

Sistem Nirkabel Otomatis Untuk Memantau Tinggi Cairan Infus dan Darah Pada Selang Infus

Sri Purwiyanti¹, Herlinawati², Helmy Fitriwan³, Sri Ratna Sulistiyanti⁴, dan Rafli Dwi Rahmat⁵

^{1,2,3,4,5} Jurusan Teknik Elektro FT UNILA

Jl. Jl. S. Brojonegoro No. 1, Bandar Lampung, 35145, INDONESIA

sri.purwiyanti@eng.unila.ac.id¹, herlinawati@eng.unila.ac.id²,
helmy.fitriawan@eng.unila.ac.id³, sr_sulistiyanti@eng.unila.ac.id⁴,
raflidwirahmat1@gmail.com⁵

Intisari—Pada penelitian ini dirancang suatu alat untuk melakukan monitoring secara nirkabel terhadap tinggi cairan infus dan darah dalam selang infus secara otomatis. Sistem ini terdiri dari dua bagian yaitu bagian *transmitter* yang terpasang di tiang infus pasien di dalam kamar perawatan dan bagian *receiver* yang terletak di ruangan perawat. Sistem sensor *infrared* berfungsi untuk mendeteksi tinggi cairan infus dan darah dalam selang infus pasien. Arduino Uno Atmega 328 merupakan pengelola data dan modul NRF24L01 digunakan sebagai modul komunikasi nirkabel untuk mengirimkan dan menerima data. Bila terdeteksi bahwa kondisi cairan infus harus diganti dan ketika terdeteksi adanya darah pada selang infus pasien, maka sistem akan memberikan notifikasi ke ruangan perawat berupa indikator yang ditampilkan pada LCD. Hasil pengujian menunjukkan bahwa secara fungsional alat dapat bekerja dengan baik, yaitu sistem ini dapat melakukan *monitoring* tinggi cairan infus dan darah pada selang infus pasien dan sistem dapat menampilkan indikator jika membutuhkan tindakan segera dari perawat. Jangkauan maksimal modul NRF24L01 saat terhalang satu dan dua dinding yaitu 70 m dan saat terhalang tiga dinding yaitu 50 m. Tingkat kekentalan darah pada selang infus pasien juga dapat mempengaruhi nilai pembacaan pada sensor *infrared*.

Keywords— Sistem otomatis, Cairan infus, Darah, Sensor *infrared*

I. PENDAHULUAN

Sistem *monitoring* (pemantau) pada saat ini sudah maju dengan pesat seiring dengan berkembangnya teknologi. Sistem pemantau tersebut dilakukan bertujuan untuk dapat mengawasi segala aktivitas, kegiatan atau kondisi yang terjadi.

Saat ini, pemantauan tinggi cairan infus pasien pada rumah sakit atau puskesmas masih banyak yang dilakukan secara manual, yaitu dengan cara perawat mengecek satu-persatu kondisi infus pada pasien. Kondisi infus yang dipasang pada setiap pasien tidak boleh sampai habis, karena jika infus habis maka dapat menyebabkan dampak yang negatif terhadap pasien tersebut. Keterlambatan pergantian cairan infus dapat menyebabkan terjadinya komplikasi seperti darah pasien akan naik ke selang infus dan darah yang naik itu dapat membeku atau mengumpal pada selang infus sehingga akan mengganggu kelancaran dari aliran infus tersebut. Darah yang membeku (*blood clot*) dapat masuk ke seluruh tubuh dan dapat mengakibatkan penyumbatan pada kapiler darah di paru-paru sehingga menimbulkan embilo di paru-paru. Jika hal tersebut terjadi maka lokasi pemasangan infus harus dipasang di pembuluh vena lainnya.

Ada banyak penyebab yang mengakibatkan darah dapat naik ke selang infus. Beberapa diantaranya adalah aktivitas gerak tangan pasien yang cukup banyak misalnya sewaktu pasien ke toilet, penjepit pada selang infus tidak tertutup, dan selang infus pasien tergulung atau terlipat. Hal tersebut dapat mengubah tekanan dan posisi jarum infus di dalam pembuluh darah sehingga sebagian darah ada yang kembali ke selang infus. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan suatu alat yang dapat melakukan monitoring secara otomatis untuk mendeteksi tinggi cairan infus dan adanya darah pada selang infus.

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut dengan metode yang berbeda. Pada penelitian pertama digunakan sensor Ultrasonik HCSR04 untuk mendeteksi ketinggian cairan infus dan lalu dikonversi menjadi volume cairan dengan menggunakan Arduino Uno. Apabila cairan mencapai volume minimum, maka motor servo akan bergerak menghentikan aliran pada selang infus. Komunikasi antara ruang pasien dan *monitoring room* menggunakan Xbee S2 [1].

Pada penelitian yang lain dirancang sebuah alat yang dapat memantau tinggi cairan infus dengan menggunakan media nirkabel yang digunakan sebagai alarm jika kondisi infus sudah akan habis. Alat ini berupa sistem alarm infus otomatis terpusat dengan menggunakan sensor *infrared* untuk mendeteksi tinggi cairan infus dan modul NRF24L01 sebagai media komunikasi nirkabel [2]. Penelitian lain juga bertujuan untuk mendeteksi tingkat cairan infus dalam botol menggunakan sensor load cell [3] ataupun dengan mendeteksi ada atau tidaknya tetes [4]. Pengiriman data ada yang menggunakan telegram [5].

Selain mendeteksi jumlah cairan dalam botol, sudah dilakukan penelitian untuk pendeteksi naiknya darah ke selang infus. Alat ini melakukan *monitoring* aliran darah dan kemudian memberikan pemberitahuan berupa tanda peringatan bunyi alarm dan lampu LED merah menyala [6].

Dari masalah dan penelitian sebelumnya maka pada penelitian ini dibuat sebuah sistem yang lebih lengkap yaitu sistem *monitoring* tinggi cairan infus dan mendeteksi darah yang terdapat pada selang infus. Informasi yang didapat lalu dikirimkan dengan menggunakan media nirkabel yang digunakan sebagai indikator jika kondisi cairan infus sudah akan habis dan bila terdapat darah pada selang infus. Untuk mendeteksi tinggi cairan infus dan darah yang terdapat pada selang infus digunakan sensor *infrared*. Dengan

mempertimbangkan kebutuhan untuk produksi masal, maka untuk piranti pemroses sinyal digunakan Arduino Uno, yaitu suatu mikrokontroler yang memiliki seluruh fungsi yang dibutuhkan dengan harga yang relatif lebih murah. Sedangkan sebagai media komunikasi nirkabel digunakan modul NRF24L01. Dengan demikian, diharapkan dengan adanya alat ini maka dapat mempermudah para perawat untuk memantau tinggi cairan infus pada pasien dan adanya penyumbatan darah pada infus pasien.

II. METODE

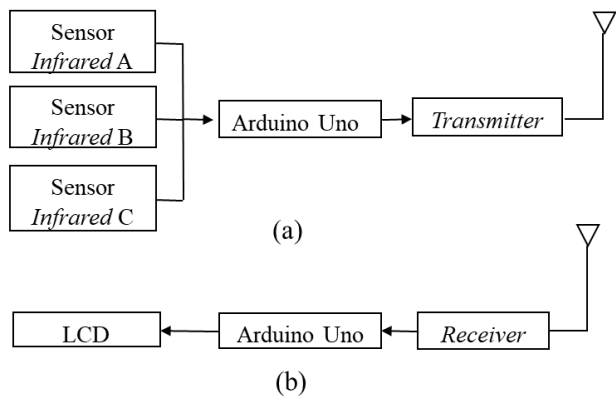
Berikut akan diuraikan metode penelitian yang dilakukan, meliputi diagram blok sistem dan diagram alir dari keseluruhan sistem yang dibuat.

A. Diagram Blok Sistem

Diagram blok dari sistem ini terbagi menjadi blok pada rangkaian pengirim dan blok pada rangkaian penerima, sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 1(a) dan 1(b). Tinggi cairan infus diukur dengan menggunakan dua sensor *infrared*. Sensor *infrared* A berfungsi untuk mengukur kondisi infus saat cairan infus mencapai setengah botol infus. Sensor *infrared* B berfungsi untuk mengukur kondisi infus saat cairan infus akan habis dan memerlukan pergantian infus oleh perawat.

Kondisi tinggi cairan infus yang dideteksi oleh sensor *infrared* merupakan data input yang akan diolah oleh mikrokontroler arduino uno. Kemudian apabila kondisi tinggi cairan infus sudah melewati batas yang telah ditentukan, maka informasi kondisi infus ini akan dikirim secara nirkabel melalui modul NRF24L01.

Pendeteksian adanya darah pada selang infus pasien diukur dengan menggunakan satu buah sensor *infrared* C. Sama seperti pada kasus cairan infus, apabila terdeteksi ada darah maka informasi kondisi tersebut akan diolah oleh Arduino Uno, lalu data tersebut dikirim melalui modul NRF24L01.



Gbr 1. Diagram blok sistem pada (a) rangkaian pengirim dan (b). rangkaian penerima

Semua informasi yang dikirim lalu diterima oleh rangkaian penerima yang berada pada ruang monitor. Informasi yang diterima lalu diterjemahkan oleh Arduino uno, dan hasilnya ditampilkan pada layar LCD.

Sensor yang dipakai pada sistem ini ialah sensor inframerah (*Infrared*). Pada dasarnya sensor *infrared* menggunakan cahaya

inframerah sebagai media untuk komunikasi antara *receiver* dan *transmitter*. Sensor *infrared* akan bekerja bila cahaya inframerah yang dipancarkan oleh *receiver* terhalangi oleh suatu objek atau benda yang mengakibatkan cahaya dari *inframerah* tidak dapat terdeteksi langsung oleh penerima. Pengirim pada sistem ini ialah sebuah LED *inframerah* sedangkan penerima pada sistem biasanya *Photodiode*, fototransistor atau modul *inframerah* lainnya.

Sebagai komunikasi nirkabel antara peralatan di ruang pasien dengan di ruang monitor digunakan Modul NRF24L01. Modul NRF24L01 merupakan modul pengirim data nirkabel (*wireless*) yang hemat energi (*ultralow power*). Modul *transceiver* dirancang untuk beroperasi pada pita frekuensi 2,4 GHz dan menggunakan modulasi GFSK untuk transmisi data. Kecepatan transfer data dapat berupa 250kbps, 1Mbps, dan 2Mbps [7]. Modul NRF24L01 merupakan modul komunikasi nirkabel yang memanfaatkan pita gelombang *radio frequency* untuk komunikasinya. Modul NRF24L01 ini juga dapat digunakan untuk melakukan komunikasi dua arah, yaitu setiap modul dapat mengirim (*transmitter*) dan menerima (*receiver*) data.

NRF24L01 memiliki 2 mode yaitu TX mode dan RX mode dimana TX mode merupakan mode saat NRF24L01 berfungsi sebagai pengirim paket data, sedangkan RX mode merupakan mode saat NRF24L01 berfungsi sebagai penerima paket data. Modul ini juga terdapat tipe dengan PA (Power Amplifier) dan LNA (*Low Noise Amplifier*) sehingga jarak transfer data dapat semakin jauh dan lebih stabil. Area yang dapat dijangkau oleh NRF24L01 mencapai radius 1000m pada lapangan terbuka [8].

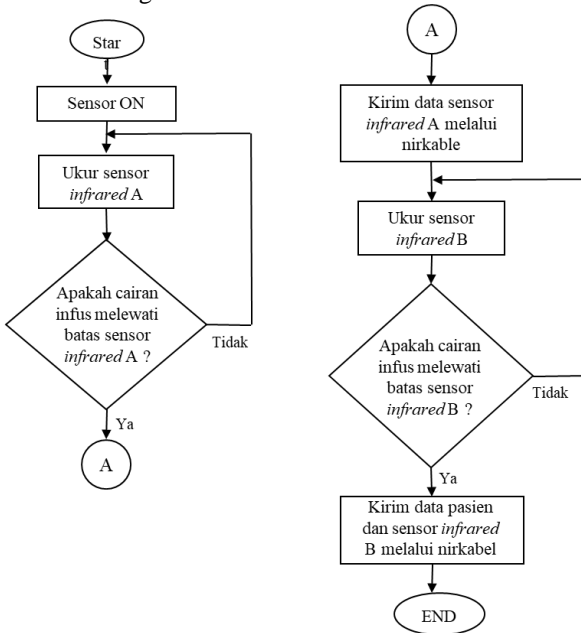
B. Diagram Alir Sistem

Diagram alir sistem terdiri dari dua bagian, yaitu bagian sisi pengirim dan bagian dari sisi penerima. Bagian pengirim terbagi menjadi dua diagram alir juga, yaitu untuk pendeteksian tinggi cairan infus dan untuk pendeteksian adanya darah pada selang infus. Gambar 2 berikut memperlihatkan diagram alir dari sisi pengirim untuk mendeteksi tinggi cairan infus.

Sistem pendeteksi cairan infus menggunakan dua sensor *infrared* yang diberi nama sensor A dan B. Sensor A diletakkan pada ketinggian dimana kondisi tabung infus terisi cairan sebanyak 400 ml, sedangkan sensor B pada ketinggian dimana kondisi tabung infus terisi cairan sebanyak 100 ml. Pertama sensor *infrared* dalam keadaan ON. Sensor *infrared* A difungsikan untuk mendeteksi apakah ada infus atau tidak. Jika infus tidak terdeteksi maka sensor *infrared* A akan terus mengukur sampai terdeteksi ada infus. Selanjutnya sensor *infrared* A difungsikan untuk mengukur kondisi tinggi cairan infus, apakah tinggi cairan infus sudah mencapai batas bawah pada sensor *infrared* A? Jika tidak maka sensor *infrared* A akan terus mengukur kondisi tinggi cairan infus. Jika ya maka data kondisi tinggi cairan infus akan dikirimkan melalui jaringan nirkabel agar dapat ditampilkan sebagai indikator pada LCD.

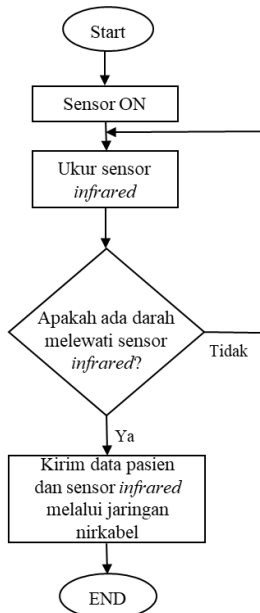
Selanjutnya apakah tinggi cairan infus sudah mencapai batas bawah dari sensor *infrared* B? Jika belum, maka sensor *infrared* B akan terus mengukur kondisi tinggi cairan infus. Jika tinggi cairan infus mencapai batas bawah dari sensor *infrared* B, maka data kondisi tinggi cairan infus tersebut akan

dikirimkan melalui jaringan nirkabel agar dapat ditampilkan pada LCD di ruang monitor.



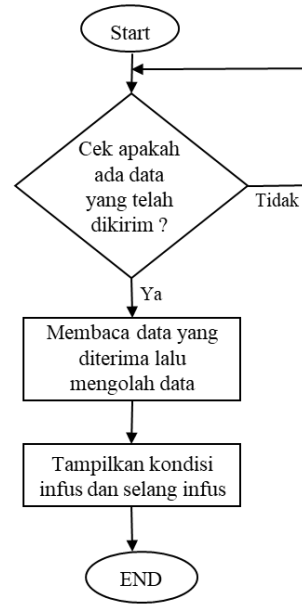
Gbr 2. Diagram alir sistem pada bagian pengirim untuk mendeteksi tinggi cairan infus

Pada sistem untuk mendeteksi darah pada selang infus Diagram alir nya ditunjukkan pada Gambar 3 berikut. Pertama sensor *infrared C* akan ON, selanjutnya sensor *infrared C* difungsikan untuk mendeteksi apakah ada darah pada selang infus atau tidak. Jika darah tidak terdeteksi pada selang infus pasien maka sensor *infrared* akan terus mengukur kondisi selang infus pasien. Jika ya maka data kondisi selang infus pasien akan dikirimkan melalui jaringan nirkabel agar dapat ditampilkan indikator pada LCD di ruang monitor.



Gbr 3. Diagram alir sistem pada bagian pengirim untuk mendeteksi adanya darah pada selang infus

Data yang dikirim akan diterima oleh bagian penerima yang berada di ruang monitor. Adapun Diagram alir pada sisi penerima ditunjukkan pada Gambar 4 di bawah ini.



Gbr 4. Diagram alir sistem pada bagian penerima

Langkah pertama yang akan dilakukan sistem pada sisi penerima yaitu melakukan pengecekan apakah ada data yang dikirim. Jika tidak, maka akan dilakukan pengecekan terus hingga mengetahui apakah ada data yang dikirim atau tidak. Jika terdapat data yang dikirim maka data tersebut akan dibaca dan kemudian diolah oleh arduino uno, kemudian hasil dari data yang telah diolah akan ditampilkan pada LCD yang terdapat di ruang monitor.

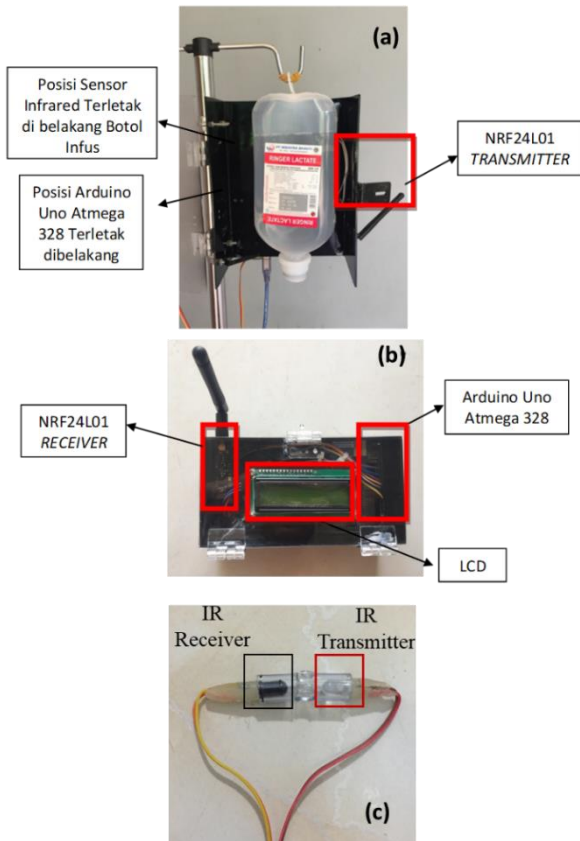
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah proses perancangan, rancangan tersebut kemudian direalisasikan menjadi sebuah instrumen. Gambar 5 berikut memperlihatkan realisasi sistem pada bagian pengirim untuk mendeteksi tinggi cairan [Gambar 5(a)], pada bagian penerima [Gambar 5(b)], dan bagian pendeteksi keberadaan darah [Gambar 5(c)].

Setelah terealisasi, dilakukan pengujian untuk mengetahui apakah sistem sudah berfungsi sebagaimana yang diharapkan. Pengujian terbagi menjadi pengujian subsistem dan pengujian keseluruhan.

Pengujian sub sistem terdiri dari pengujian sistem pendeteksi sensor Infrared, pengujian modul nirkabel NRF24L01 dan pengujian sistem *display*. Seluruh pengujian subsistem tersebut melibatkan mikroprosesor Arduino pada proses pengujiannya. Pengujian sistem keseluruhan dilakukan untuk mengetahui kinerja sistem pada beberapa kondisi yang berbeda. Berikut diuraikan hasil pengujian efek dari beberapa kondisi tersebut.

TABEL I.
EFEK CAHAYA TERHADAP KINERJA



Gbr 5. Realisasi sistem pada (a) bagian pengirim pendeteksi tinggi cairan infus, (b) bagian penerima, dan (c) bagian pendeteksi darah

A. Efek Cahaya Ruangan

Pengujian ini dilakukan bertujuan untuk menunjukkan apakah cahaya ruangan berpengaruh terhadap hasil pembacaan sensor *infrared*. Pengujian dilakukan dengan melakukan eksperimen di bawah pencahayaan yang berbeda, dalam hal ini adalah menggunakan lampu bohlam 7 Watt dan 13 Watt. Hasil pengujian diperlihatkan pada Tabel 1.

Tegangan keluaran yang dihasilkan oleh sensor *infrared* merupakan tegangan analog, kemudian dari tegangan analog tersebut diubah oleh Arduino Uno Atmega 328 menjadi data digital. Nilai data digital tersebutlah yang pada Tabel I dinyatakan sebagai "Pembacaan Sensor". Nilai tersebut didapat sesuai dengan spesifikasi Arduino Uno Atmega 328 yang memiliki resolusi (n) yaitu 10 bit dengan tegangan *reference input* sebesar 5 volt.

Dengan membandingkan data hasil pembacaan untuk kedua kondisi pencahayaan ruangan yang berbeda, dapat dilihat bahwa tidak terdapat perbedaan data hasil pembacaan antara kedua data tersebut. Dari hal ini dapat disimpulkan bahwa kondisi cahaya dari lampu ruangan tidak berpengaruh terhadap hasil pembacaan sensor *infrared*.

| Kondisi cahaya 7 watt | | | |
|------------------------|----------------------|------------------|------------|
| No | Kondisi cairan infus | Pembacaan sensor | |
| | | Infrared A | Infrared B |
| 1. | Ada | 225 - 240 | 240 - 260 |
| 2. | Tidak ada | 725 - 745 | 340 - 375 |
| Kondisi cahaya 13 watt | | | |
| No | Kondisi cairan infus | Pembacaan sensor | |
| | | Infrared A | Infrared B |
| 1. | Ada | 225 - 240 | 240 - 260 |
| 2. | Tidak ada | 725 - 745 | 340 - 375 |

B. Efek Kekentalan Darah

Berikut ini merupakan hasil dari pengujian sistem efek kekentalan darah pada selang infus pasien. Pengujian ini dilakukan untuk melihat apakah ada pengaruh hasil dari nilai pembacaan sensor *infrared* terhadap kekentalan darah yang terdapat pada selang infus pasien. Pada pengujian ini dibuat 3 kondisi kekentalan darah yaitu kondisi 1 (encer), kondisi 2 (sedang), dan kondisi 3 (kental).

TABEL II.
EFEK KEKENTALAN DARAH

| No | Tingkat Kekentalan Darah | | |
|----|--------------------------|-----------------------|-----------------------|
| | Kekentalan 1 (Encer) | Kekentalan 2 (Sedang) | Kekentalan 3 (Kental) |
| 1 | 102 - 109 | 78 - 90 | 68 - 77 |

Tabel II memperlihatkan hasil pembacaan sensor *infrared* terhadap kekentalan darah pada sistem deteksi darah pada selang infus pasien. Data yang diperoleh berdasarkan tingkat kekentalan darah yaitu saat kekentalan 1 nilai pembacaan yang diperoleh 102 – 109, pada saat kekentalan 2 nilai pembacaan yang diperoleh 78 – 90 dan pada saat kekentalan 3 nilai pembacaan yang diperoleh 68 – 77. Hal ini membuktikan bahwa kekentalan darah pada selang infus pasien berpengaruh terhadap nilai pembacaan yang dihasilkan oleh sensor *infrared*.

C. Efek Penghalang Terhadap Kinerja Modul NRF24L01

Berikutnya adalah pengujian modul pengiriman dan penerimaan data nirkabel NRF24L01. Pengujian dilakukan untuk melihat kinerja sistem bila terdapat penghalang antara bagian pengirim dan penerima. Dalam pengujian sistem ini penghalang yang di gunakan yaitu berupa dinding mulai dari 1 dinding hingga 3 dinding penghalang. Pengujian ini dilakukan bertujuan untuk menguji modul NRF24L01 dalam penerimaan data apakah terdapat *delay* pada saat penerimaan data dan apakah data yang terima dapat ditampilkan pada LCD. Data pengujian untuk tiga kondisi penghalang yaitu pada saat

Dari Gambar 7 terlihat bahwa layar LCD telah dapat menampilkan data sesuai dengan dengan data yang dikirimkan.

IV. KESIMPULAN

Dari keseluruhan kegiatan, hal yang dapat disimpulkan adalah bahwa sistem yang dibuat telah mampu mendeteksi kondisi adanya darah dan tinggi cairan infus pasien dengan batas yang telah ditentukan yaitu saat kondisi 400 ml dan 100 ml. Sistem telah mampu mengirim data dan diterima dengan dengan baik pada jarak 70 m ketika sensor *infrared* mendeteksi darah pada selang infus pasien

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada LPPM Unila yang telah mendanai penelitian ini melalui pendanaan DIPA BLU Universitas Lampung dengan No. kontrak 639/UN.26.21/PN/2022.

REFERENSI

- [1] M. Siska, "Rancang bangun sistem pemantauan sisa cairan infus dan pengendalian aliran infus menggunakan jaringan nirkabel," Skripsi, Universitas Andalas, Padang, 2016
- [2] P. Iriyanto, "Rancang bangun sistem alarm infus otomatis terpusat," Skripsi, Universitas Lampung, Bandar Lampung, 2018.
- [3] A.S. Fauziah and Yohandi, "Design of automatic infusion monitoring system based on Arduino," in *Journal of Physics: Conference Series*, 2020, paper 1528, 012025
- [4] A.M. Mappalotteng, M. Yahya, and A. A. Wulandari," Design Of An Arduino-Based Infusion Monitoring System For Inpatients," in *Proc. of ICSAT*, 2020, p.1034
- [5] A.A Suryandaru, N. P. Sastra, and I.G.A.K.D. Djuni," Prototipe Sistem Monitoring Dan Penggantian Otomatis Intravenous Fluid drops," *Jurnal SPEKTRUM*, Vol. 8, No. 2, Juni 2021
- [6] M. H. Ulfa, S. Purwanto, dan Hikayati, "Prototype sederhana alat monitoring aliran darah naik ke selang infus," *Jurnal Keperawatan Sriwijaya*, vol. 6 (1), p. 28, 2019
- [7] LastMinuteEngineers.com. "How nRF24L01+ Wireless Module Works & Interface with Arduino." <https://lastminuteengineers.com/nrf24l01-arduino-wireless-communication/>
- [8] R. P. Pratama, S. R. Akbar, dan A. Bhawiyuga, "Rancang Bangun Low Power Sensor Node Menggunakan MSP430 Berbasis NRF24L01," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 1 (3), p. 159, 2017