



Sistem Pemantauan Infus Berbasis IoT dengan Notifikasi Real-Time Melalui Telegram

Teodora Fenny Aliansih¹, Rahmi Hidayati², Kartika Sari³

Rekayasa Sistem Komputer, Fakultas MIPA, Universitas Tanjungpura, Jl. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Kota Pontianak, Kode Pos 78124, Indonesia

*Penulis Korespondensi, E-mail: fennyaliansih@student.untan.ac.id

Abstrak - Infus adalah peralatan klinis untuk memberikan obat cair atau nutrisi kepada pasien. Cairan infus disimpan dalam kantong steril dan dialirkan ke pembuluh darah melalui selang. Pemantauan infus biasanya dilakukan secara manual oleh perawat, yang sering mengakibatkan kelalaian seperti terlambat mengganti cairan habis, menangani infus yang tidak menetes, dan mengatasi darah yang naik ke selang infus. Maka dari itu, diperlukan suatu sistem pemantauan *real-time* yang dapat memberikan informasi serta notifikasi jarak jauh mengenai kondisi infus. Penelitian ini mengembangkan sistem berbasis IoT menggunakan NodeMCU ESP32, sensor *Loadcell*, sensor TCRT5000, sensor LDR, Node-RED, dan aplikasi bot Telegram. NodeMCU ESP32 berfungsi sebagai pengendali utama. Sensor *Loadcell* mengukur volume cairan infus, sensor TCRT5000 menghitung tetesan per menit, dan sensor LDR mendeteksi darah di selang infus. Data sensor dikirimkan ke Node-RED untuk diproses dan ditampilkan pada aplikasi Telegram. Akurasi sensor *Loadcell* mencapai 95,69%, sedangkan sensor TCRT5000 memiliki akurasi 76,73%. Notifikasi dikirimkan saat volume cairan infus kurang dari 100 ml, cairan infus tidak menetes, dan saat sensor LDR mendeteksi darah di selang infus.

Kata Kunci: Pemantauan Infus; IoT; NodeMCU ESP32; Node-RED; Telegram

Abstract - Infusions are clinical equipment for administering liquid medication or nutrients to patients. Infusion fluid is stored in a sterile bag and delivered to a vein through a tube. Infusion monitoring is usually done manually by nurses, which often results in negligence such as replacing the liquid run out too late, handling infusions that are not dripping, and dealing with blood that rises into the infusion hose. Therefore, a real-time monitoring system is needed that can provide information and remote notifications about the condition of the infusion. This research develops an IoT-based system using NodeMCU ESP32, Loadcell sensor, TCRT5000 sensor, LDR sensor, Node-RED, and Telegram bot application. NodeMCU ESP32 serves as the main controller. Loadcell sensor gauges volume of the infusion fluid, TCRT5000 sensor counts droplets per minute, and LDR sensor detects blood in the infusion hose. Sensor data is sent to Node-RED for processing and display on the Telegram application. The accuracy of the Loadcell sensor reaches 95.69%, while the TCRT5000 sensor has an accuracy of 76.73%. Notifications are sent when the infusion fluid volume is less than 100 ml, the infusion fluid is not dripping, and when the LDR sensor detects blood in the infusion hose.

Keywords: Infusion Monitoring; IoT; NodeMCU ESP32; Node-RED; Telegram

1. PENDAHULUAN

Infus adalah peralatan klinis yang digunakan oleh dokter untuk memberikan obat cair atau nutrisi kepada pasien dalam waktu yang telah ditentukan[1]. Cairan infus disimpan dalam kantong steril dan dialirkan ke pembuluh darah melalui selang. Jenis dan jumlah cairan yang digunakan akan bergantung pada kondisi pasien, ketersediaan cairan, dan tujuan pemberian cairan infus[2]. Prinsip kerja infus memanfaatkan perbedaan tekanan antara kantong infus dan tekanan darah di dalam tubuh, di mana tekanan dalam kantong infus lebih tinggi dibandingkan dengan tekanan darah, sehingga cairan infus dapat mengalir ke dalam pembuluh darah[3]. Pemantauan infus biasanya dilakukan secara manual oleh perawat, yang sering mengakibatkan kelalaian seperti terlambat mengganti cairan infus yang habis, menangani infus yang tidak menetes, dan mengatasi darah yang naik ke selang infus[4]. Hal ini bisa menghambat asupan cairan ke tubuh, menimbulkan dehidrasi, atau membuat pengobatan tidak optimal[5]. Maka dari itu, diperlukan suatu sistem yang dapat melakukan pemantauan serta memberikan notifikasi mengenai kondisi infus pasien dari jarak jauh seperti volume cairan infus, jumlah tetesan infus per menit, dan darah yang naik pada selang infus sehingga dapat meminimalisir kelalaian perawat dalam melakukan pemantauan infus pasien[6].

Berdasarkan permasalahan diatas, Penelitian terkait tentang sistem pemantauan dan notifikasi pada infus telah dilakukan sebelumnya, dimana pada penelitian ini menggunakan sensor warna TCS3200 dan Arduino Uno

untuk mendeteksi darah pada selang infus dengan sinyal LED dan *buzzer*, yang mencapai keberhasilan 99,5% dari 10 percobaan[7].

Penelitian berikutnya menggunakan sensor *Loadcell* dan sensor *Infrared Proximity* untuk mendeteksi cairan infus dan untuk mendeteksi penyumbatan pada selang infus, lalu dikendalikan dengan Arduino Uno kemudian dipantau melalui LCD dan *smartphone Android* menggunakan aplikasi Blynk. *Buzzer* akan berbunyi saat terjadi penyumbatan atau cairan infus habis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat ini mampu mengidentifikasi berat cairan infus sebesar 500 ml, mendeteksi ketika berat cairan infus habis yaitu kurang dari atau sama dengan 36 ml, dan penyumbatan di selang infus, serta dapat *dimonitoring* pada LCD dan *Android*[8].

Penelitian terkait lainnya menggunakan photodiode dan inframerah untuk mendeteksi dan mengukur volume cairan infus. Alarm terkoneksi secara *wireless* dengan *buzzer* di ruang jaga, berbunyi saat cairan < 100 ml atau tidak menetes dalam 7 detik, dengan *error* rata-rata 1,97% [9]. Penelitian lain menggunakan Arduino yang berperan sebagai pengendali utama sistem. Sensor yang digunakan yaitu sensor *Loadcell* dengan sensor photodiode dan LED yang digunakan untuk mengukur volume cairan pada botol infus serta untuk mendeteksi kecepatan tetesan infus per menit. Data dari sensor ditampilkan pada *website* menggunakan *ethernet shield*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sensor *Loadcell* memiliki tingkat kesalahan sebesar 0,05%, dan kecepatan tetesan infus yang diukur oleh sensor photodiode dan LED adalah 0,23 ml/detik dan 0,35 ml/detik[10].

Penelitian selanjutnya menggunakan metode Fuzzy Mamdani untuk memproses input dari sensor *Loadcell*, modul HX711, dan IR HC-89 yang terhubung ke NodeMCU ESP32, yang kemudian menghasilkan output untuk mengaktifkan *buzzer*. Pengujian menunjukkan perbedaan rata-rata berat infus sebesar 5,9% dan jumlah tetesan 5,54 Vo dibandingkan dengan alat manual, dengan tingkat akurasi sistem mencapai 92% [11]. Kemudian pengembangan sistem *monitoring* cairan infus berbasis IoT untuk pemantauan berkelanjutan dari ruang perawat, sehingga pergantian infus lebih cepat dan andal. Hasil uji *blackbox* menunjukkan sistem berfungsi sesuai desain. Waktu muat tercatat 1,00 detik dengan *bandwidth* 19,23 Mbps dan 1,75 detik dengan *bandwidth* 14,50 Mbps, dengan rata-rata delay pengiriman data 68,38 detik per tetesan[12].

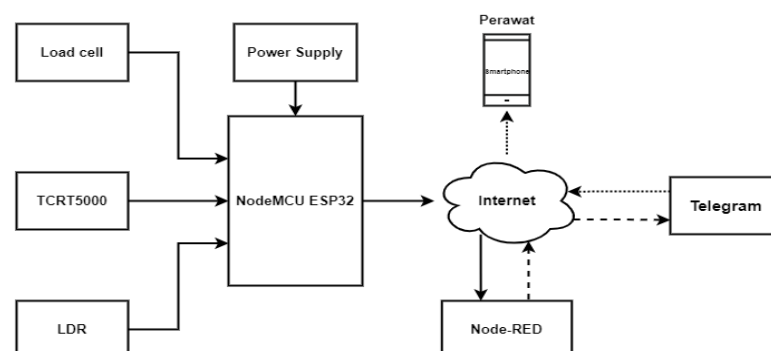
Penelitian yang memanfaatkan sensor *Loadcell* untuk mengukur volume infus dan sensor *InfraRed* untuk mendeteksi jumlah tetesan per menit. *Platform web* digunakan untuk menampilkan kondisi volume infus dan tetesan per menit secara *real-time*. Sensor *Loadcell* memiliki tingkat ketelitian sebesar 99,8%, dan sensor *InfraRed* dapat mendeteksi jumlah tetesan infus per menit. *Platform web* ini menampilkan hasil pengukuran dengan jeda waktu 10-30 detik, tergantung pada kecepatan jaringan internet yang digunakan[13].

Berdasarkan beberapa penelitian terdahulu, penelitian ini membuat suatu sistem untuk melakukan pemantauan serta memberikan notifikasi mengenai kondisi infus pasien dari jarak jauh secara *real-time* seperti volume cairan infus, jumlah tetesan infus per menit, dan adanya darah naik ke selang infus berbasis IoT dengan aplikasi Telegram.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Diagram Blok

Diagram blok pada penelitian ini, menggambarkan sensor-sensor yang digunakan pada sistem, perangkat proses dan keluaran dari sistem. Diagram blok sistem pada penelitian ini ditampilkan pada Gambar 1.



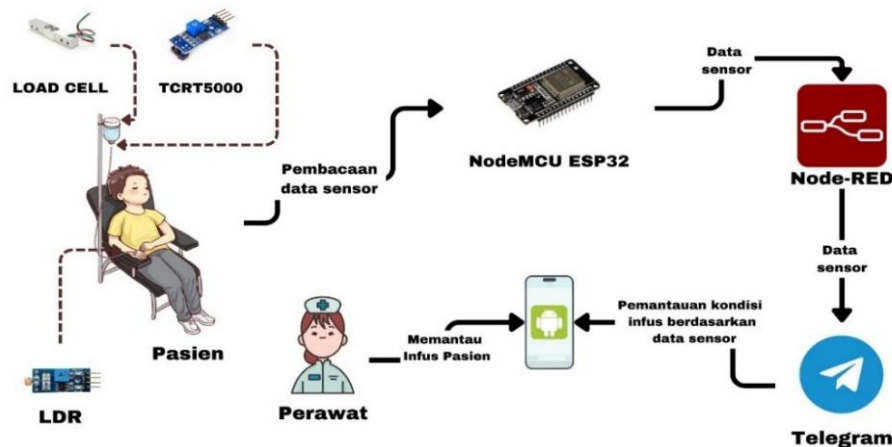
Gambar 1. Diagram Blok Sistem

Berdasarkan Gambar 1 penjelasan mengenai bagian-bagian dari perancangan sistem pemantauan dan notifikasi infus berbasis IoT, terdiri dari:

1. *Power Supply* berfungsi sebagai sumber utama arus listrik untuk seluruh sistem.
2. NodeMCU ESP32 berfungsi sebagai perangkat keras utama yang mengolah dan memproses data dari komponen-komponen pendukung lainnya pada sistem.
3. Sensor *Loadcell* berfungsi sebagai pengukur jumlah volume cairan infus.
4. Sensor TCRT5000 berfungsi untuk menghitung jumlah tetesan cairan infus per menit.
5. Sensor LDR berfungsi untuk mendeteksi darah yang naik di selang infus.
6. *Internet* berfungsi sebagai penyedia akses untuk menghantarkan berbagai informasi yang menghubungkan antara perangkat satu dan perangkat lainnya.
7. Node-RED berfungsi sebagai pengolah data sensor yang diterima dari NodeMCU ESP32 yang kemudian akan dikirimkan pada aplikasi Telegram.
8. Telegram berfungsi sebagai antarmuka sistem untuk pemantauan dan notifikasi pada infus oleh perawat.

2.2 Perancangan sistem

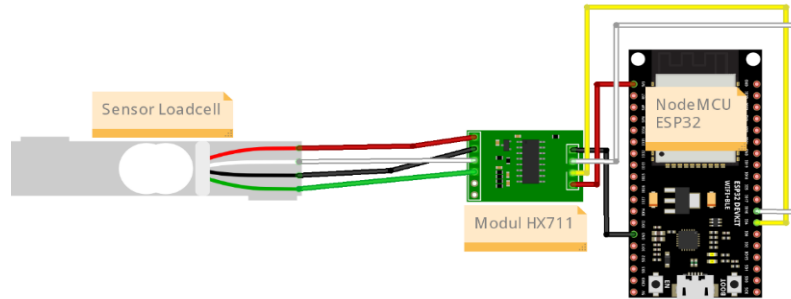
Perancangan pada sistem pemantauan dan notifikasi pada infus di penelitian ini terdiri dari perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak. Perancangan pada perangkat keras menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP32 yang berperan sebagai pengendali utama sistem serta sensor yang digunakan yaitu sensor *Loadcell*, sensor TCRT5000, dan sensor LDR. Perancangan pada perangkat lunak yaitu perancangan *coding program* NodeMCU ESP32 menggunakan Arduino IDE[14], perancangan Node-RED yang digunakan untuk mengolah data dari sensor yang diterima dari NodeMCU ESP32[15], dan perancangan aplikasi bot Telegram untuk menampilkan data dan memberikan notifikasi pada kondisi infus. Gambaran umum dari perancangan sistem pemantauan dan notifikasi pada infus berbasis IoT ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Perancangan Sistem Pemantauan dan Notifikasi pada Infus Berbasis IoT

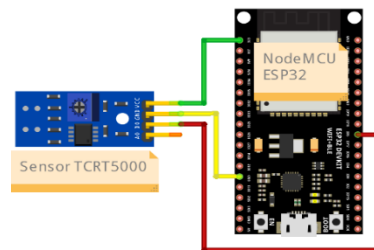
2.3 Perancangan perangkat keras

Perancangan perangkat keras dalam sistem pemantauan dan notifikasi infus berbasis IoT merupakan tahapan untuk merancang komponen perangkat keras yang mengintegrasikan sensor-sensor dengan NodeMCU ESP32. Pada perancangan ini, sensor *Loadcell* digunakan untuk membaca jumlah volume cairan infus[16]. Modul HX711 digunakan sebagai antarmuka untuk menghubungkan sensor *Loadcell* dengan NodeMCU ESP32[17]. Rancangan perangkat keras sensor *Loadcell* ditampilkan pada Gambar 3.



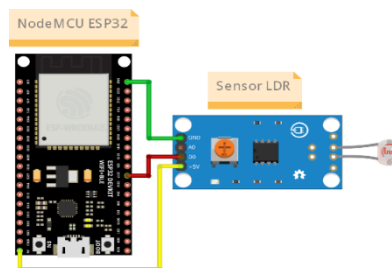
Gambar 3. Perancangan Perangkat Keras Sensor *Loadcell*

Sensor TCRT5000 berfungsi untuk membaca jumlah tetesan cairan infus per menit, dimana sensor ini mendeteksi pergerakan tetesan infus saat cairan melewati sensor[18]. Rancangan perangkat keras sensor TCRT5000 ditampilkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Perancangan Perangkat Keras Sensor TCRT5000

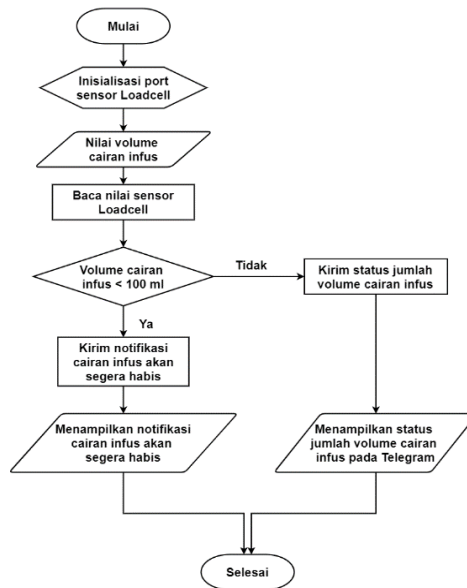
Sensor LDR digunakan untuk membaca darah yang naik pada selang infus. Saat darah melewati sensor, perubahan dalam intensitas cahaya akan terdeteksi[19]. Rancangan perangkat keras sensor LDR ditampilkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Perancangan Perangkat Keras Sensor LDR

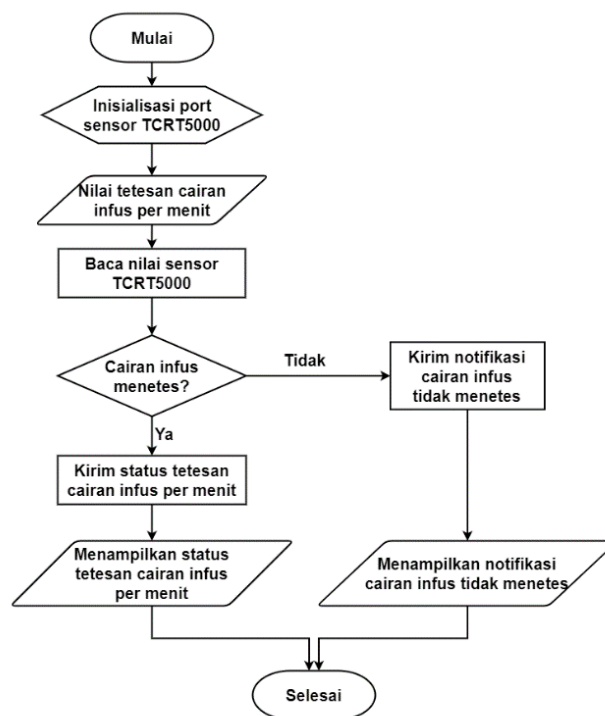
2.4 Perancangan perangkat lunak

Perancangan perangkat lunak pada sistem ini dirancang menggunakan diagram alir yang bertujuan untuk membaca data sensor yang digunakan, seperti sensor *Loadcell*, sensor TCRT5000, dan sensor LDR. Kemudian NodeMCU ESP32 akan memproses data sensor dan mengirimkannya ke Node-RED lalu kemudian data sensor dikirimkan dan ditampilkan ke aplikasi Telegram[20]. Diagram alir untuk pembacaan sensor *Loadcell* ditampilkan pada Gambar 6.



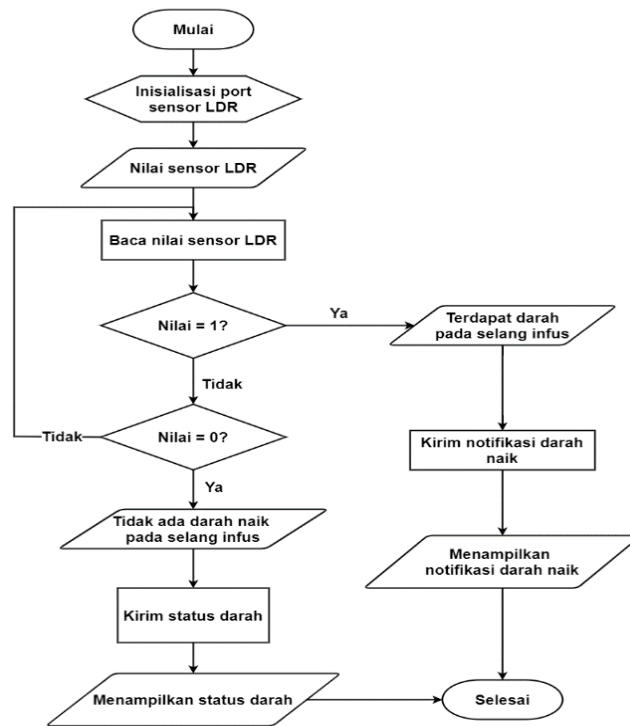
Gambar 6. Diagram Alir Sistem Pembacaan Sensor *Loadcell*

Diagram alir untuk pembacaan sensor TCRT5000 ditampilkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Diagram alir sistem pembacaan sensor TCRT5000

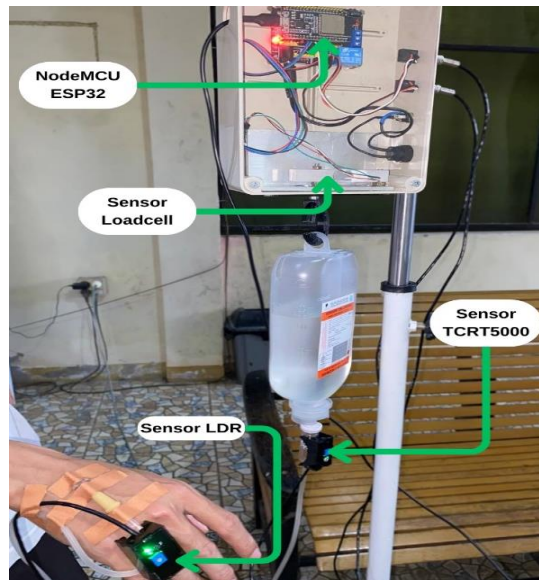
Diagram alir untuk pembacaan sensor LDR dapat ditampilkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Diagram alir sistem pembacaan sensor LDR

2.5 Perancangan Alat

Perancangan alat pada sistem pemantauan dan notifikasi infus berbasis IoT merupakan tahapan untuk merancang komponen perangkat keras yang mengintegrasikan sensor-sensor dengan NodeMCU ESP32. Perancangan alat sistem pemantauan dan notifikasi infus berbasis IoT ditampilkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Sistem Pemantauan dan Notifikasi pada Infus Berbasis IoT

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian sistem yang dilakukan pada penelitian ini yaitu pengujian pembacaan sensor *Loadcell*, pembacaan sensor TCRT5000, pembacaan sensor LDR, pengujian Node-RED dan pengujian aplikasi bot Telegram untuk menampilkan data sensor dan notifikasi kondisi infus. Dalam proses pengujian, dilakukan kalibrasi terhadap sensor-sensor yang digunakan. Kalibrasi ini bertujuan untuk menentukan nilai *error* dari hasil pengukuran sensor dengan membandingkannya dengan alat ukur standar.

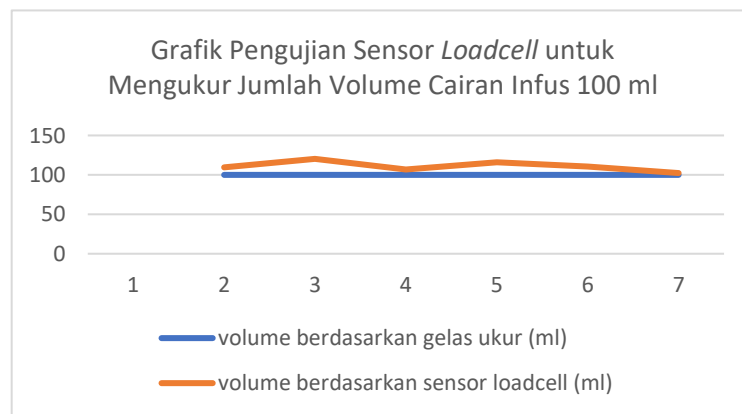
3.1 Hasil Pengujian Pembacaan Sensor *Loadcell*

Pengukuran volume cairan infus diuji dengan membandingkan hasil sensor *Loadcell* dengan gelas ukur manual. pengujian dilakukan sebanyak 30 kali pengukuran dengan volume cairan infus yang bervariasi. Rentang pengukuran sensor *Loadcell* terdiri dari volume 100 ml - 500 ml. Pengujian sensor *Loadcell* untuk mengukur volume cairan infus 100 ml memperoleh nilai rata-rata *error* relatif sebesar 10,92% dan nilai akurasinya sebesar 89,08%. Hasil pengukuran volume cairan infus 100 ml ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Volume Cairan Infus 100 ml

No	volume berdasarkan gelas ukur (ml)	volume berdasarkan sensor <i>loadcell</i> (ml)	<i>error</i> absolut (ml)	<i>error</i> relatif (%)	akurasi (%)
1	100	109,6	9,6	9,60	90,40
2	100	120,3	20,3	20,30	79,70
3	100	106,8	6,8	6,80	93,20
4	100	115,8	15,8	15,80	84,20
5	100	110,7	10,7	10,70	89,30
6	100	102,3	2,3	2,30	97,70
rata-rata			10,9	10,92	89,08

Berdasarkan data pada Tabel 1, grafik hasil pengujian untuk mengukur jumlah volume cairan infus 100 ml menggunakan sensor *Loadcell* ditampilkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Grafik Pengujian Mengukur Jumlah Volume Cairan Infus 100 ml Menggunakan Sensor *Loadcell*

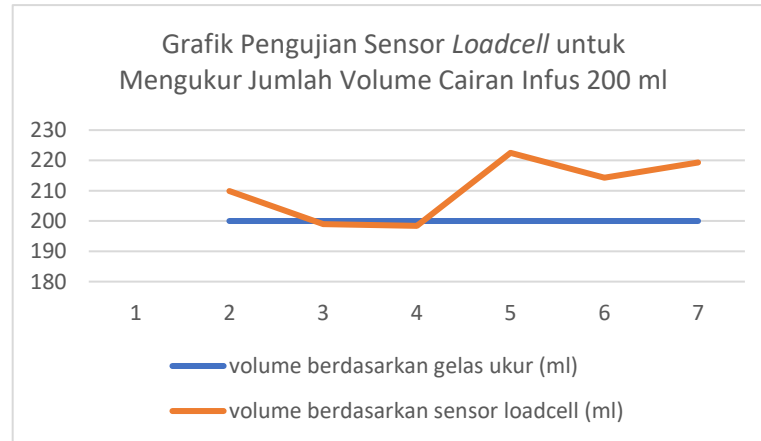
Pengujian sensor *Loadcell* untuk mengukur volume cairan infus 200 ml memperoleh nilai rata-rata *error* relatif sebesar 5,72% dan nilai akurasinya sebesar 94,28%. Hasil pengukuran volume cairan infus 200 ml ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Volume Cairan Infus 200 ml

No	volume berdasarkan gelas ukur (ml)	volume berdasarkan sensor <i>loadcell</i> (ml)	<i>error</i> absolut (ml)	<i>error</i> relatif (%)	akurasi (%)
1	200	209,9	9,9	4,95	95,05

2	200	199	1	0,50	99,50
3	200	198,4	1,6	0,80	99,20
4	200	222,5	22,5	11,25	88,75
5	200	214,3	14,3	7,15	92,85
6	200	219,3	19,3	9,65	90,35
rata-rata			11,4	5,72	94,28

Berdasarkan data Tabel 2, grafik hasil pengujian untuk mengukur jumlah volume cairan infus 200 ml menggunakan sensor *Loadcell* dapat dilihat pada Gambar 11.



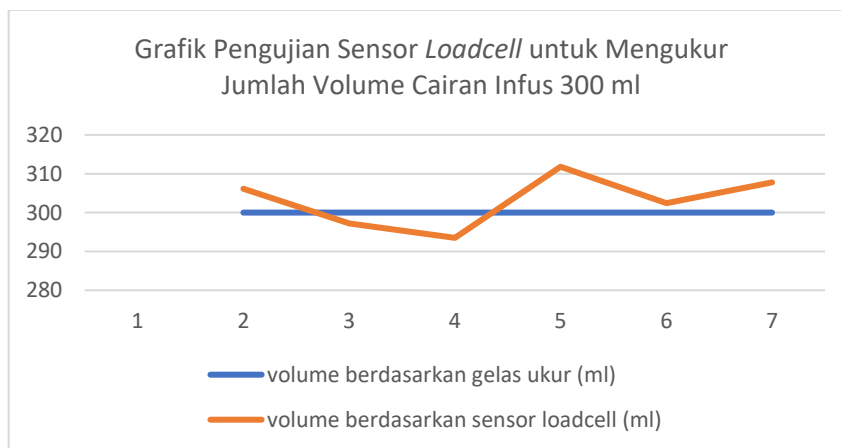
Gambar 11. Grafik Pengujian Mengukur Jumlah Volume Cairan Infus 200 ml Menggunakan Sensor *Loadcell*

Pengujian sensor *Loadcell* untuk mengukur volume cairan infus 300 ml memperoleh nilai rata-rata *error* relatif sebesar 2,08% dan nilai akurasinya sebesar 97,92%. Hasil pengukuran volume cairan infus 300 ml ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengukuran Volume Cairan Infus 300 ml

No	volume berdasarkan gelas ukur (ml)	volume berdasarkan sensor <i>loadcell</i> (ml)	<i>error</i> absolut (ml)	<i>error</i> relatif (%)	akurasi (%)
1	300	306,1	6,1	2,03	97,97
2	300	297,2	2,8	0,93	99,07
3	300	293,5	6,5	2,17	97,83
4	300	311,8	11,8	3,93	96,07
5	300	302,4	2,4	0,80	99,20
6	300	307,8	7,8	2,60	97,40
rata-rata			6,2	2,08	97,92

Berdasarkan data Tabel 3, grafik hasil pengujian untuk mengukur jumlah volume cairan infus 300 ml menggunakan sensor *Loadcell* ditampilkan pada Gambar 12.



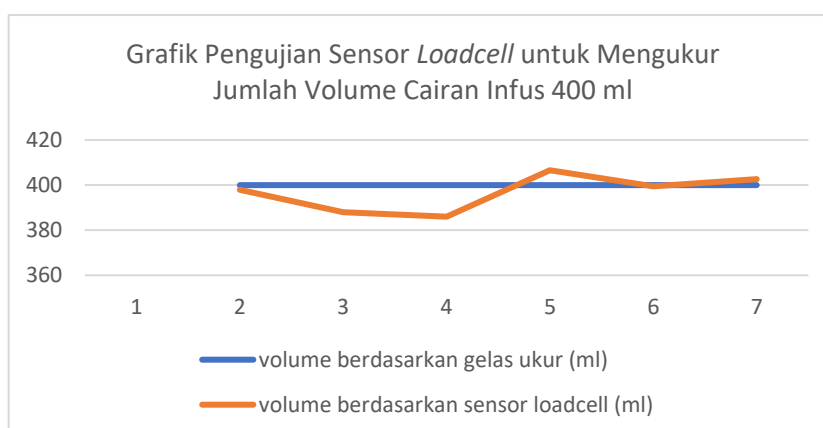
Gambar 12. Grafik Pengujian Mengukur Jumlah Volume Cairan Infus 300 ml Menggunakan Sensor *Loadcell*

Pengujian sensor *Loadcell* untuk mengukur volume cairan infus 400 ml memperoleh nilai rata-rata *error* relatif sebesar 1,58% dan nilai akurasinya sebesar 98,42%. Hasil pengukuran volume cairan infus 400 ml ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengukuran Volume Cairan Infus 400 ml

No	volume berdasarkan gelas ukur (ml)	volume berdasarkan sensor <i>loadcell</i> (ml)	<i>error</i> absolut (ml)	<i>error</i> relatif (%)	akurasi (%)
1	400	397,9	2,1	0,53	99,48
2	400	388	12	3,00	97,00
3	400	386	14	3,50	96,50
4	400	406,6	6,6	1,65	98,35
5	400	399,5	0,5	0,13	99,88
6	400	402,7	2,7	0,67	99,33
rata-rata			6,3	1,58	98,42

Berdasarkan data Tabel 4, grafik hasil pengujian untuk mengukur jumlah volume cairan infus 400 ml menggunakan sensor *Loadcell* ditampilkan pada Gambar 13.



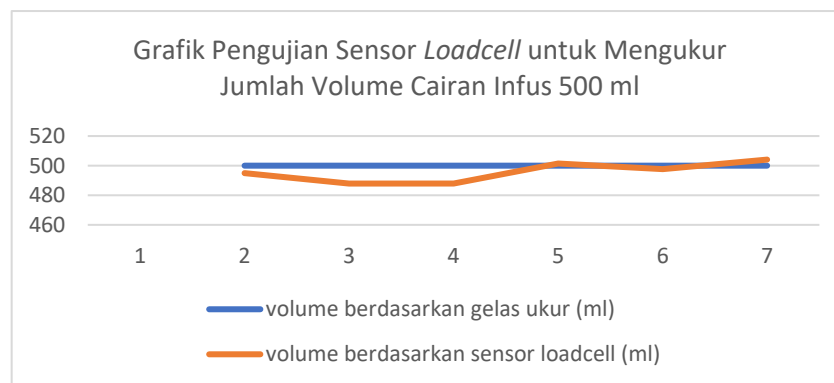
Gambar 13. Grafik Pengujian Mengukur Jumlah Volume Cairan Infus 400 ml Menggunakan Sensor *Loadcell*

Pengujian sensor *Loadcell* untuk mengukur volume cairan infus 500 ml memperoleh nilai rata-rata *error* relatif sebesar 1,24% dan nilai akurasinya sebesar 98,76%. Hasil pengukuran volume cairan infus 500 ml ditampilkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengukuran Volume Cairan Infus 500 ml

No	volume berdasarkan gelas ukur (ml)	volume berdasarkan sensor <i>loadcell</i> (ml)	<i>error</i> absolut (ml)	<i>error</i> relatif (%)	akurasi (%)
1	500	494,9	5,1	1,02	98,98
2	500	487,9	12,1	2,42	97,58
3	500	488	12	2,40	97,60
4	500	501,5	1,5	0,30	99,70
5	500	497,6	2,4	0,48	99,52
6	500	504,1	4,1	0,82	99,18
rata-rata			6,2	1,24	98,76

Berdasarkan data pada Tabel 5, grafik hasil pengujian untuk mengukur jumlah volume cairan infus 500 ml menggunakan sensor *Loadcell* dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Grafik Pengujian Mengukur Jumlah Volume Cairan Infus 500 ml Menggunakan Sensor *Loadcell*

Setelah dilakukan pengujian untuk mengukur jumlah volume cairan infus menggunakan sensor *Loadcell* pada volume 100 ml, 200 ml, 300 ml, 400 ml dan 500 ml, diperoleh nilai *error* relatif dari pengujian sensor *Loadcell* sebesar 4,31% sehingga diperoleh nilai akurasi sensor *Loadcell* untuk pembacaan jumlah volume cairan infus sebesar 95,69%.

3.2 Hasil Pengujian Sensor TCRT5000

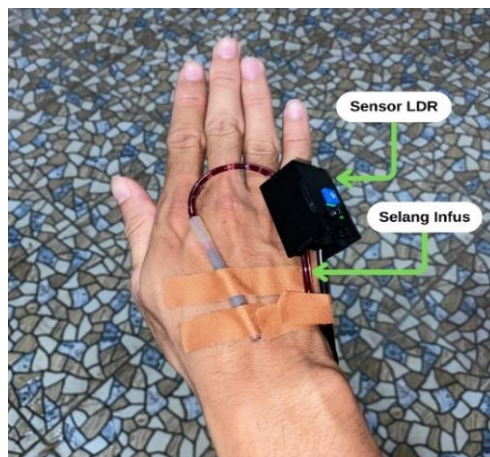
Pengujian pengukuran jumlah tetesan cairan infus per menit menggunakan sensor TCRT5000 dibandingkan dengan perhitungan manual yaitu tetesan cairan infus diseting secara manual dengan bantuan jam digital. Pengujian ini dilakukan sebanyak 30 kali percobaan. Tetesan cairan infus diatur 100 tetes per menit. Pengujian dilakukan dengan cara meletakkan sensor TCRT5000 pada *drip-chamber*. Pengujian jumlah tetesan infus per menit memperoleh nilai rata-rata *error* relatif sebesar 23,27% dan nilai akurasi pembacaan jumlah tetesan cairan infus per menit sebesar 76,73%. Hasil pengukuran jumlah tetesan infus per menit ditampilkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Pengukuran Jumlah Tetesan Infus Per Menit

No	hitung manual	sensor tcr5000	error absolut	error relatif (%)	akurasi (%)
1	100	90	10	10,00	90,00
2	100	88	12	12,00	88,00
3	100	75	25	25,00	75,00
4	100	80	20	20,00	80,00
...
27	100	75	25	25,00	75,00
28	100	90	10	10,00	90,00
29	100	87	13	13,00	87,00
30	100	76	24	24,00	76,00
	rata-rata		23,27	23,27	76,73

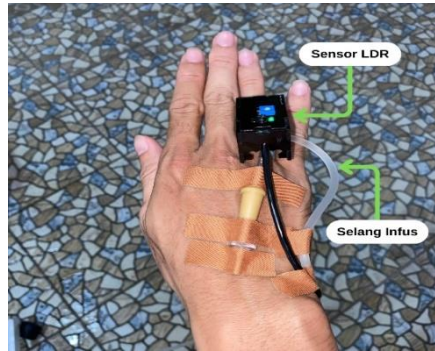
3.3 Hasil Pengujian Sensor LDR

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui status infus pada saat ada yang darah naik dan pada saat tidak ada darah yang naik pada selang infus yang dilakukan sebanyak 30 kali percobaan. Pengujian pada saat ada darah yang naik pada selang infus dilakukan sebanyak 15 kali percobaan dengan pemantauan nilai sensor LDR. Jika sensor LDR menunjukkan nilai 1, menandakan ada darah yang naik. Proses pengujian pada saat ada darah yang naik ditampilkan pada Gambar 15.



Gambar 15. Proses Pengujian Ada Darah pada Selang Infus

Selanjutnya, pengujian pada saat tidak ada darah yang naik pada selang infus dilakukan 15 kali percobaan. Jika sensor LDR menunjukkan nilai 0, menandakan tidak ada darah yang naik pada selang selang infus. Proses pengujian pada saat tidak ada darah yang naik ditampilkan pada Gambar 16.



Gambar 16. Proses Pengujian Tidak Ada Darah pada Selang Infus

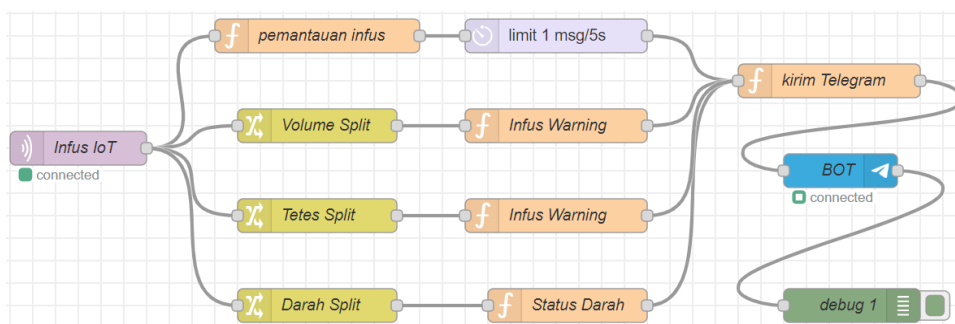
Untuk hasil pengujian nilai sensor LDR, status darah dan notifikasi ditampilkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Pengujian Status Darah

No	Nilai Sensor LDR	Status Darah	Notifikasi (Aktif/Tidak)
1	1	ada darah	aktif
2	1	ada darah	aktif
3	1	ada darah	aktif
4	1	ada darah	aktif
...
27	0	tidak ada darah	tidak aktif
28	0	tidak ada darah	tidak aktif
29	0	tidak ada darah	tidak aktif
30	0	tidak ada darah	tidak aktif

3.4 Hasil Pengujian Node-RED

Pengiriman data sensor dari NodeMCU ESP32 ke Node-RED menggunakan protokol komunikasi MQTT, dimana NodeMCU ESP32 dan Node-RED harus terhubung ke broker MQTT yang sama[21]. Setelah data sensor diproses, Node-RED akan mengirimkan pesan pada aplikasi bot Telegram. Node-RED terhubung dengan aplikasi bot Telegram menggunakan token yang diperoleh pada saat pembuatan bot baru[22]. Hasil pengujian Node-RED ditampilkan pada Gambar 17.



Gambar 17. Pengujian Node-RED

3.5 Hasil Pengujian dengan Aplikasi Telegram

Aplikasi bot Telegram digunakan untuk melakukan pemantauan dan mengirimkan notifikasi kondisi infus pasien kepada perawat yang memerlukan penanganan[23]. Pada sistem ini aplikasi bot Telegram akan menampilkan data

sensor seperti jumlah volume cairan infus, jumlah tetesan infus per menit, dan status darah. Notifikasi akan dikirimkan ketika sensor LDR mendeteksi keberadaan darah yang naik di selang infus, yang ditunjukkan dengan nilai sensor LDR = 1, pesan yang tampil pada aplikasi bot Telegram yaitu Darah = ada (WARNING: ADA DARAH NAIK, BAHAYA!). Hasil pengujian aplikasi bot Telegram untuk mengirimkan notifikasi ketika ada darah naik ditampilkan pada Gambar 18.



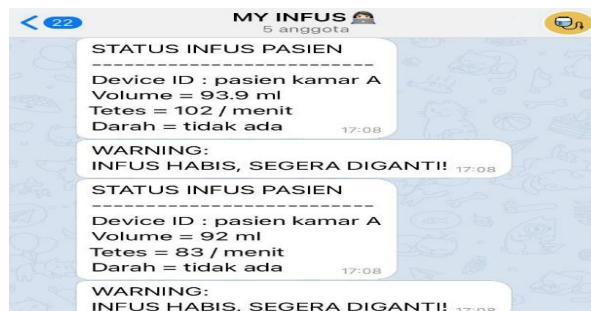
Gambar 18. Hasil Pengiriman Notifikasi Darah Naik pada Selang Infus

Kemudian notifikasi juga akan dikirimkan pada saat sensor TCRT5000 tidak mendeteksi adanya cairan infus yang menetes yaitu pada saat nilai tetesan cairan infus = 0, pesan yang ditampilkan pada aplikasi bot Telegram yaitu Tetes = 0 / menit (WARNING: CAIRAN INFUS TIDAK MENETES!). Hasil pengujian aplikasi bot Telegram untuk mengirimkan notifikasi ketika cairan infus tidak menetes ditampilkan pada Gambar 19.



Gambar 19. Hasil Pengiriman Notifikasi Cairan Infus Tidak Menetes

Selanjutnya notifikasi juga akan dikirimkan pada saat sensor *Loadcell* mengukur jumlah volume cairan infus kurang dari 100 ml yang menandakan bahwa cairan infus akan segera habis, pesan yang ditampilkan pada aplikasi bot Telegram yaitu WARNING: INFUS HABIS, SEGERA DIGANTI!. Hasil pengujian aplikasi bot Telegram ketika volume cairan infus akan segera habis ditampilkan pada Gambar 20.



Gambar 20. Hasil Pengiriman Notifikasi Volume Cairan Infus akan Habis

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, bisa disimpulkan bahwa sistem ini dapat melakukan pemantauan kondisi infus pasien menggunakan aplikasi bot Telegram. Aplikasi bot Telegram dapat menampilkan data sensor seperti jumlah volume cairan infus, jumlah tetesan infus per menit, dan status darah. Sistem ini dapat mengirimkan notifikasi pada saat cairan infus tidak menetes, pada saat volume cairan infus habis, dan ketika terdapat darah di selang infus yaitu ketika nilai sensor LDR = 1. Pengujian jumlah volume cairan infus menggunakan sensor *Loadcell* pada volume 100 ml - 500 ml dilakukan untuk memastikan akurasi dan keandalan sensor dalam mengukur volume cairan pada rentang yang berbeda. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor *Loadcell* memiliki nilai akurasi sebesar 95,69%. Pengukuran jumlah tetesan cairan infus menggunakan sensor TCRT5000 menghasilkan nilai akurasi sebesar 76,73%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sensor *Loadcell* cukup akurat dalam melakukan pemantauan jumlah volume cairan infus, namun untuk sensor TCRT5000 masih kurang akurat dalam melakukan pemantauan jumlah tetesan cairan infus per menit dan sensor LDR dapat digunakan untuk mendeteksi darah yang naik pada selang infus.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. Priyandoko, D. Siswanto, dan I. I. Kurniawan, "Rancang Bangun Sistem Portable Monitoring Infus Berbasis Internet of Things," *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, vol. 3, no. 2, Jul 2021.
- [2] M. D. C. Pane, "Jenis Cairan Infus dan Kegunaannya," *ALODOKTER*.
- [3] R. Sulaiman, Z. Azhar, dan T. Christy, "Perancangan Sistem Alat Pemantauan Cairan Infus Pada Klinik Utama Tanjung Balai Berbasis Nodemcu," *JUTSI (Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi)*, vol. 1, no. 3, hlm. 211–218, Okt 2021, doi: 10.33330/jutsi.v1i3.1310.
- [4] M. H. Ulfa, S. Purwanto, dan Hikayati, "Prototype Sederhana Alat Monitoring Aliran Darah Naik ke Selang Infus," Jan 2019.
- [5] R. Fadli, "Berbahayakah Darah Naik ke Selang Infus Tangan?," halodoc.
- [6] K. A. R. Gunawan, N. P. R. Artini, dan GT. N. B. G. K. Aditya, "Rancang Bangun Alat Pemantauan Infus Berbasis Arduino Dengan Pendeteksian Berat Infus, Jumlah Tetesan dan Penanda Darah Naik Pada Selang Infus," *E-Jurnal Widya Kesehatan*, vol. 4 no.2, Okt 2022.
- [7] M. F. Syaqui, Japeri, M. Zaini, dan Nurachman, "Implementasi Microcontroller Arduino Dalam Rancang Bangun Pendeteksi Naiknya Darah Pada Selang Infus," Jan 2022.
- [8] Y. R. Putung, D. Noya, V. F. Aror, J. Sundah, dan M. Dg Patabo, "Rancang Bangun Monitoring Cairan Infus Dengan Arduino Nano Berbasis Android," *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, vol. 5, no. 1, 2023.
- [9] L. Nurfitriya, S. Sambasri, S. U. Prini, dan P. Korespondensi, "Sistem Alarm Penggantian Cairan Infus Berbasis Mikrokontroler Menggunakan Wireless," *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIIK)*, vol. 7, no. 3, hlm. 461–470, 2020, doi: 10.25126/jtiik.202071837.
- [10] R. Maharani, A. Muid, dan U. Ristian, "Sistem Monitoring dan Peringatan pada Volume Cairan Intravena (Infus) Pasien Menggunakan Arduino Berbasis Website," *Coding: Jurnal Komputer dan Aplikasi*, vol. Volume 07, No. 03, hlm. 97–108, 2019.
- [11] M. S. R. Maulana, T. Rohana, dan T. Al Mudzakir, "Implementasi Fuzzy Logic Dalam Monitoring Infus Berbasis Internet of Things (IoT)," *Jurnal Sains Komputer & Informatika (J-SAKTI)*, vol. 7, no. 2, hlm. 957–967, 2023.
- [12] S. A. Kadiran, E. Supriyanto, dan M. Y. Maghribi, "Sistem Monitoring dan Controlling Cairan Infus Berbasis Website," *JURNAL RISET REKAYASA ELEKTRO*, vol. 5, no. 1, hlm. 57–64, 2023.
- [13] P. A. Rosyady dkk., "Monitoring Cairan Infus Menggunakan Load Cell Berbasis Internet of Things (IoT)," *Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, vol. Vol. 22 No. 1, hlm. 97–110, Apr 2023.
- [14] M. Yusup, P. Abas Sunarya, dan K. Aprilyanto, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Pengukuran Volume Air Berbasis IoT Menggunakan Arduino Wemos," *CERITA*, vol. 6 no. 2, hlm. 147–153, 2020.
- [15] C. F. Naa, "Greenhouse Monitoring System using ESP32, Raspberry Pi, MQTT and Node-RED," *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, vol. 11, no. 3, hlm. 133–138, 2022.
- [16] H. A. Setiawan dan T. Rijanto, "Rancang Bangun Sistem Kontrol Pengisian Air Minum dalam Kemasan Menggunakan Arduino Uno dengan Sensor Load Cell," *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 08 Nomor 03, hlm. 579–584, 2019.
- [17] T. Akbar dan I. Gunawan, "Prototype Sistem Monitoring Infus Berbasis IoT (Internet of Things)," *Edumatic: Jurnal Pendidikan Informatika*, vol. 4, no. 2, hlm. 155–163, Des 2020, doi: 10.29408/edumatic.v4i2.2686.
- [18] T. D. Hendrawati dan R. A. Ruswandi, "Sistem pemantauan tetesan cairan infus berbasis Internet of Things," *JITEL*, vol. 1, no. 1, hlm. 25–32, 2021.
- [19] N. Alamsyah, H. F. Rahmani, dan Yeni, "Lampu Otomatis Menggunakan Sensor Cahaya Berbasis Arduino Uno dengan Alat Sensor LDR," *Formosa Journal of Applied Sciences*, vol. 1, no. 5, hlm. 703–712, Okt 2022, doi: 10.55927/fjas.v1i5.1444.
- [20] S. Mulyono, M. Qomaruddin, dan M. Syaiful Anwar, "Penggunaan Node-RED pada Sistem Monitoring dan Kontrol Green House berbasis Protokol MQTT," *Jurnal Transistor Elektro dan Informatika (TRANSISTOR EI)*, vol. 3, no. 1, hlm. 31–44, 2018.
- [21] V. Reinard, H. Hugeng, dan H. S. Utama, "Perancangan Sistem Pemantauan Sensor pada Programmable Logic Controller Mesin Produksi Berbasis Internet of Things," *Jurnal INTRO*, vol. 2, no. 2, 2023.

- [22] A. L. Sari, E. L. Maulidina, dan Noprianto, "ALAT PENDETEKSI KEBOCORAN GAS LPG DENGAN MEMANFAATKAN TELEGRAM BOT SEBAGAI MEDIA INFORMASI LPG GAS LEAKAGE DETECTOR BY UTILIZING BOT TELEGRAM AS INFORMATION," *Jurnal Sistem Informasi Dan Bisnis Cerdas*, vol. 15, no. 2, 2022.
- [23] A. Sanaris dan I. Suharjo, "Prototype Alat Kendali Otomatis Penjemur Pakaian Menggunakan NodeMCU ESP32 Dan Telegram Bot Berbasis Internet of Things (IOT)," Gejayan, 2020.