alur logika yang dibuat pada perancangan ini dapat dilihat pada Gambar 6. Diagram alir ini kemudian diimplementasikan ke dalam bahasa pemrograman C/C++ pada Arduino IDE.



Gambar 6. Flowchart program Arduino IDE pada *node* dan *base*

Pada perancangan *database*, data atau nilai sensor dari *node* disimpan pada *database* MySQL. Pusat data (*base*) mengirimkan data tersebut melalui sebuah jaringan internet. Nama *database* sistem ini yaitu **db_monitor_infus**, sedangkan pada setiap tabel diantaranya tabel *users* digunakan untuk *login* ke dalam *website* dan tabel **tb_node** digunakan untuk menyimpan data sensor. Struktur tabel yang digunakan untuk perancangan *database* terdapat pada Gambar 7.

db_monitor_infus users	db_monitor_infus tb_data
id : int(10) unsigned	# iddata : int(11)
nama : varchar(100)	# status_infus : int(11)
email : varchar(100)	jam : time
role : varchar(2)	tanggal : date
password : varchar(255)	
remember_token : varchar(100)	
created_at : timestamp	
updated_at : timestamp	

Gambar 7. Tabel pada *database* sistem

Pada perancangan *interface website*, sistem dirancang agar dapat menampilkan nilai *database* secara *real-time* atau sesuai dengan waktu yang ditentukan pada halaman *website* yaitu berupa informasi tetesan cairan infus. *Website* yang dibuat menyediakan empat *node* dan nanti dapat dikembangkan sesuai kebutuhan pengguna.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Implementasi Perangkat Keras

Implementasi perangkat keras dari sistem yang dirancang dapat dilihat pada Gambar 8. Terdapat *node* yang berfungsi untuk mendeteksi tetesan cairan infus pada pasien diantaranya sensor *infrared* sebagai pembaca tetesan cairan infus, Arduino Nano sebagai mikrokontroler, dan *button* untuk menghentikan sementara dan menjalankan kembali program pengamatan yang dibantu dengan indikator LED merah sebagai penanda bahwa program pengamatan berhenti dan LED hijau penanda bahwa program berjalan. Kemudian terdapat NRF24L01 sebagai pengirim data sensor melalui jaringan frekuensi radio ke *base*. Bagian *base* berfungsi untuk menerima hasil pengamatan *node* diantaranya NRF24L01 sebagai penerima data sensor yang dikirimkan, Arduino Mega sebagai mikrokontroler, LCD menampilkan data sensor, dan ESP8266 sebagai pengirim data sensor melalui jaringan internet agar data sensor dapat ditampilkan dan dilihat pada *website*.



Gambar 8. Implementasi perangkat keras *node* (kiri) dan *base* (kanan)

3.2 Pengujian Sensor *Infrared*

Sensor yang digunakan pada sistem ini yaitu sensor *infrared* TCRT5000. Pengujian dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kinerja dari sensor tersebut. Pengujian dilakukan dengan cara mengamati status pada LCD saat terjadi tetesan cairan. Adapun hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengujian sensor *infrared* TCRT5000

No.	Tetesan	Status
1	YA	“ON”
2	TIDAK	“OFF”
3	YA	“ON”
4	TIDAK	“OFF”
5	YA	“ON”
6	TIDAK	“OFF”
7	YA	“ON”
8	TIDAK	“OFF”
9	YA	“ON”
10	TIDAK	OFF”

Berdasarkan hasil pengujian, dapat diketahui sensor *infrared* dapat mendeteksi adanya tetesan cairan infus. Ketika sensor mendapatkan *input* berupa tetesan cairan infus maka LCD sebagai indikator akan menunjukkan pemberitahuan “ON”. Sebaliknya, jika sensor tidak mendapatkan *input* berupa tetesan cairan infus, maka LCD sebagai indikator akan menunjukkan pemberitahuan “OFF”.

3.3 Pengujian Modul Radio Frekuensi

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui jarak maksimal komunikasi data antara *node* dengan *base* menggunakan modul NRF24L01. Dengan adanya ujicoba ini, maka akan didapatkan gambaran umum untuk jarak pemasangan alat sensor yang akan ditempatkan pada setiap ruangan. Hasil pengujian modul radio frekuensi dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengujian komunikasi radio frekuensi antara *node* dengan *base*

No.	Tempat percobaan	Jarak (maks.)	Jarak (rekomendasi)	Sinyal RF	Delay (detik)
1	Ruang terbuka (lapangan)	± 7m	± 6m	SB	0
2	Ruang tertutup (ruangan kelas A dengan kelas B)	± 4m	± 3m	SP	5
3	Ruang terbuka dengan ruang tertutup	± 5m	± 47m	SP	2
4	Lantai atas dengan lantai bawah	± 8m	± 7m	SB	0
5	Lantai atas dengan lapangan	± 8m	± 7m	SB	2

Keterangan:

SB : Sinyal Bagus (komunikasi RF lancar)

SP : Sinyal Putus-putus (komunikasi RF tidak lancar)

Berdasarkan hasil pengujian, maka dapat diketahui jarak maksimal dan rekomendasi pengiriman data melalui jaringan frekuensi radio dari *node* ke *base*. Jarak rekomendasi merupakan jarak yang disarankan pada pemasangan alat agar data dapat terkirim dengan stabil. Jarak maksimal merupakan jarak *node* dengan *base* masih dapat terkoneksi tetapi data yang diterima tidak akan stabil. Data pengujian tersebut merupakan gambaran umum atau acuan dasar pemasangan jarak alat dengan *base*. Adapun hal lain yang perlu diperhatikan yaitu kondisi cuaca dan tempat pengamatan, dimana akan sangat berpengaruh terhadap koneksi jaringan frekuensi radio.

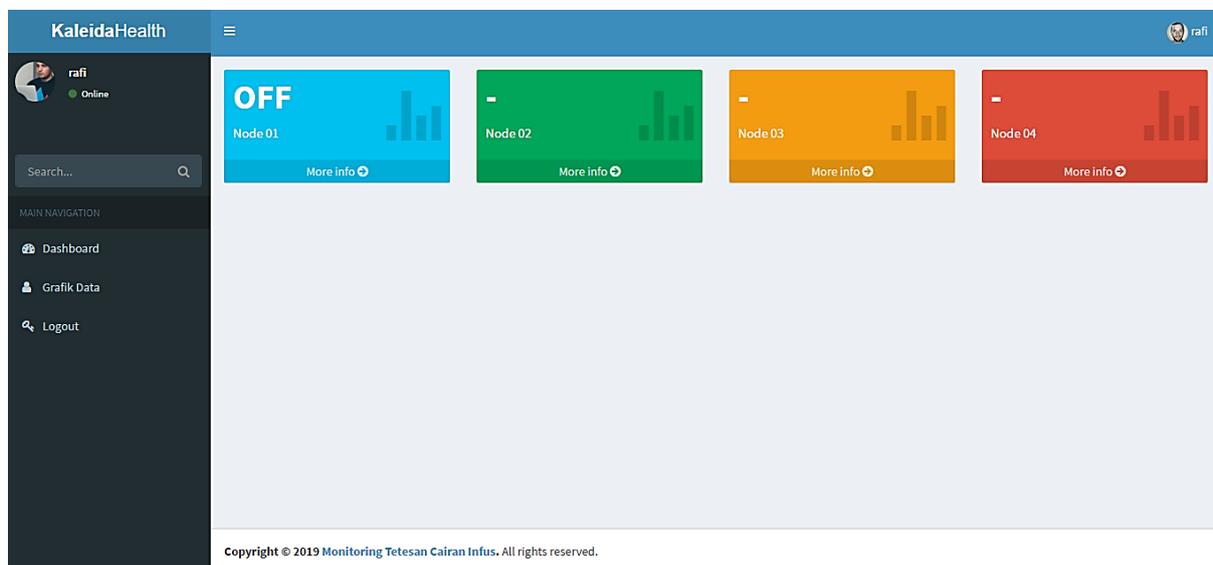
3.4 Pengujian Sistem IoT

Pengujian IoT dalam sistem yang dirancang ini terdapat tiga pengujian diantaranya adalah mengetahui jarak koneksi data dari *base* dengan *hotspot/router* agar dapat terhubung dengan *database*, durasi pengiriman data dari *base* ke *database*, dan tampilan dan kegunaan pada halaman di dalam *website*. Tabel 4 adalah hasil pengujian jarak koneksi jaringan dengan durasi pengiriman data. Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh bahwa jarak maksimal antara perangkat *base* dengan *hotspot* adalah 3,5 meter dengan durasi pengiriman data sekitar 5 detik.

Tabel 4. Jarak koneksi jaringan *base-hotspot*

Pengujian	Jarak (maksimal)	Durasi (terkoneksi)	Keterangan
1	2 meter	3 detik	Normal
2	2,5 meter	3 detik	Normal
3	3 meter	4 detik	Normal
4	3,5 meter	5 detik	Normal
5	4 meter	Tidak Terkoneksi	Tidak Normal

Gambar 9 merupakan tampilan halaman awal pada *website* pemantauan tetesan cairan infus. Pada halaman ini data ditampilkan secara *realtime*. Perancangan monitoring infus ini dibuat satu node dan satu *base*, tetapi untuk perancangan *websitenya* sudah disediakan untuk empat *node* sehingga kedepannya dapat dikembangkan sesuai kebutuhan pengguna. Berdasarkan Gambar 9, kotak berwarna biru untuk *node* 1, kotak berwarna hijau untuk *node* 2, kotak berwarna *orange* untuk *node* 3, dan kotak berwarna merah untuk *node* 4.



Gambar 9. Tampilan halaman *dashboard*

4. KESIMPULAN

Sistem pemantauan tetesan cairan infus telah berhasil dirancang guna untuk mempermudah perawat melakukan tugasnya. Data dari sistem infus tersebut berupa tetesan cairan yang dibaca oleh sensor *infrared* dan dikirimkan oleh *transmitter* dan diterima *receiver* yang berasal dari sensor yang terpasang pada infus. Berdasarkan hasil pengujian, jarak koneksi jaringan maksimal yang diterima adalah antara *base* dan *hotspot* adalah sekitar 3,5 meter, sedangkan durasi pengiriman datanya yaitu 2 detik. Pengembangan selanjutnya dapat ditambahkan sumber listrik yang digunakan dalam bentuk baterai, sehingga dapat mengantisipasi ketika listrik mati. Selain itu juga dapat ditambahkan sistem yang dapat mendeteksi jumlah volume cairan infus sehingga tidak terjadi lagi cairan infus yang habis tanpa sepengetahuan perawat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Laboratorium Elektro, Politeknik Sukabumi yang mendukung dalam penyediaan fasilitas penelitian ini sehingga penelitian dapat diselesaikan dengan baik.

REFERENSI

- [1] M. Hasanuddin, "Sistem Monitoring Infus Menggunakan Arduino Mega 2560," *Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar*, 2017.
- [2] R. A. Primahayu, F. Utaminigrum, and D. Syauqy, "Sistem Monitoring Cairan Infus Terpusat Menggunakan Pengolahan Citra Digital," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput. Univ. Brawijaya*, vol. 1, no. 8, pp. 649–657, 2017.
- [3] D. Sasmoko and Y. A. Wicaksono, "IMPLEMENTASI PENERAPAN INTERNET of THINGS (IoT) PADA MONITORING INFUS MENGGUNAKAN ESP 8266 DAN WEB UNTUK BERBAGI DATA," *J. Ilm. Inform.*, vol. 2, no. 1, pp. 90–98, 2017.
- [4] N. Muljodipo, S. R. U. A. Sompie, R. F. Robot, M. Eng, J. T. Elektro-ft, and E. Nuryantomuljodipogmailcom, "Rancang Bangun Otomatis Sistem Infus Pasien," *J. Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 4, no. 4, pp. 12–22, 2015.
- [5] G. P. Mahardhika and M. Herawati, "Rancang Bangun Perangkat Pengendali Debit Tetesan Infus Otomatis Untuk Proses Terapi Infus," *Semin. Nas. Inform. Medis VI*, p. 21, 2015.
- [6] D. NATALIANA, N. TARYANA, and E. RIANDITA, "Alat Monitoring Infus Set pada Pasien Rawat Inap Berbasis Mikrokontroler ATmega 8535," *ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 4, no. 1, p. 1, 2018..
- [7] N. Lestari, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Sisa Cairan Infus dan Monitoring Aliran Infus Berbasis Arduino Di Puskesmas Muara Beliti," *Pros. SNATIF*, vol. 2, no. 1, pp. 21–27, 2017.
- [8] P. Iriyanto, "Rancang Bangun Sistem Alarm Infus Otomatis," *Universitas Lampung*, 2018.
- [9] E. D. P. S. Putra, G. I. Hapsari, and Gi. A. Mutiara, "Pembangunan Perangkat Monitoring Cairan Infus Dengan Menggunakan Nrf24L01," *e-Proceeding Appl. Sci.*, vol. 4, no. 3, p. 2047, 2018.
- [10] K. N. T. Yayer, W. A. Weliamto, R. Sitepu, and H. Pranjoto, "Monitoring Dan Penghentian Cairan Infus Menggunakan Timbangan Infus Digital Dengan Memanfaatkan Web Server," *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 11, no. 1, pp. 55–64, 2020.