

Rancang Bangun Sistem Pemantauan Volume dan Kendali Tetes Infus Berbasis Modul NRF

A. Abd. Jabbar¹⁾, Dhea Ambarwati²⁾, Asrul³⁾

¹ Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Parepare, Indonesia
abdjabbar@umpar.ac.id,

² Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Parepare, Indonesia
dheaambarwati31@gmail.com,

³ Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Parepare, Indonesia
asrul@umpar.ac.id

Abstrak

Ketepatan pemberian cairan infus sangatlah penting untuk menjaga kondisi pasien agar tetap dalam kondisi baik. Proses pemantauan merupakan suatu kegiatan yang sangat penting untuk mengamati suatu aktifitas, untuk meningkatkan dan memudahkan dalam melakukan pemantauan kinerja. Maka diperlukan sebuah sistem untuk memonitor dan mengontrol cairan infus untuk meningkatkan pengawasan petugas medis terhadap pemberian cairan infus terhadap pasien. Metode penelitian yang digunakan adalah Research and Development (R&D), yang terdiri dari beberapa tahapan mulai yaitu dari potensi dan masalah, pengumpulan data, desain produk, validasi desain, revisi desain, uji coba alat, revisi produk, ambil data, analisis data, hasil dan pembahasan, simpulan serta selesai. Dalam penelitian dihasilkan sistem pemantauan volume dan kendali tetes infus berbasis modul NRF yang meliputi botol infus, Modul LGT8F328P, Wireless nRF24L01, Modul I2C, Sensor Load Cell, LCD 16x2, photodiode, Servo LED serta Buzzer. Berdasarkan data yang dihasilkan, pada pengamatan pada sensor load cell dan sensor photodiode akan memberikan pemberitahuan pada ruang tenaga medis jika cairan infus sudah berkurang hingga 90%. Selain pada berat infus, tingkat kecepatan tetes infus juga digunakan sebagai data pemberitahuan, seperti saat tingkat kecepatan >6,00 atau <1,00, maka buzzer akan berbunyi yang mengisyaratkan bahwa cairan infus mengalami gangguan.

Keywords: cairan infus, photodiode, load cell, wireless nRF24L01

I. PENDAHULUAN

Cairan infus merupakan kebutuhan rumah sakit untuk membantu pasien yang mengalami kekurangan elektrolit didalam tubuhnya. Ketepatan dalam pemberian cairan infus ini sangatlah penting untuk menjaga agar pasien tetap dalam keadaan baik [1]. Adapun hal yang perlu diperhatikan yaitu kecepatan tetes cairan infus, dan ketersediaan cairan infus dalam labu infus pasien. Petugas medis harus selalu melakukan kunjungan ke setiap kamar untuk memastikan bahwa cairan infus yang diberikan kepada pasien masih berfungsi dengan baik. Namun, tidak sedikit kasus yang terjadi cairan infus tidak terkontrol dengan baik oleh petugas medis. Oleh karena itu, diperlukan sebuah sistem untuk memonitor dan mengontrol cairan infus untuk meningkatkan pengawasan petugas medis terhadap pemberian cairan infus terhadap pasien. Proses pemantauan saat ini yang diterapkan di beberapa rumah sakit dilakukan secara manual, sehingga tingkat efisiensi waktu dan pelayanan petugas berkurang. Maka dari itu, alat ini dirancang untuk meningkatkan tingkat efisiensi dan efektifitas pelayanan dalam penanganan pasien khususnya dalam memantau cairan infus [2].

Untuk mendukung sistem pemantauan cairan infus ini, sistem pemantauan diintegrasikan dengan sebuah mikrokontroler dan sensor, yang dapat memantau langsung status cairan infus, yang kemudian hasil data tetesan dan

kapasitas cairan infus akan dikirimkan ke sistem yang digunakan oleh petugas medis. Dengan adanya informasi pemantauan volume dan kendali tetes infus ini, diharapkan memudahkan petugas medis dalam mengontrol dan memantau dari jarak jauh cairan infus pasien agar dapat mengerjakan pekerjaan lain yang lebih urgent.

II. KAJIAN LITERATUR

A. Modul LGT8F328P

Merupakan board microcontroller sebagai pengganti alternatif dari Arduino Nano V3 dengan menggunakan usb driver IC HT42B534. Dikarenakan dilihat dari fisik serta io yang hampir sama dengan Arduino Nano V3 serta untuk pemrogramannya menggunakan Arduino IDE.

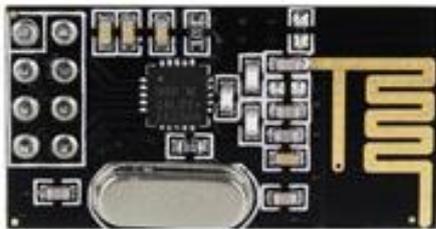


Gambar 1. Modul LGT8F328P

B. Modul Wireless nRF24L01

Module nRF24L01 merupakan module yang mempunyai fungsi untuk komunikasi jarak jauh atau nirkabel yang memanfaatkan gelombang RF 2.4 GHz yang biasanya diaplikasikan untuk Scientific, Industrial, maupun Medical [3]. Pada modul ini menggunakan antarmuka SPI (Serial Parallel Interface) untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler dalam hal ini Arduino. NRF24L01+ berkomunikasi melalui SPI (Serial Peripheral Interface) 4-pin dengan kecepatan data maksimum 10Mbps. Semua parameter, termasuk saluran frekuensi (125 saluran yang dapat dipilih), daya output (0 dBm, -6 dBm, -12 dBm atau -18 dBm), dan kecepatan data (250kbps, 1Mbps, atau 2Mbps), dapat dikonfigurasi melalui antarmuka SPI. Bus SPI menggunakan konsep master dan slave.

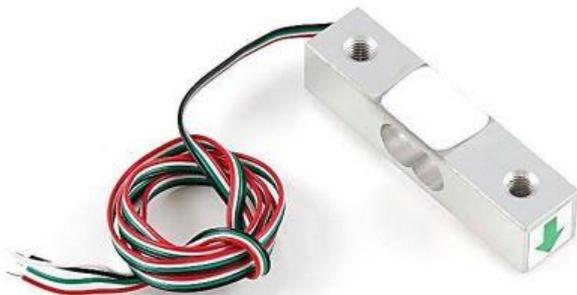
Module nRF24L01 memiliki perangkat keras yang berupa baseband logic Enhanced ShockBurst dan protocol accelerator yang memungkinkan untuk berkomunikasi dalam kecepatan tinggi. Module yang digunakan memiliki daya pancar sampai 1 km [4]



Gambar 2. Modul nRF24L01

C. Sensor Load Cell

Load cell adalah suatu alat transducer yang menghasilkan keluaran yang proporsional dengan beban atau gaya yang diberikan. Sensor load cell adalah jenis sensor beban yang banyak digunakan untuk mengubah beban atau gaya menjadi perubahan tegangan listrik. Perubahan tegangan listrik tergantung dari tekanan yang berasal dari pembebanan. Pada sensor load cell terdapat strain gauge yaitu komponen elektronika yang digunakan untuk mengukur tekanan. Strain gauge dikonfigurasi menjadi rangkaian jembatan wheatstone. Jembatan wheatstone terdiri dari empat buah resistor yang dirangkai seri dan paralel [5].

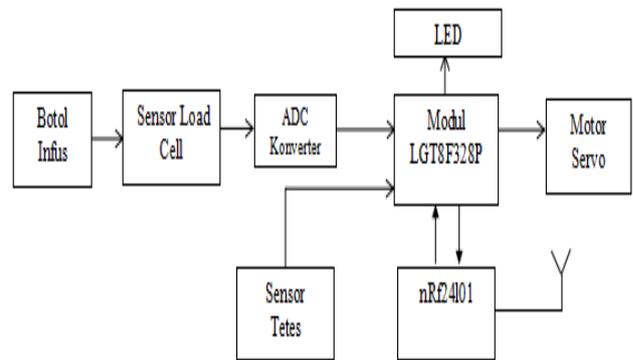


Gambar 3. Sensor Load Cell

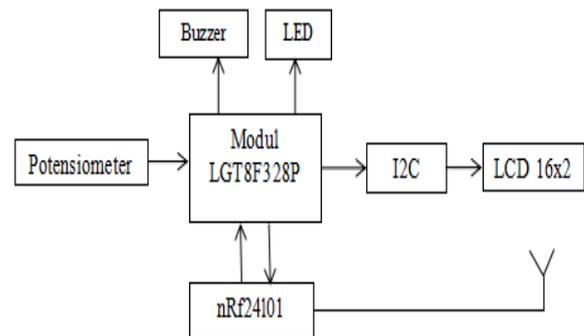
III. METODE PENELITIAN

Penelitian yang digunakan yaitu jenis penelitian dengan metode Research and Development. Tujuan dari metode ini untuk mencari informasi tentang rancangan ini serta melakukan inovasi pada alat yang akan dirancang. Metode dilakukan dengan cara mencari, memodifikasi rangkaian elektronika untuk tugas akhir serta melakukan pengujian terhadap rangkaian yang telah di buat. Adapun metode pengumpulan data yang digunakan yaitu studi literature, metode konsultasi dan metode pengujian.

Perancangan alat Sistem Pemantauan Volume dan Kendali Tetes Cairan Infus berbasis modul NRF, terlebih dahulu menentukan rancangan sistem atau gambaran yang akan dirancang agar tidak kesulitan saat memulai proses perancangan. Adapun perencanaan model perncangan sistem ditunjukkan pada Gambar 4.



(a)



(b)

Gambar 4. Blok diagram (a) Pengirim (Ruang Pasien) (b) Penerima (Ruang Tenaga Medis)

Dapat dilihat pada blok diagram pertama yaitu pada ruangan pasien (pengirim). Pada saat botol infus mengalami perubahan berat, maka sensor load cell akan menginput data tersebut yang kemudian diteruskan pada ADC converter. Setelah data tersebut diubah dalam ADC converter, maka selanjutnya akan diproses dalam modul LGT8F328P. data yang terdapat dalam modul tersebut akan menghasilkan output menuju LED serta motor servo. Motor servo disini

berguna sebagai penggerak pada sensor tetes. Adapun sensor tetes terdiri dari sensor photodiode yang mendeteksi tingkat kecepatan tetes infus. Data tersebut akan diteruskan menuju modul sehingga semua data yang berasal dari sensor load cell dan sensor tetes ini akan dikirimkan menuju ruang tenaga medis (penerima) melalui nRf24101. Jadi jika LED tersebut berkedip terus menerus maka petugas medis dapat melihat letak botol infus pasien yang mengalami gangguan dan segera melakukan pemeriksaan yang lebih lanjut.

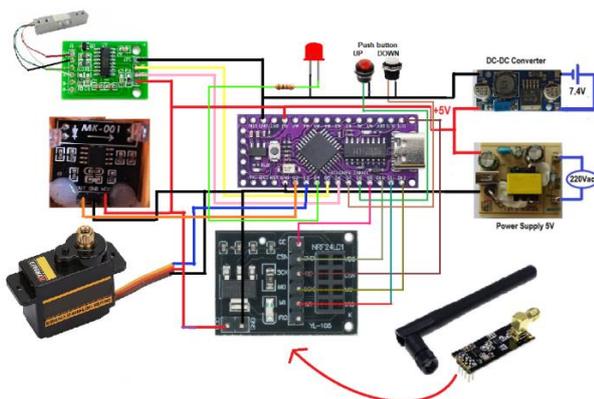
Selanjutnya, pada ruang tenaga medis (penerima), jika pada botol infus di ruang pasien mengalami error atau telah habis, maka nRf24101 akan mengirimkan informasi dari ruang pengirim yang kemudian datanya akan diolah kembali oleh modul LGT8F328P dengan cara menampilkannya pada LCD 16x2, sehingga petugas medis dapat melakukan tindakan pada pasien. Selain informasi mengenai berat infus, tingkat kecepatan pada Roller camp infus dapat dikendalikan dari ruang tenaga medis melalui potensiometer. Buzzer dan LED pun ikut menyala jika ada botol infus pasien mengalami gangguan sehingga memudahkan tenaga medis memantau dari kejauhan gangguan yang dialami pasien tersebut.

IV.HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perancangan Perangkat Keras

1) Rancangan Blok Pengirim

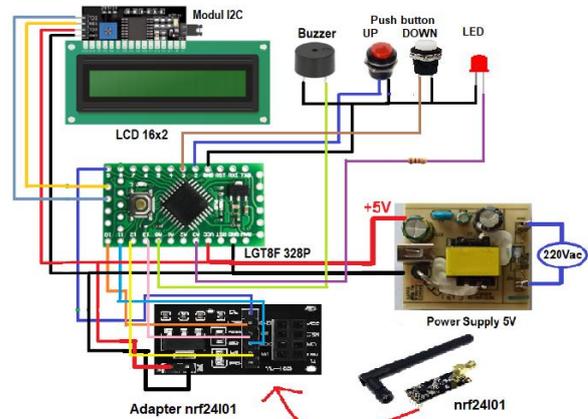
Pada tiang yang akan menopang cairan infus inilah yang akan dilengkapi oleh beberapa sensor yang tentunya sudah dirakit sedemikian rupa sehingga semua komponen yang akan digunakan dapat melekat dengan sempurna. Pada sensor tetes, pada drip chamber telah dipasangkan sensor photodiode yang akan memantau tingkat kecepatan tetes infus. Jika jumlah tetesan infus telah melebihi ambang nilai yang telah ditentukan maka data tersebut akan masuk ke tampilan LCD yang sudah dilengkapi dengan modul NRF. Selain tingkat kecepatan tetes infus, volume juga ikut dipantau dari LCD yang terdapat pada ruang tenaga medis. Buzzer berperan dalam memebrikan sinyal pada saat kecepatan tetes ataupun volume cairan infus mengalami masalah. Rangkaian dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Rangkaian Modul pada Ruang Pasien (Pengirim)

2) Rancangan Blok Penerima

Pada rangkaian yang terdapat diruang tenaga medis, terdapat LCD yang akan menampilkan sisa cairan infus berdasarkan beratnya, serta tingkat kecepatan tetes infus yang bias dikendalikan dari jarak jauh melalui nRf24101. Terdapat juga push button yang dapat digunakan jika tenaga medis mengalami kendala untuk mengunjungi langsung ruang pasien.



Gambar 6. Rangkaian Modul pada Ruang Tenaga Medis (Penerima)

B. Pengujian Alat

1) Pengujian Pada Volume Cairan Infus

Dari pengujian pengamatan sisa cairan infus pada infus dilakukan dengan menguji pembacaan pengamatan sisa cairan infus pada kecepatan 5 tetes/menit, 20 tetes/menit, dan ketika klem pada infus dibuka secara total. Untuk menghitung error yang dihasilkan dari perbandingan antara sisa infus pada tampilan LCD dengan sisa infus real time, dapat dihitung dengan rumus :



Gambar 7. Tampilan Pengujian Tetes Infus

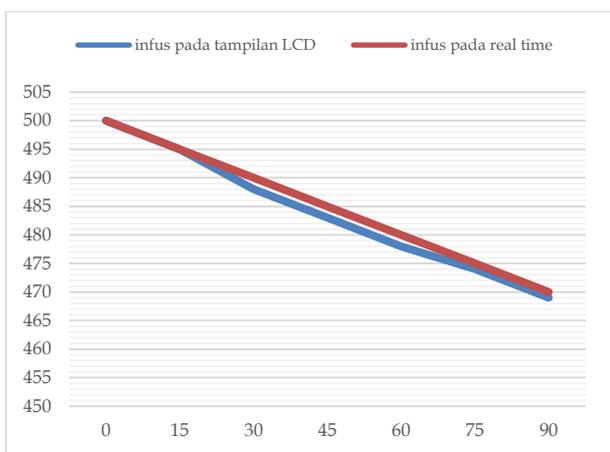
a. Pengujian pada kecepatan 5 tetes/menit

Pada pengujian sisa cairan infus ini dilakukan dengan mengatur klem pada infus dengan kecepatan 5 tetes/menit, Hasil yang didapat dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengujian cairan infus pada kecepatan 5 tetes/menit

No	Waktu (menit)	Sisa Infus pada LCD (ml)	Selisih (ml)	Sisa Infus pada real time (ml)	Selisih (ml)	Error (%)
1	0	500	6	500	5	0
2	15	494		495		0,20
3	30	488	6	490	5	0,4
4	45	483	5	485	5	0,41
5	60	478	5	480	5	0,41
6	75	473	5	475	5	0,21
7	90	468	5	470	5	0,21
Rata-rata error (%)						0,26

Pembacaan sisa cairan infus pada LCD memiliki rata-rata selisih per 15 menit yaitu 4 mL, sedangkan pada infus real time memiliki rata rata selisih 5mL. Secara keseluruhan, pengujian cairan infus pada kecepatan 5 tetes/menit memiliki rata-rata error sebesar 0,26%.



Gambar 8. Grafik pada kecepatan 5 tetes/menit

Untuk tingkat kecepatan 5 tetes/menit, dapat disimpulkan bahwa setiap 15 menit = 75 tetes sehingga setiap tetesnya mengeluarkan cairan sekitar **0,06mL**. Pada kecepatan 5 tetes/menit, infus akan habis total dalam waktu **25 jam**

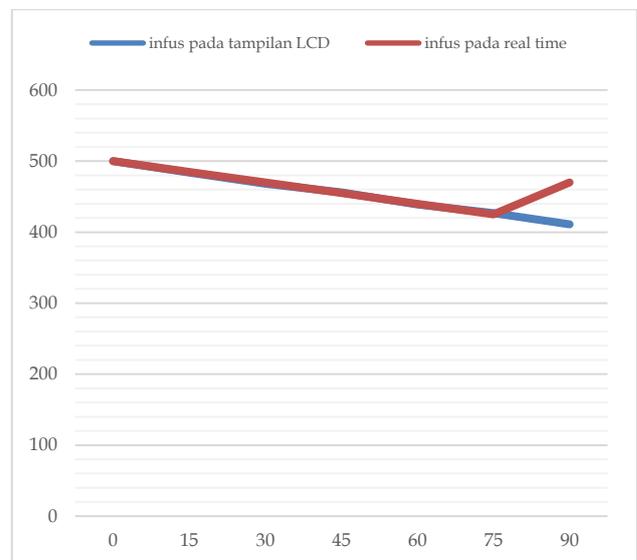
b. Pengujian pada kecepatan 20 tetes/menit

Pada pengujian sisa cairan infus ini dilakukan dengan mengatur klem pada infus dengan kecepatan 20 tetes/menit, Hasil yang didapat dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengujian cairan infus pada kecepatan 20 tetes/menit

No	Waktu (menit)	Sisa Infus pada LCD (ml)	Selisih (ml)	Sisa Infus pada real time (ml)	Selisih (ml)	Error (%)
1	0	500	16	500	15	0
2	15	484		485		0,21
3	30	468	16	470	15	0,63
4	45	453	15	455	15	0,21
5	60	439	14	440	15	0,22
6	75	424	15	425	15	0,47
7	90	411	13	410	15	0,24
Rata-rata error (%)						0,26

Pembacaan sisa cairan infus pada LCD memiliki rata rata selisih per 15 menit yaitu 15 mL, sedangkan pada infus real time memiliki rata rata selisih 15mL. Secara keseluruhan, pengujian cairan infus pada kecepatan 5 tetes/menit memiliki rata-rata error sebesar 0,26%



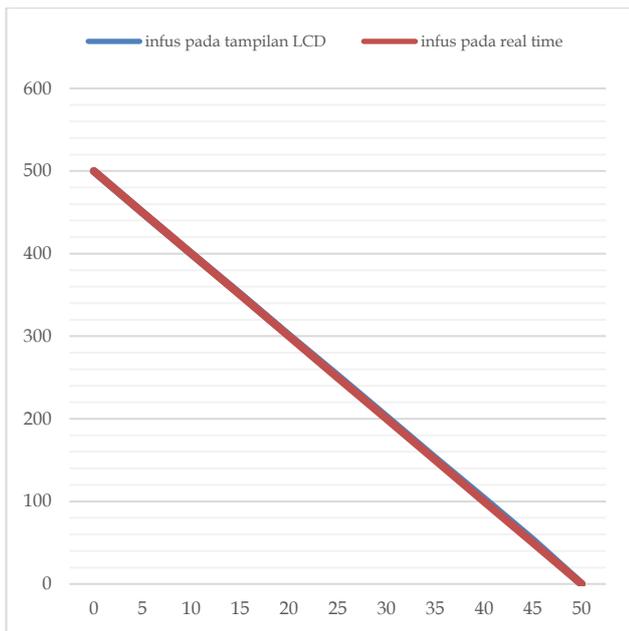
Gambar 9. Grafik pada kecepatan 20 tetes/menit

Untuk tingkat kecepatan 20 tetes/menit, dapat disimpulkan bahwa setiap 15 menit = 300 tetes sehingga setiap tetesnya mengeluarkan cairan sekitar **0,05 mL**. Pada pengujian di kecepatan 20 tetes/ menit, cairan infus akan habis dalam waktu **8,33 jam**.

c. Pengujian Pada Saat Klem Infus Terbuka Secara Total
 Pada pengujian sisa cairan infus ini dilakukan dengan dengan mengatur klem pada infus terbuka secara total. Hasil yang didapat dapat dilihat pada Tabel .:

Tabel 3. Pengujian cairan Infus saat klem infus dibuka secara total

No	Waktu (menit)	Sisa Infus pada LCD (ml)	Selisih (ml)	Sisa Infus pada real time (ml)	Selisih (ml)	Error (%)
1	0	500	50	500	50	0
2	5	450	50	450	50	0
3	10	400	49	400	50	0
4	15	351	50	350	50	0,21
5	20	301	49	300	50	0,33
6	25	252	50	250	50	0,8
7	30	202	50	200	50	1
8	35	152	50	150	50	1,3
9	40	103	51	100	50	3
10	45	52	52	50	50	6
11	50	0	52	0	50	0
Rata- rata error (%)						1,14



Gambar 10. Grafik Saat Klem Infus Terbuka Secara Total

Pembacaan sisa cairan infus pada LCD memiliki rata rata selisih per 15 menit yaitu 51 mL, sedangkan pada infus real time memiliki rata rata selisih 50 mL. Secara keseluruhan, pengujian cairan infus pada saat klem infus dibuka secara total memiliki rata-rata error sebesar 1,14%. Untuk pengujian cairan infus saat klem dibuka secara total, cairan infus akan habis dalam waktu **50 menit**.

2) Pengujian Kendali Tetes Infus

Dalam pengujian pembacaan sensor ini setiap percobaan dilakukan selama 60 detik dan untuk waktu digunakan fungsi timer yang sudah ada pada mikrokontroler 16, dan jenis cairan infus yang digunakan adalah NaCl. Pada pengujian ini dilakukan dengan 3 kali percobaan yaitu 7 tetes/menit, 11 tetes/menit dan 20 tetes/menit dan dilakukan masing – masing percobaan dilakukan sebanyak 10 kali percobaan pembacaan tetesan.

Tabel 4. Pengujian Sensor untuk 7 tetes/menit

Percobaan	Jumlah Tetes menggunakan Stopwatch	Jumlah tetes yang dihasilkan Sensor Photodiode
1	7	7
2	7	7
3	7	7
4	7	8
5	7	7
6	7	7
7	7	7
8	7	8
9	7	7
10	7	7
Jumlah	70	72

Tabel diatas menghasilkan perbandingan jumlah tetes yang diamati secara manual menggunakan stopwatch dengan jumlah tetesan yang dihasilkan dengan sensor photodiode menghasilkan tetesan di angka antara 7-8 per 60 detik. Dapat dilihat bahwa jumlah tetesan diantara keduanya mengalami error sebesar **2,7%**.

Tabel 5. Pengujian Sensor untuk 11 tetes/menit

Percobaan	Jumlah Tetes menggunakan Stopwatch	Jumlah tetes yang dihasilkan Sensor Photodiode
1	11	13
2	11	11
3	11	12
4	11	11
5	11	11
6	11	11
7	11	12
8	11	11
9	11	11
10	11	12
Jumlah	110	115

Tabel diatas menghasilkan perbandingan jumlah tetes yang diamati secara manual menggunakan stopwatch dengan jumlah tetesan yang dihasilkan dengan sensor photodiode per 60 detik berada di antara 11-13 per menit.

Dapat dilihat bahwa jumlah tetesan diantara keduanya mengalami error sebesar **4,34%**.

Tabel 6. Pengujian Sensor untuk 20 tetes/menit

Percobaan	Jumlah Tetes menggunakan Stopwatch	Jumlah tetes yang dihasilkan Sensor Photodioda
1	20	20
2	20	20
3	20	20
4	20	21
5	20	21
6	20	23
7	20	20
8	20	20
9	20	20
10	20	21
Jumlah	200	206

Tabel diatas menghasilkan perbandingan jumlah tetes yang diamati secara manual menggunakan stopwatch dengan jumlah tetesan yang dihasilkan dengan sensor photodioda per 60 detik berada di antara 20-21 per menit. Dapat dilihat bahwa jumlah tetesan diantara keduanya mengalami error sebesar **3%**.

3) Uji Keandalan Alat

Pada rangkaian sensor berat, pemberitahuan tentang sisa berat cairan infus akan ditampilkan di ruang tenaga medis. Jika berat cairan infus kurang dari 50ml (sekitar 10%) maka buzzer akan menyala. Sebaliknya jika cairan infus masih tersisa sekitar lebih 20% maka LED tetap menyala dan buzzer tidak berbunyi maka semua berjalan normal. Dalam keadaan ini, petugas medis dapat mengetahui kadar cairan infus yang sesuai dengan kebutuhan pasien sehingga pemberian cairan infus ini tepat sasaran. Selain itu alat ini juga digunakan pada saat petugas media yang bersangkutan tidak sempat untuk mengecek cairan infusu, maka alat ini dapat memberitahukan petugas medis lain untuk segera mengecek cairan infus tersebut bermasalah atau tidak.



(a) (b)

Gambar 11. (a) Motor Servo yang Mengendalikan Tetes Infus (b) Tampilan Jika Buzzer Menyala

Adapun seluruh rangkaian tersebut telah terhubung satu sama lain seperti tabel dibawah ini :

Tabel 7. Hubungan Antar Alat

Vol(ml)	Tetes/det	Keadaan Buzzer	Keadaan LED
476	9,0	ON	OFF
473	1,4	OFF	ON
467	20,2	ON	OFF
439	0,0	ON	OFF
431	1,2	OFF	ON
430	3,0	OFF	ON
428	4,6	OFF	ON
425	5,2	OFF	ON
415	18,0	ON	OFF
413	2,8	OFF	ON
409	6,8	ON	OFF
405	10,8	ON	OFF
395	15,0	ON	OFF
37	0,0	ON	OFF

Dari data yang dihasilkan pada tabel diatas, maka dapat disimpulkan bahwa jika tingkat kecepatan yang dihasilkan kurang dari 1,0, maka buzzer akan menyala dan LED akan mati, tetapi LED akan kembali menyala setelah beberapa detik.

Tetapi, jika tingkat kecepatan tetes berada diantara 1,00 – 6,00, maka LED akan menyala yang menandakan bahwa tetes tersebut normal. Jika angka tetes perdetik menunjukkan angka lebih dari 7,00, maka buzzer akan menyala yang menandakan bahwa kecepatan tetes tersebut dianggap terlalu cepat sehingga harus segera ditangani.

Keadaan buzzer disini mengikuti metode intrupsi dimana pembacaan sensor tersebut dilakukan setiap 5 detik sehingga data yang ditampilkan di ruang tenaga medis diambil setiap 5 detik. Proses komunikasi ini dinamakan Half-Duplex, dimana sebuah mode komunikasi dimana data dapat ditransmisikan atau diterima secara dua arah tetapi tidak dapat dilakukan secara bersama-sama. Selain buzzer, push button yang terdapat pada ruang tenaga medis mengalami respon yang agak lambat dikarenakan perintah yang diterima dan diproses setiap 5 detik.



(a) (b)

Gambar 12. (a) Tiang pada ruang pasien (b) Tampilan informasi di ruang tenaga medis

Dengan demikian, proses pemantauan volume dan tingkat kecepatan tetes infus ini berjalan dengan normal dan sesuai dengan ambang nilai yang telah ditentukan sehingga dapat membantu tenaga medis dalam menjalankan pekerjaannya. Nilai ambang tersebut ditentukan berdasarkan tingkat kebutuhan pasien serta volume cairan infus yang jika sudah mengalami penurunan hingga 10% maka akan diberitahukan untuk segera diambil tindakan

V. KESIMPULAN

Sistem pemantauan volume dan kendali tetes infus berbasis modul NRF telah dirancang pada penelitian ini. Hasil pengujian volume tetes infus pada dua kondisi kecepatan yaitu 5 tetes/menit dan 20 tetes/menit menghasilkan nilai error sebesar 0,26 % dan jumlah cairan infus yang keluar setiap detik pada rentang 0,05 - 0,06mL. Pada pengujian kendali tetes infus, jumlah tetes infus yang terbaca oleh sensor dibandingkan dengan pengujian dengan stopwatch menghasilkan error sebesar 3-4%. Sensor load cell dan sensor photodiode akan memberikan pemberitahuan pada ruang tenaga medis jika cairan infus sudah berkurang hingga 90%. Selain pada berat infus, tingkat kecepatan tetes infus juga digunakan sebagai data pemberitahuan, seperti saat tingkat kecepatan $>6,00$ atau $<1,00$, maka buzzer akan berbunyi yang mengisyaratkan bahwa cairan infus mengalami gangguan.

REFERENSI

- [1] A. Febrianti & A. Saputra, "Penerapan Pemberian Terapi Oralit Terhadap Kekurangan Volume Cairan Pada Anak Dengan Diare," *Jurnal Kesehatan*, vol. 7, no.1, 2018.
- [2] D. R. Mardiyah, I. I. Tritasmoro & S. Rizal, "Sistem Controlling Dan Monitoring Cairan Infus Berbasis Android," *eProceedings of Engineering*, vol. 7, no. 2, 2020
- [3] A. T. Taha, P. Iswahyudi & S. Lestari, "Prototipe Kontrol dan Monitoring Daily Tank dan Pemakaian Bahan Bakar Genset Berbasis Data Base," *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Penerbangan (SNITP)*, 2019
- [4] O. Derek, E. K. Allo & N. M. Tulung, "Rancang Bangun Alat Monitoring Kecepatan Angin Dengan Koneksi Wireless Menggunakan Arduino Uno," *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, vol. 5, no. 4, hlm. 1-7, 2016.
- [5] D. Setiawan, "Sistem Peringatan Pada Pengendara Yang Berpapasan Ditikungan Tajam Berbasis Mikrokontroler," *Jurnal SAINTIKOM (Jurnal Sains Manajemen Informatika dan Komputer)*, vol. 18, no. 1, hlm. 11-16, 2019.