

Simulasi Monitoring Level Dan Suplai Air Baku Pada Mesin Hemodialisa Berbasis Iot

Agus Setyawan^{1*}, Setyo Adi Nugroho², M. Afifudin³, Ipin Prasojo⁴

^{1,2,3,4} DIVTeknologi Rekayasa Elektro-medis/Fakultas Sains Teknologi, ITS PKU Muhammadiyah Surakarta

*Email: 02202205004@students.itspku.ac.id

Kata kunci:

Hemodialisa,
Level air,
Suplai air,
Sistem alarm,
IoT

Abstrak

Hemodialisa adalah proses pembersihan darah dengan mengumpulkan limbah, dimana darah dikeluarkan dari tubuh penderita dan beredar dalam sebuah mesin melalui dialyzer. Dalam proses hemodialisa kebutuhan air sangatlah tinggi untuk membuat sebuah cairan dialisat, sehingga air baku harus selalu tersedia dan tidak boleh terlambat supplainya. Untuk menjaga ketersediaan air di dalam tangki air baku pada mesin hemodialisa dibutuhkan sebuah sistem yang bisa memonitor level air dan suplai air yang masuk ke dalam tangki tersebut. Pada penelitian ini telah dibuat simulasi sebuah perangkat yang dapat melakukan monitoring ketinggian permukaan air dan suplai air yang masuk ke tangki air baku. Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D). Hasil pengambilan data level air nilai persentase error rata-rata adalah 1,85%, sehingga nilai akurasi 98,15%. Pada pengambilan data aliran air nilai persentase rata-rata adalah 2,25%, sehingga nilai akurasi 97,75%. Hasil pengujian sistem alarm pun sesuai dengan yang diharapkan, dengan tingkat keakuratan 100%. Secara umum dapat disimpulkan bahwa simulasi alat ini dapat beroperasi sesuai dengan yang direncanakan.

Simulation of Raw Water Level Monitoring and Supply in Iot-Based Hemodialysis Machines

Keywords:

Hemodialysis,
Water level,
Water supply,
Alarm system,
IoT

Abstract

Hemodialysis is a blood cleansing process by collecting waste, where blood is removed from the patient's body and circulated in a machine through a dialyzer. In the hemodialysis process, the need for water is very high to make a dialysate fluid, so raw water must always be available and the supply must not be late. To maintain the availability of water in the raw water tank on the hemodialysis machine, a system is needed that can monitor the water level and water supply entering the tank. In this study, a simulation of a device that can monitor the height of the water surface and the water supply entering the raw water tank has been created. This study uses the Research and Development (R&D) method. The results of water level data collection showed an average percentage error value of 1.85%, so the accuracy value was 98.15%. In water flow data collection, the average percentage value was 2.25%, so the accuracy value was 97.75%. The results of the alarm system test were as expected, with an accuracy level of 100%. In general, it can be concluded that the simulation of this tool can operate as planned.

PENDAHULUAN

Hemodialisis umumnya disebut oleh masyarakat sebagai cuci darah. Hemodialisis melibatkan pemurnian darah dengan mengumpulkan limbah, di mana darah diambil dari pasien dan dialirkan melalui mesin yang dilengkapi dengan *dialyzer*. Proses ini memerlukan masuknya darah ke dalam aliran darah. Untuk mengatasi kebutuhan ini, prosedur pembedahan menciptakan hubungan buatan antara arteri dan vena. Untuk menyediakan air bagi mesin hemodialisis, sangat penting untuk memiliki air baku yang murni dan bebas kuman, yang memungkinkan penggunaan air yang diolah melalui proses *reverse osmosis*. Melalui proses ini, air akan melintasi membran semipermeabel yang memiliki pori-pori kecil, yang memungkinkannya untuk menahan molekul yang lebih ringan seperti urea, natrium, dan klorida (Indrastuti dkk, 2022).

Proses *osmosis* melibatkan pergerakan molekul air dari larutan encer (rendah garam) ke larutan pekat (tinggi garam). Proses *osmosis* merupakan fenomena alami yang terjadi untuk menyamakan konsentrasi garam di kedua sisi. Proses *reverse osmosis* pada dasarnya merupakan kebalikan dari proses *osmosis*. Dengan memberikan tekanan pada larutan dengan kadar garam tinggi untuk menciptakan pergerakan molekul air menuju larutan dengan kadar garam lebih rendah. Selama proses ini, molekul garam tidak dapat melewati membran semipermeabel, sehingga hanya molekul air yang dapat bergerak. Melalui metode ini, kita akan memperoleh air murni yang dihasilkan dari larutan garam (Jaya dan Ilham, 2020).

Berdasarkan informasi dari Unit Hemodialisa di Rumah Sakit Umum Daerah Kota Salatiga pada bulan Januari 2024 bahwa kunjungan pasien per hari yang melakukan terapi hemodialisa mencapai 40 orang, dilayani dalam 2 tahap yaitu pagi dan siang hari, dengan mesin hemodialisa sebanyak 20 unit. Setiap pasien melakukan terapi hemodialisa selama 4 – 5 jam, dengan kebutuhan air produk *reverse osmosis* (RO) sebanyak 120 liter. Untuk mendapatkan 120 liter air produk RO tersebut dibutuhkan sekitar 400 liter air baku. Hal ini menggambarkan bahwa kebutuhan suplai air baku untuk diolah menjadi air RO sangatlah tinggi.

Pada saat ini untuk memonitor volume tangki air baku mesin hemodialisa di RSUD Kota Salatiga masih menggunakan cara konvensional, sehingga apabila terjadi permasalahan terhadap pasokan air baku maka tidak bisa terdeteksi secara dini. Mengingat sistem pasokan air baku yang masuk ke tangki berasal dari *rooftank* dan masih menggunakan sistem gravitasi dan sensor mekanik, sehingga sering terjadi kendala pasokan air baku tersebut. Maka dari itu diperlukan sebuah sistem digital untuk monitoring air baku tersebut. Sistem digital yang dibangun memanfaatkan mikrokontroler berbasis IoT (*Internet of Things*). Dari alat ini, operator mesin hemodialisa dapat memonitor level air pada tangki, serta suplai air yang masuk ke tangki melalui modul led matrik P10. Di samping itu, petugas yang bertanggung jawab terhadap sistem distribusi air baku pun bisa memonitor 24 jam dengan menggunakan *handphone* berbasis android. Maka dari itulah penulis bermaksud membuat suatu sistem “Simulasi Monitoring Level dan Suplai Air Baku Pada Mesin Hemodialisa Berbasis IoT”.

METODE

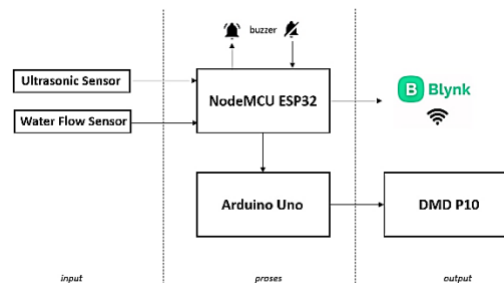
1. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian dan pengembangan, yang biasa disebut sebagai metode *Research and Development* (R&D). Pendekatan *research and development* adalah metode yang digunakan untuk menciptakan produk baru atau menyempurnakan produk yang sudah ada dan mengevaluasi efektivitasnya (Devitasari dan Kartika, 2020). Dalam pendekatan R&D, beberapa langkah diperlukan, termasuk menghasilkan konsep, memilih ide yang layak, memeriksa ide yang layak, melakukan riset pasar, mengaktualisasikan konsep, membuat prototipe, melakukan pengujian, memproduksi dalam jumlah besar, dan meluncurkan produk kepada konsumen (Mahfudh dkk., 2021). Di sini penulis melakukan penelitian di Unit Hemodialisa Rumah Sakit Umum Daerah Kota Salatiga, yang mana sering kali terjadi keterlambatan pasokan/suplai air baku.

Dari hasil penelitian ini nanti diharapkan bisa membantu terutama sistem peringatan dini (*early warning system*), dimana pada saat volume air pada tangki tersisa 40% dan tidak ada suplai air yang masuk, maka *alarm* akan berbunyi, sehingga ada cukup waktu untuk menindaklanjuti permasalahan sebelum air di tangki habis.

2. Diagram Blok Sistem

Adapun blok diagram dimaksudkan untuk mempermudah penulis dalam melakukan perancangan alat. Blok diagram dari *Simulasi Monitoring Level dan Suplai Air Baku Pada Mesin Hemodialisa Berbasis IoT* adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Blok Diagram Sistem

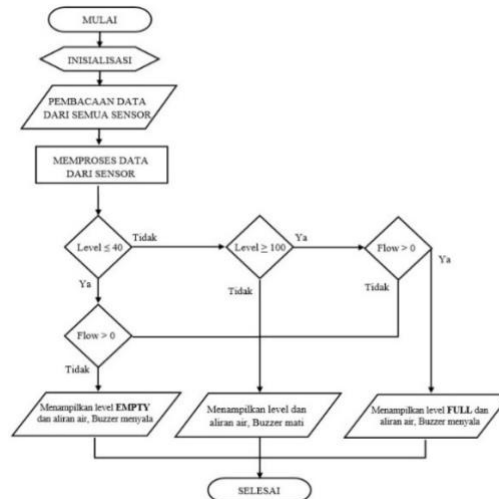
Adapun fungsi dari masing-masing blok rangkaian adalah sebagai berikut:

- a. **Sensor Ultrasonik**
Rangkaian sensor ultrasonik berfungsi mengukur ketinggian/ level air di dalam tangki. Pada simulasi ini menggunakan sensor ultrasonik jenis A02YYUW, dimana sensor jenis ini dirancang khusus untuk pengukuran jarak, terutama di lingkungan yang membutuhkan ketahanan terhadap air.
- b. **Sensor Aliran Air**
Rangkaian sensor aliran air berfungsi untuk mengukur debit atau aliran air di dalam pipa. Pada simulasi ini menggunakan sensor aliran air berbahan kuning dengan jenis G1/2 DN15. Sensor ini bekerja berdasarkan prinsip pengukuran aliran air melalui perputaran roda baling-baling (*turbine wheel*) di dalam sensor. Sensor menghasilkan pulsa digital sebagai output, di mana jumlah pulsa berbanding lurus dengan jumlah aliran air yang melewatinya. Mikrokontroler *NodeMCU ESP32* akan menghitung jumlah pulsa per satuan waktu untuk menentukan laju aliran air. Pulsa-pulsa tersebut dikonversi menjadi nilai aliran air (L/min).
- c. **Rangkaian *buzzer* dan *silent***
Buzzer digunakan sebagai alarm atau notifikasi berbunyi saat terjadi kondisi tertentu (misalnya level air rendah, sedangkan suplai air yang masuk tidak ada sama sekali). Pada simulasi ini menggunakan modul *buzzer active low level trigger*, dimana *buzzer* akan menyala (mengeluarkan bunyi) ketika menerima sinyal logika rendah (0V) pada pin kontrolnya. Sebaliknya, *buzzer* akan mati ketika menerima sinyal logika *high* (3,3V). Sedangkan *silent* di sini maksudnya untuk mematikan bunyi alarm dari *buzzer*. Tombol *silent* menggunakan jenis *momentary push button*, dimana pada saat tombol tersebut ditekan dan dilepas lagi, maka *buzzer* akan menerima pulsa *high*, sehingga bunyi alarm akan mati.
- d. **NodeMCU ESP32**
NodeMCU ESP32 di sini sebagai mikrokontroler utama yang menerima data dari sensor ultrasonik dan sensor aliran air (*water flow sensor*).

- e. Arduino Uno
Arduino Uno di sini berfungsi sebagai pengontrol tampilan pada DMD P10. Arduino Uno menerima data dari NodeMCU ESP32 melalui UART1, kemudian memproses data tersebut untuk menampilkan informasi pada modul DMD P10.
- f. Rangkaian DMD P10
Rangkaian DMD P10 adalah modul dengan tampilan LED yang berfungsi untuk menampilkan data visual ketinggian air dan suplai air. Modul P10 mempunyai 16 kolom dan 32 baris led matriks. Untuk tampilan visual pada simulasi ini menggunakan 4 buah modul (2x2), sehingga mempunyai 32 kolom dan 64 baris led matriks.

3. Pemrograman / Perancangan Perangkat Lunak

Pembuatan program dilakukan dengan menggunakan *software* Arduino IDE. *Software* ini berguna untuk membuat, meng-*edit*, mengatur, meng-*coding* serta meng-*upload* program ke board NodeMCU ESP32 maupun Arduino Uno, agar dapat melakukan pembacaan sensor-sensor dan menampilkannya melalui DMD P10 maupun aplikasi *Blynk*.



Gambar 2. Flowchart Sistem Kerja Alat

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Pengujian Level Air

Pada simulasi ini, level air mempunyai nilai penuh (100%) apabila telah mencapai pada titik 20 cm. Sedangkan jarak antara sensor ultrasonik dan level air penuh (100%) adalah 4 cm. Di sini penulis melakukan pengambilan data sebanyak 5 (lima) titik pengukuran, yaitu pada titik 20%, 40%, 60%, 80%, dan 100%. Sedangkan pada masing-masing titik pengukuran dilakukan pengambilan data sebanyak 5 (lima) kali.

Tabel 1. Ketinggian Air pada P10

No	Setting Tinggi Air		Tampilan Panel LED					Rata-rata	Nilai Koreksi	Nilai Error	Nilai Akurasi
	cm	%	1	2	3	4	5				
1	4	20	19	19	19	20	19	19,20	0,80	4,00 %	96,00 %
2	8	40	41	41	42	40	41	41,00	1,00	2,50 %	97,50 %
3	12	60	59	59	58	60	60	59,20	0,80	1,33 %	98,67 %
4	16	80	81	80	82	82	81	81,20	1,20	1,50 %	98,50 %
5	20	100	100	100	99	100	99	99,60	0,40	0,40 %	99,60 %

Tabel 2. Ketinggian Air pada *Blynk*

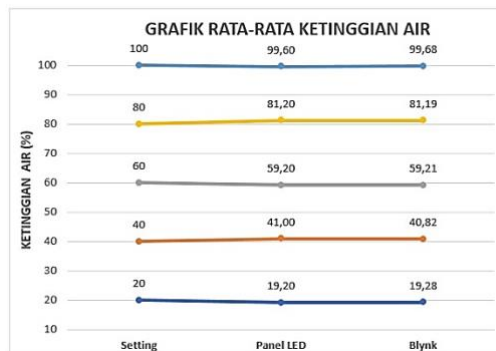
No	Setting Tinggi Air		Tampilan <i>Blynk</i>					Rata-rata	Nilai Koreksi	Nilai Error	Nilai Akurasi
	cm	%	1	2	3	4	5				
1	4	20	18,89	19,02	19,44	19,71	19,35	19,28	0,72	3,59 %	96,41 %
2	8	40	40,59	40,72	41,69	40,40	40,72	40,82	0,82	2,05 %	97,95 %
3	12	60	59,41	58,90	58,34	59,72	59,70	59,21	0,79	1,31 %	98,69 %
4	16	80	80,94	80,45	81,65	81,65	81,24	81,19	1,19	1,49 %	98,51 %
5	20	100	100,00	99,72	99,46	100,00	99,24	99,68	0,32	0,32 %	99,68 %

Nilai akurasi rata-rata dari hasil pembacaan ketinggian air pada Panel LED adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 &\text{Nilai Akurasi (rata-rata)} \\
 &= \frac{\text{Nilai Akurasi } 1+2+3+4+5}{5} \\
 &= \frac{96,00\%+97,50\%+98,67\%+98,50\%+99,60\%}{5} \\
 &= 98,05 \%
 \end{aligned}$$

Sedangkan nilai akurasi rata-rata dari hasil pembacaan ketinggian air pada aplikasi *blynk* adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 &\text{Nilai Akurasi (rata-rata)} \\
 &= \frac{\text{Nilai Akurasi } 1+2+3+4+5}{5} \\
 &= \frac{96,41\%+97,95\%+98,69\%+98,51\%+99,68\%}{5} \\
 &= 98,25 \%
 \end{aligned}$$



Gambar 3. Grafik Rata-rata Ketinggian Air

2. Hasil Pengujian Aliran Air

Pada pengujian keakurasian aliran air ini, sensor yang diuji adalah sensor aliran air (*water flow sensor*). Kali ini penulis membandingkan modul terhadap alat ukur yang sudah tersedia (*comparrison test*), yaitu *flow meter digital* merk SEA Zhongjiang buatan negara Cina. Pengujian dilakukan terhadap air yang dialirkan oleh pompa kecil dan diatur debit airnya dengan menggunakan *ball valve* pvc ½ inchi. Pengujian dilakukan terhadap 4 (empat) titik, yaitu pada saat *ball valve* dibuka 25%, 50%, 75%, dan pada saat dibuka penuh (100%).

Tabel 3. Aliran Air Pada Panel P10

No	Persentase Ball Valve Dibuka (%)	Tampilan Flow Meter Digital (L/m)	Tampilan Panel LED (L/m)				Rata- rata	Nilai Koreksi	Nilai Error	Nilai Akurasi
			1	2	3	4				
1	25%	1,88	2	2	2	2	2	0,12	6,38 %	93,62 %
2	50%	3,97	4	4	4	4	4	0,03	0,76 %	99,24 %
3	75%	6,04	6	6	6	6	6	0,04	0,66 %	99,34 %
4	100%	7,81	8	8	8	8	8	0,19	2,43 %	97,57 %

Tabel 4. Aliran Air Pada *Blynk*

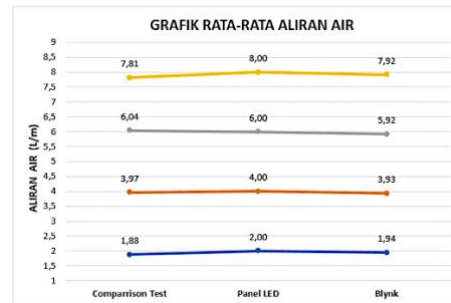
No	Persentase Ball Valve Dibuka	Tampilan Flow Meter Digital (L/m)	Tampilan <i>Blynk</i> (L/m)				Rata- rata	Nilai Koreksi	Nilai Error	Nilai Akura
			1	2	3	4				
1	25%	1,88	1,92	1,85	2,10	1,90	1,94	0,06	3,32 %	96,68
2	50%	3,97	3,94	3,85	3,90	4,02	3,93	0,04	1,07 %	98,93
3	75%	6,04	5,90	5,86	5,91	6,00	5,92	0,12	2,03 %	97,97
4	100%	7,81	7,87	7,80	8,05	7,95	7,92	0,11	1,38 %	98,62

Nilai akurasi rata-rata dari hasil pembacaan aliran air pada Panel LED adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 &\text{Nilai Akurasi (rata-rata)} \\
 &= \frac{\text{Nilai Akurasi } 1+2+3+4}{4} \\
 &= \frac{93,62\%+99,24\%+99,34\%+97,57\%}{4} \\
 &= 97,44 \%
 \end{aligned}$$

Sedangkan nilai akurasi rata-rata dari hasil pembacaan aliran air pada aplikasi *blynk* adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 &\text{Nilai Akurasi (rata-rata)} \\
 &= \frac{\text{Nilai Akurasi } 1+2+3+4}{4} \\
 &= \frac{96,68\%+98,93\%+97,97\%+98,62\%}{4} \\
 &= 98,05 \%
 \end{aligned}$$



Gambar 4. Grafik Rata-rata Aliran Air

KESIMPULAN

Setelah selesai melakukan perancangan, perakitan, dan pengujian alat secara keseluruhan pada “Simulasi Monitoring Level dan Suplai Air Baku Pada Mesin Hemodialisa Berbasis IoT”, maka dapat di tarik kesimpulan bahwa:

1. Dalam perancangan modul ini diperlukan dua buah mikrokontroler untuk berkomunikasi secara digital mulai dari sensor-sensor sampai dengan tampilan keluarannya yang berupa panel led dan aplikasi *Blynk*. Mikrokontroler *NodeMCU ESP32* diperlukan untuk mengolah data-data masukan yang berasal dari sensor-sensor, serta mengirimkan hasilnya ke aplikasi *Blynk* yang ada pada handphone melalui jaringan internet. Sedangkan mikrokontroler *Arduino Uno* berfungsi untuk menampilkan hasil olahan dari *NodeMCU ESP32* ke sebuah papan panel Led Matrik P10.
2. Validasi dilakukan terhadap sensor ultrasonik dan sensor aliran air, yang dilakukan pada beberapa titik, dengan cara menghitung secara manual menggunakan mistar, serta membandingkan hasil ujinya dengan sebuah alat digital. Di samping itu, sistem alarm juga harus diuji, dengan mengkombinasikan antara kondisi level air dan aliran air. Hasil pengujian yang dilakukan pada sensor ultrasonik diperoleh nilai akurasi rata-rata sebesar 98,05% pada panel LED, dan 98,25% pada aplikasi *blynk*. Sedangkan hasil pengujian yang dilakukan pada sensor aliran air diperoleh nilai akurasi rata-rata sebesar 97,44% pada panel LED, dan 98,05% pada aplikasi *blynk*.

REFERENSI

- Devitasari, Regar, dan Kurnia Paranita Kartika. (2020). Rancang Bangun Alat Pemberi Pakan Kucing Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Nodemcu Berbasis Internet Of Thing (Iot). *Antivirus : Jurnal Ilmiah Teknik Informatika*. 14(2):152–64. doi: 10.35457/antivirus.v14i2.1234.
- Jaya, Indra, dan Muhammad Ilham. (2020). Sistem Monitoring Supply Air Pada Alat Hemodialisa Berbasis Arduino Uno ATMEGA 328. *Jurnal Litek : Jurnal Listrik Telekomunikasi Elektronika*. 16(2):48. doi: 10.30811/litek.v16i2.1276.
- Mahfudh, Adzhal Arwani, Sahrul Ramadhani, dan Mochammad Ali Ridho Fathoni. (2021). Sistem Keamanan Ruang Berbasis Arduino Uno R3 Dengan Sensor PIR Dan Fingerprint. *Walisongo Journal of Information Technology*. 3(2): 95–106. doi: 10.21580/wjit.2021.3.2.9616.
- Indrastuti, I., Magfirah, M., Sukmawati, S., Samang, AMB. 2022. Pemanfaatan Limbah Ikan Cakalang Dalam Meningkatkan Kemandirian Ekonomi Masyarakat Nelayan Di Desa Pambusuang. *Jurnal Abdimas Gorontalo (JAG)*. 5(2): 37–42.