EPIC (Journal of Electrical Power, Instrumentation and Control)
Teknik Elektro – Universitas Pamulang
Vol. 8, No. 1, Bulan Juni, Tahun 2025, Hal 53-63
http://openjournal.unpam.ac.id/index.php/jit
DOI: 10.32493/epic.v8i1.58260

pISSN 2615-0646
eISSN 2614-8595

Optimalisasi unjuk kerja mesin reverse osmosis portable untuk aplikasi hemodialisa melalui integrasi nanofilter dengan analisis beban energi

Muhammad Rahmat Darmawan[1], Kiswanta[2]

[1,2] Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Pamulangn
[1,2] Jl. Witana Harja No. 186, Pamulang Barat, Tangerang Selatan, Banten 15310
[1] ramdarmawan@gmail.com
[2] dosen00787@unpam.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

diajukan : 07-12-2024
revisi : 15-01-2025
diterima : 23-05-2025
dipublish : 30-06-2025

ABSTRAK

Mesin *Reverse osmosis portable* adalah komponen penting dalam proses hemodialisa untuk menyediakan air dialisat, terutama di ruangan perawatan yang tidak memiliki instalasi air RO. Permasalahan berulang yang dihadapi adalah penurunan debit air produk di bawah standar minimum (500 ml/menit), yang menyebabkan terhentinya pelayanan hemodialisa berisiko bagi keamanan dan kenyamanan pasien, dan meningkatkan biaya penggantian komponen filter dan membran. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan optimalisasi pada mesin *reverse osmosis Portable* guna melakukan optimalisasi pada mesin *reverse osmosis portable,* membuat alat monitoring debit air, analisa penggantian filter dan membran, analisa kualitas air setelah dilakukan optimalisasi, dan menghitung efisiensi biaya penggantian media filter dan membran. Optimalisasi yang dirancang mencakup tiga aspek, penggantian filter karbon 5 mikron menjadi filter sedimen 0.22 mikron, perubahan instalasi membran dari konfigurasi paralel-seri menjadi tiga membran yang dihubungkan secara parallel, dan penambahan sistem *monitoring* debit air *real-time*. Sistem *monitoring* ini dikontrol oleh mikroprosesor Arduino UNO R3 dan menggunakan water flow sensor YSF402B. Sistem akan menampilkan data debit pada LCD dan mengaktifkan alarm (buzzer dan lampu indikator) jika debit air turun di bawah batas aman 600 ml/menit. Hasil pengujian menunjukkan bahwa optimalisasi ini berfungsi dengan baik, kualitas air tetap terjaga, dan dapat menurunkan frekuensi penggantian filter dan membran hingga jauh menjadi lebih effisien menghemat biaya oprasional.

Kata kunci : Reverse osmosis, Hemodialisa, sistem monitoring, Arduino uno, water flow sensor, media filter, membran

ABSTRACT

The portable reverse osmosis machine is an important component in the hemodialysis process to provide dialysate water, especially in treatment rooms that do not have an RO water installation. A recurring problem faced is the decrease in product water flow

EPIC (Journal of Electrical Power, Instrumentation and Control)
Teknik Elektro – Universitas Pamulang
Vol. 8, No. 1, Bulan Juni, Tahun 2025, Hal 53-63
http://openjournal.unpam.ac.id/index.php/jit
DOI: 10.32493/epic.v8i1.58260
pISSN 2615-0646
eISSN 2614-8595

below the minimum standard (500 ml/min), which causes hemodialysis services to stop, posing risks to patient safety and comfort, and increasing the cost of replacing filter and membrane components. This study aims to optimize the portable reverse osmosis machine in order to optimize the portable reverse osmosis machine, create a water flow monitoring device, analyze filter and membrane replacement, analyze water quality after optimization, and calculate the cost efficiency of replacing filter media and membranes. The designed optimization covers three aspects: replacing the 5-micron carbon filter with a 0.22-micron sediment filter, changing the membrane installation from a parallel-series configuration to three membranes connected in parallel, and adding a real-time water flow monitoring system. This monitoring system is controlled by an Arduino UNO R3 microprocessor and uses a YSF402B water flow sensor. The system will display flow data on an LCD and trigger an alarm (buzzer and indicator light) if the water flow drops below the safe limit of 600 ml/min. Test results show that this optimization works well, maintains water quality, and can reduce the frequency of filter and membrane replacement, making operational costs much more efficient.

Keywords : Reverse osmosis, Hemodialysis, monitoring system, Arduino Uno, water flow sensor, filter, membrane

PENDAHULUAN

Seiring perkembangan zaman, muncul berbagai penyakit seperti kolera, TBC, covid-19 dan lainnya yang membutuhkan pelayanan isolasi, pasien tersebut seringkali memiliki komplikasi pada ginjal sehingga memerlukan tindakan hemodialisa (ayunarwanti & maliya, 2020). Hemodialisa bertujuan untuk mengeluarkan sisa-sisa metabolisme protein dan mengoreksi gangguan keseimbangan cairan dan elektrolit (Marchellany, Purwanti, & Prastiwi, 2024).

Untuk beroperasi unit hemodialisa membutuhkan utilitas air *reverse osmosis* sebagai dialisat, namun tidak semua ruangan perawatan di RS Premier Bintaro menyediakan instalasi air *reverse osmosis* sehingga memerlukan mesin *reverse osmosis Portable* agar pelayanan Hemodialisa tetap berjalan di semua ruangan perawatan. (Lanawati, Parawiyati, Sihwahjoeni, & Widodo, 2025)

Seiring berjalanya waktu, timbul masalah berulang pada mesin *reverse osmosis portable* yaitu debit air produk mesin *reverse osmosis Portable* berkurang melewati batas minimum debit yang yang dibutuhkan mesin hemodialisa yaitu 500 mL/menit sehingga mengakibatkan alarm pada mesin Hemodialisa dan pelayanan terhenti sementara waktu menunggu perbaikan mesin *reverse osmosis Portable* yang beresiko bagi keamanan pasien. Tindakan hemodialisa yang berhenti sebelum waktunya dapat meningkatkan resiko terjadinya kram otot. Hal ini juga meningkatkan biaya penggantian media filter dan membran. Dari latar belakang tersebut penulis akan melakukan Pengembangan pada Mesin *reverse osmosis Portable* untuk meningkatkan kemananan pasien hemodialisa dan meningkatkan efisiensi biaya penggantian media filter dan membrane (Joniarta, Dika, & Wijana, 2024) (Danial, et al., 2022).

Berdasarkan dari latar belakang yang di paparkan di atas, serta beberapa

EPIC (Journal of Electrical Power, Instrumentation and Control)
Teknik Elektro – Universitas Pamulang
Vol. 8, No. 1, Bulan Juni, Tahun 2025, Hal 53-63
http://openjournal.unpam.ac.id/index.php/jit
DOI: 10.32493/epic.v8i1.58260
pISSN 2615-0646
eISSN 2614-8595

penelitian mengenai sistem monitoring air. Pada penelitian ini penulis akan melakukan optimalisasi terhadap kinerja mesin reverse osmosis *portable* ini (Imaruzi, Zulkifli, & Rihayat, 2024). Optimalisasi yang akan dilakukan adalah dengan mengubah spesifikasi filter karbor 5 micron dengan filter sedimen 0.22 micron, perubahan instalasi pada membran yang awalnya 2 membran terkoneksi secara paralel dan di seri dengan 1 membran menjadi 3 membran yang terkoneksi secara paralel, serta menambahkan sistem monitoring debit air, Sistem ini menggunakan mikroprosesor Arduino UNO R3 yang diprogram dengan menggunakan Bahasa C++ dengan output tampilan pada LCD 2X16 yang akan menampilkan data debit secara real time dan kondisi filter, serta akan mengaktifkan buzzer saat debit berada dibawah 600 ml per menit. Sensor yang digunakan adalah jenis Flow Sensor YSF402B ukuran ¼ inch (Juma'in, Zaenudin, Efendi, & Samsumar, 2024).

TEORI

Reverse osmosis adalah suatu metode penyaringan yang dapat menyaring berbagai molekul besar dan ion-ion dari suatu larutan dengan cara memberi tekanan pada larutan.

Membran *reverse osmosis* adalah Membran Semipermeabel yang berfungsi melakukan pemisahan air tawar dari larutan garam dengan tekanan yang lebih tinggi dari tekanan osmosis larutan garam. Kegunaan lainnya yaitu pengolahan air, pemurnian air dan limbah, konsentrasi minuman seperti jus dan susu, pemurni air rumah tangga, dan konsentrasi bahan kimia.

Filter sedimen adalah jenis filter yang dirancang untuk menghilangkan partikel-partikel padat seperti pasir, lumpur, debu, dan kerak dari air atau cairan lainnya (Athalia, Agustin, & Ariyanta, 2025). Prinsip kerja filter sedimen melibatkan penyaringan mekanis partikel-partikel tersebut melalui media filter dengan pori-pori yang lebih kecil daripada ukuran partikel yang ingin dihilangkan.

Standar kualitas baku mutu air *reverse osmosis* mengikuti standard HICMAR yaitu parameter total bakteri ≤ 100 koloni/ml dan AAMI 2015 parameter total bakteri ≤ 200 koloni/ml. Standard kandungan endotoxin *reverse osmosis* < 0.25 EU/ml mengikuti standard ISO 23500 Second Edition 2014-04-01 (International Organization for Standardization, 2014). Standar operasional pelayanan hemodialisa pada air *reverse osmosis* yang harus dipenuhi antara lain debit air *reverse osmosis* minimal 500 mL/menit (Nipro Corporation, 2008) (Cahyadi, Ruslami, & Sudigdoadi, 2016).

Monitoring atau pengawasan adalah suatu kegiatan yang dapat digambarkan sebagai kesadaran akan apa yang ingin diketahui, pengawasan tingkat tinggi yang dilakukan sehingga pengukuran dari waktu ke waktu dapat dilakukan yang menunjukkan pergerakan menuju atau menjauh dari target (Syah & Utami, 2021).

Modul Arduino uno r3 merupakan sebuah platform komputasi fisik yang bersifat open source. Dalam penggunaanya, modul Arduino UNO disandingkan dengan sebuah bahasa pemrograman C yang dituliskan menggunakan IDE (*Integrated Development Environment*). modul Arduino uno r3 (Arduino UNO revisi 3) yang Arduino uno merupakan papan sirkuit berbasis mikrokontroler Atmega328P. Atmega 328 adalah chip mikrokontroler 8-bit berbasis AVR-RISC buatan Atmel yang memiliki 32 KB memori ISP flash dengan kemampuan baca-tulis (*read/write*), 1 KB EEPROM, 2 KB SRAM dan karena kapasitas memori Flash sebesar 32 KB (ramadhani, Darmawan, & wrindi, 2023).

Water flow sensor merupakan salah satu sensor untuk menghitung debit air yang mengalir, sensor tersebut berbentuk turbin yang akan berbutar apabila terkena

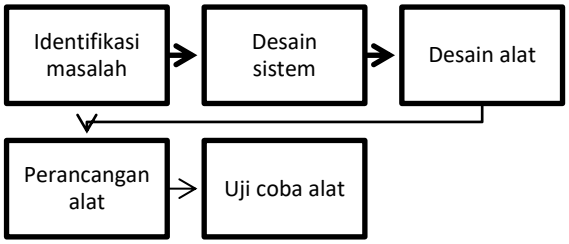
EPIC (Journal of Electrical Power, Instrumentation and Control)
Teknik Elektro – Universitas Pamulang
Vol. 8, No. 1, Bulan Juni, Tahun 2025, Hal 53-63
http://openjournal.unpam.ac.id/index.php/jit
DOI: 10.32493/epic.v8i1.58260
pISSN 2615-0646
eISSN 2614-8595

dorongan aliran air. Air yang mengalir akan melewati turbin dari sensor water flow tersebut dan akan membuat rotor magnetnya berputar dengan kecepatan tertentu sesuai dengan tingkat aliran yang mengalir. Kemudian medan magnet yang ada pada rotor tersebut akan memberikan efek pada sensor efek Hall yang akan menghasilkan sinyal pulsa berupa tegangan (*pulse width modulator*). Output dari pulsa tegangan memiliki tingkat yang sama dengan input yang dimiliki frekuensi laju aliran air. Lalu sinyal tersebut dapat diolah menjadi data digital melalui pengendali atau mikrokontroler (Anggara, Nehru, & Hais, 2023).

Berisi teori pendukung yang digunakan dan terkait penelitian.

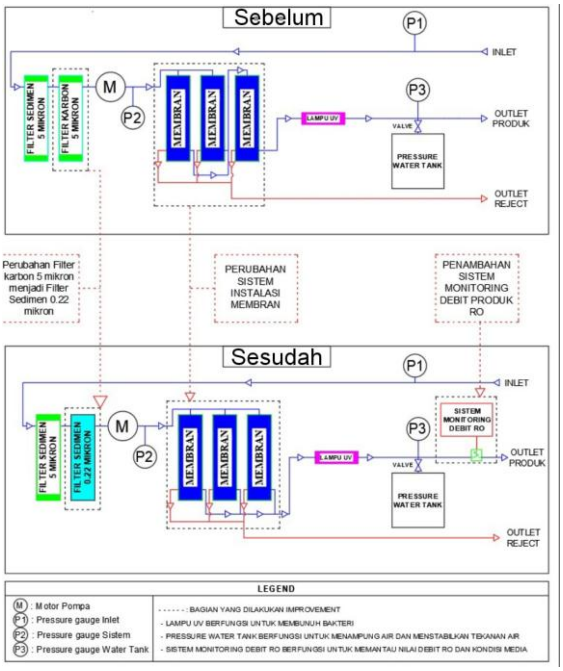
METODOLOGI

Tahapan yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan metode *reverse and development* (Rumetna , Lina , & Santoso , 2020) yaitu penelitian dan pengembangan pada mesin *reverse osmosis portable,* dengan tahapan sebagai berikut :



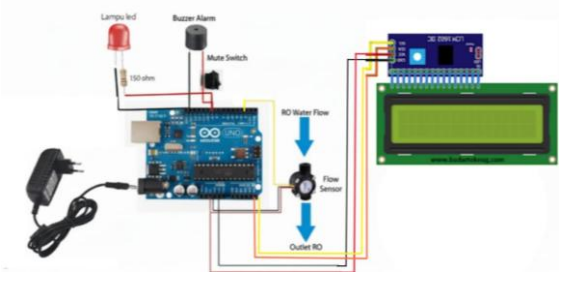
Gambar 1. Blok diagram metode penelitian

Pada tahap ini dilakuakn identifikasi masalah yang terjadi pada mesin *reverse osmosis potable,* dan menganalisa permasalahan tersebut. Menurunnya debit air dikarenakan adanya penyumbatan pada membrane dan tidak adanya alat monitoring untuk menampilkan debit air secara *real-time.*



Gambar 2. Desain pengembangan sistem mesin *reverse osmosis portable*

Optimalisasi yang dilakukan pada mesin *reverse osmosis portable* dengan menggganti media filter karbon dengan filter sedimen 0.22 micron agar partikel yang lolos dari filter 5 micron dapat tersaring dengan baik. Perubahan instalasi posisi media membrane yang sebelumnya di rangkai secara parallel-seri, di rubah menjadi 3 membran yang di rangkai secara parallel agar beban pada membrane dapat terbagi secara merata.

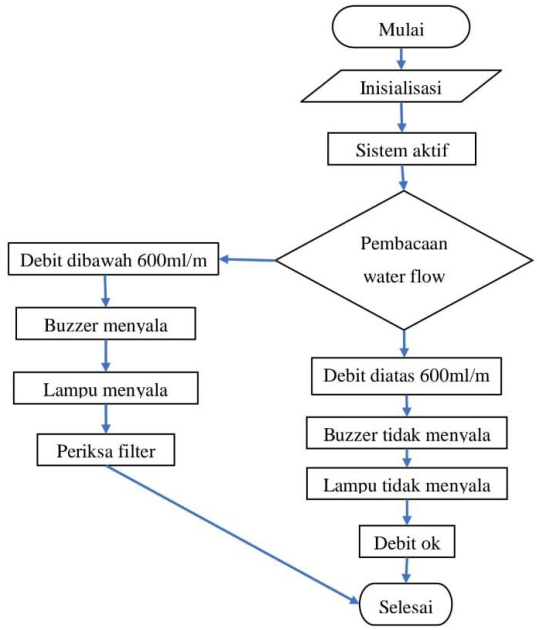


Gambar 3. Desain alat monitoring debit air

Alat monitoring debit air berfungsi untuk membaca debit air yang dihasilkan oleh mesin *reverse osmosis portable* dan di tampilkan di layar lcd. Pada program arduino

EPIC (Journal of Electrical Power, Instrumentation and Control)
Teknik Elektro – Universitas Pamulang
Vol. 8, No. 1, Bulan Juni, Tahun 2025, Hal 53-63
http://openjournal.unpam.ac.id/index.php/jit
DOI: 10.32493/epic.v8i1.58260
pISSN 2615-0646
eISSN 2614-8595

alat monitoring debit di setting dengan debit minimal 600 mL/menit, jadi apabila debit air yang melewati *water flow sensor* berada di bawah 600 m/liter maka arduino akan mengaktifkan buzzer dan lampu indikator untuk menyalah serta menampilkan keterangan pada layar "periksa filter".



Gambar 4. Flowchart cara kerja alat monitoring debit air

Setelah alat dirancang dan dilakukan perakitan, selanjutnya dilakukan kaliberasi pada alat monitoring debit air hasil pembacaan *water flow sensor* yang ditampilkan pada layar lcd dibandingkan dengan air yang ditampung dalam gelas ukur di hitung menggunakan *stopwacht.* Perbedaan antara pembacaan alat monitoring debit air dan gelar ukur harus dibawah 5% sesuai standar.

Pengujian alat dilakukan untuk memastikan bahwa alat dapat bekerja dengan baik, tidak mempengaruhi kualitas air dan mesin *reverse osmosis* portable menjadi lebih efektif, efisien, dan keamanan selama tindakan hemodialisa tetap terjaga. Analisa pengujian kualitas air dan biaya effisiensi penggantian media filter dengan membandingkan sebelum dan sesudah dilakukan optimalisasi.

Data yang telah didapat dilakukan analisa dengan membandingkan data sebelum dan sesudah optimalisasi yang selanjutkan di hitung untuk melihat efisensi dari penggantian media filter dan membran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

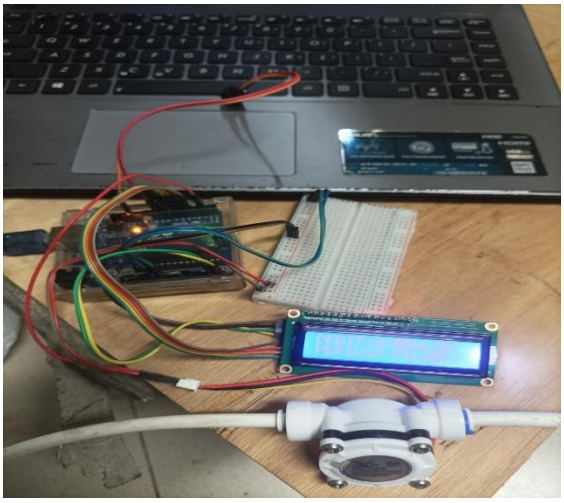
Mesin *reverse osmosis portable* setelah dilakukan optimalisasi .

(a) (b)

Gambar 5. Perubahan instalasi dan spesifikasi filter mesin *reverse osmosis portable.*
(a) 3 membran yang dirangkai paralel

(b) filter karbon di ganti menggunakan filter sedimen 0.22 micron

Alat monitoring yang telah di desain selanjutnya dilakukan perakitan dan kaliberasi hasil pembacaan *water flow sensor*.



Gambar 6. Proses perncangan alat monitoring debit

EPIC (Journal of Electrical Power, Instrumentation and Control)
Teknik Elektro – Universitas Pamulang
Vol. 8, No. 1, Bulan Juni, Tahun 2025, Hal 53-63
http://openjournal.unpam.ac.id/index.php/jit
DOI: 10.32493/epic.v8i1.58260
pISSN 2615-0646
eISSN 2614-8595

air

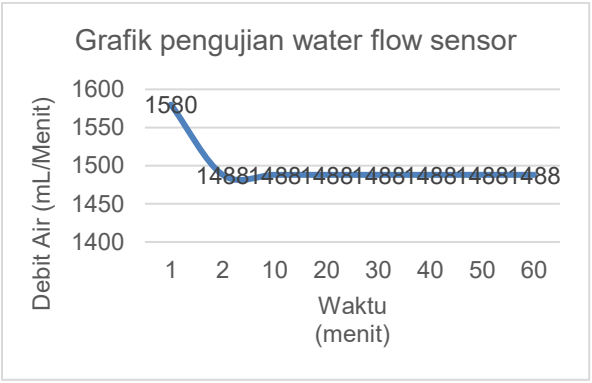
Tabel 1. Kaliberasi alat monitoring debit air

Percobaan	Debit air input mL/m	Debit terbaca sensor mL/m	Error (%)
1	500	524	4.8
2	500	517	3.4
3	500	521	4.2
4	1000	1036	3.6
5	1000	1048	4.8
6	1000	1023	2.3
7	1500	1575	5
8	1500	1543	2.866666667
9	1500	1529	1.933333333
10	2000	2036	1.8
11	2000	2075	3.75
12	2000	2094	4.7
		rata-rata	3.47

Kaliberasi dilakukan sebanyak 12 kali percobaan dengan 4 parameter. Dari tabel dapat dilihat nilai rata-rata error pembacaan alat monitoring berada di bawah 5% sesuai standard dan alat layak untuk digunakan.

Gambar 7. Proses kaliberasi alat monitoring debit air

Gambar 8. Pemasangan alat monitoring debit air pada mesin *reverse osmosis portable*



Gambar 9. Grafik pengujian *water flow sesnsor*

Dari gambar 8 dapat dilihat debit air terpantau tinggi pada menit pertama dan mengalami penurunan pada menit kedua, setelah menit kedua debit air terpantau stabil sampai menit ke 60. Adanya perbedaan debit air saat dilakukan pengujian pada menit pertama yaitu dikarenakan kondisi presure tank dan instalasi belum terisi air yang mengakibatkan tekanan air tinggi, saat menit kedua air sudah terisi kesemua instalasi dan tekanan air pun stabil sampai ke menit 60 tidak mengalami penurunan debit air. Dapat disimpulkan bahwa pembacaan alat water flow sensor stabil.

Tabel 2. Pengujian komunikasi alat monitoring debit

EPIC (Journal of Electrical Power, Instrumentation and Control)
Teknik Elektro – Universitas Pamulang
Vol. 8, No. 1, Bulan Juni, Tahun 2025, Hal 53-63
http://openjournal.unpam.ac.id/index.php/jit
DOI: 10.32493/epic.v8i1.58260
pISSN 2615-0646
eISSN 2614-8595

air

Percobaan	Debit pada lcd (ml/m)	Buzzer & Lampu	Keterangan pada lcd
1	522	Menyalah	PERIKSA FILTER
2	493	Menyalah	PERIKSA FILTER
3	377	Menyalah	PERIKSA FILTER
4	609	Tidak Menyalah	DEBIT OK
5	638	Tidak Menyalah	DEBIT OK
6	1189	Tidak Menyalah	DEBIT OK

Berdasarkan hasil pengujian pada tabel 2 bahwa hasil komunikasi sistem monitoring debit air *reverse osmosis portable* berfungsi dengan baik. Buzzer menyalah ketika debit air berada dibawah 600ml/m, dan menampilkan keterangan PERIKSA FILTER pada layar lcd. Saat debit berada diatas 600ml/m buzzer tidak menyalah dan pada layar lcd terdapat keterangan DEBIT OK.

Tabel 3. Hasil pengujian kualitas air oleh laboratorium eksternal

(RO Water, Standar HICMR Total Bakteri (=< 100 Koloni/mL)

RO Water Every Month, AAMI Tahun 2015 Tabel 3.1 (=< 200 koloni/mL)

Periode	Total Bakteri
Sebelum Optimalisasi	
3 maret	tidak ada
7 april	tidak ada
5 mei	tidak ada
Sesudah Optimalisasi	
2 juni	tidak ada
7 juli	tidak ada
4 agustus	tidak ada

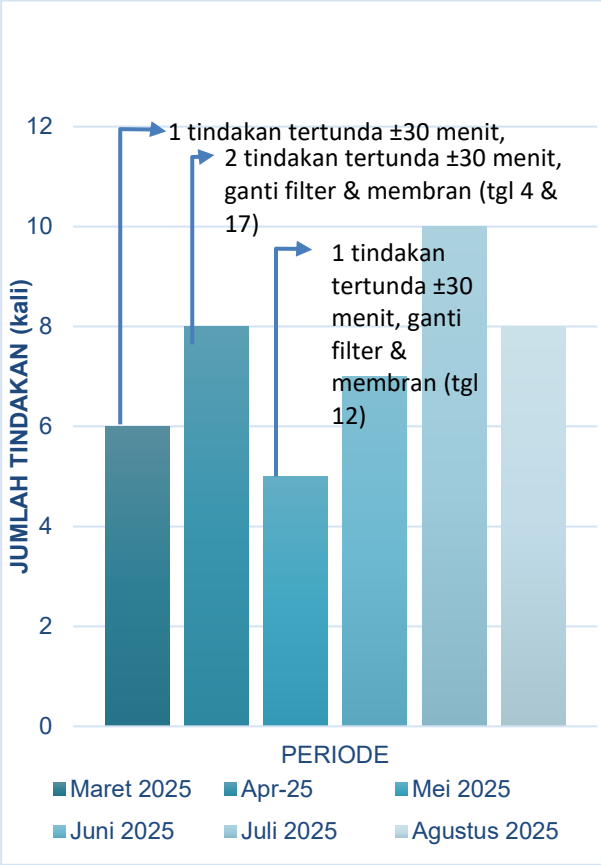
Tabel 4. Hasil pengujian kualitas air oleh laboratorium internal

Endotoxin Test *reverse osmosis* Every Month, ANSI/AAMI/ISO/23500 : 2014 (>0.25 EU/mL)

Periode	Endotoxin
Sebelum Optimalisasi	
Maret	>0.25
April	>0.25
Mei	>0.25
Setelah Optimalisasi	
Juni	>0.25
Juli	>0.25
Agustus	>0.25

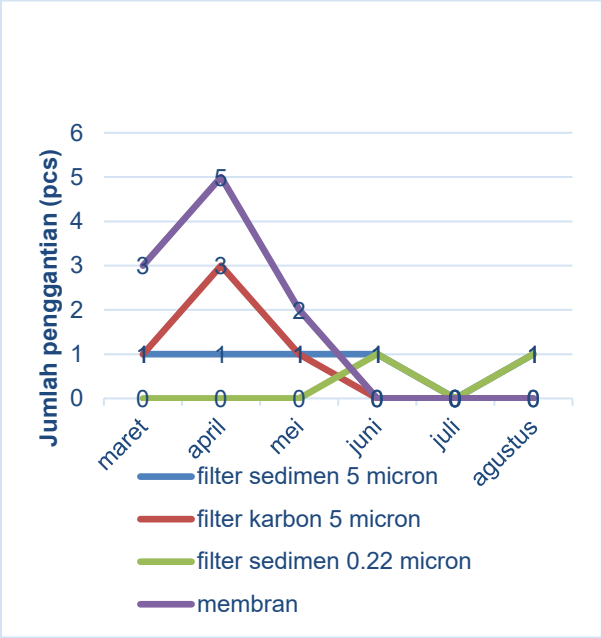
Dari hasil pengujian kualitas air pada tabel 3 dan 4 menunjukan hasil kualitas air produk mesin *reverse osmosis portable* sebelum dan sesudah dilakukan optimalisasi tidak mengalami perubahan yang signifikan. Kualitas air produk mesin *reverse osmosis portable* setelah dilakukan optimalisasi manunjukkan hasil yang baik dan lolos uji lab internal dan lab eksternal.

EPIC (Journal of Electrical Power, Instrumentation and Control)
Teknik Elektro – Universitas Pamulang
Vol. 8, No. 1, Bulan Juni, Tahun 2025, Hal 53-63
http://openjournal.unpam.ac.id/index.php/jit
DOI: 10.32493/epic.v8i1.58260
pISSN 2615-0646
eISSN 2614-8595



Gambar 10. Grafik penggunaan mesin *reverse osmosis*

Pada saat sebelum dilakukan optimalisasi sering terjadinya penyumbatan yang mengakibatkan tindakan hemodialisa terhenti untuk dilakukan penggantian media filter dan membran. Setelah optimalisasi tindakan hemodialisa dapat berjalan dengan aman, lancar, dan termonitoring dengan baik.



Gambar 11. Grafik frekuensi penggantian filter dan membran *reverse osmosis portable*

Frekuensi penggantian media filter sedimen, filter karbon, dan membran. Pada bulan maret dilakukan penggantian membran sebanyak 3 kali, filter sedimen 1 kali, dan filter karbon 1 kali. Pada bulan april dilakukan penggantian membran sebanyak 5 kali, filter sedimen 1 kali, dan filter karbon 3 kali, Pada bulan mei dilakukan penggantian membran sebanyak 2 kali, filter sedimen 1 kali, dan filter karbon 1 kali

Setelah optimalisasi frekuensi penggantian filter dan membran mengalami penurunan. Dalam kurun waktu 3 bulan membran tidak dilakukan penggantian dikarenakan kondisinya masih aman dan layak digunakan, filter sedimen 5 micron dan filter sedimen 0.22 micron dilakukan penggantian 1 kali pada bulan juni dan agustus. Dengan demikian modifikasi pada mesin *reverse osmosis portable* ini dirasa sangat efektif dan efisien.

EPIC (Journal of Electrical Power, Instrumentation and Control)
Teknik Elektro – Universitas Pamulang
Vol. 8, No. 1, Bulan Juni, Tahun 2025, Hal 53-63
http://openjournal.unpam.ac.id/index.php/jit
DOI: 10.32493/epic.v8i1.58260
pISSN 2615-0646
eISSN 2614-8595

Tabel 5. Perhitungan biaya penggantian filter dan membran

NO	Jenis Media	Jumlah (Pcs)	Harga tarif (Rp)	Harga pemakaian (Harga tarif x jumlah) (Rp)
Sebelum Optimalisasi				
1	Filter Sedimen 5 mikron	3	6.500	19.500
2	Filter Karbon 5 mikron	5	15.000	75.000
3	Membran	10	160.000	1.600.000
Total				**1.694.500**
Setelah Optimalisasi				
1	Filter Sedimen 5 mikron	2	6.500	13.000
2	Filter Sedimen 0.22 mikron	2	120.000	240.000
3	Membran	0	160.000	0
Total				**253.000**

Dari tabel diatas, biaya penggantian media filter 3 bulan sebelum dilakukan modifikasi bernilai Rp. 1.694.500 dan biaya penggantian media filter 3 bulan sesudah dilakukan modifikasi bernilai Rp.253.000; Sehingga Efisiensi biaya yang dihasilkan sebesar :

$$\frac{\text{Rp. } 1.694.500 - \text{Rp. } 253.000}{\text{Rp. } 1694.500} \text{ X } 100\% = 85\ \%$$

Gambar 12. Perhitungan effisiensi

Jadi, efisiensi yang didapat setelah optimalisasi adalah 85 %.

KESIMPULAN

Optimalisasi yang dilakukan pada mesin *reverse osmosis Portable* dengan meningkatkan efisiensi, efektifitas, dan menjaga kualitas air yang lebih baik. Dengan sistem monitoring debit air, tindakan hemodialisa menjadi lebih aman, dan efektif bagi pasien dan perawat.

Hasil pengujian modifikasi pada mesin *reverse osmosis portable* sangat efektif dan efisien, hasil pengujian alat monitoring debit air cukup akurat dan dapat diandalkan, serta hasil pengujian kualitas air produk mesin *reverse osmosis portable* tidak mengalami perubahan. Kualitas air produk mesin *reverse osmosis portable* menunjukkan hasil yang baik dan lolos uji lab air tetap aman dan memenuhi baku mutu.

Biaya penggantian media filter 3 bulan sebelum dilakukan modifikasi bernilai Rp. 1.694.500 dan biaya penggantian media filter 3 bulan sesudah dilakukan optimalisasi bernilai Rp.253.000. Sehingga Efisiensi biaya yang dihasilkan sebesar Rp. 1.441.500 atau 85% lebih hemat.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada RS Premier Bintaro yang telah mengizinkan penulis melakukan penelitian ini, serta kepada mentor dan dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan ilmu selama melakukan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Anggara, J., Nehru, & Hais, Y. R. (2023).

RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING DAN KONTROL PENGGUNAAN AIR PDAM BERBASIS INTERNET OF THINGS. *Physics and Science Education Journal (PSEJ)Volume 3Nomor 2, Agustus2023P-ISSN:2776-5930E-ISSN: 2776-8163*, 88-104.

Athalia, A. H., Agustin, T., & Ariyanta, P. (2025). Analisis Kinerja Filter dalam Memperbaiki Kualitas Air pada Unit Water Treatment Plant di Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia Minyak dan Gas Bumi (PPSDM Migas). *Majalah Ilmiah Swara Patra Vol 15 No. 1 Tahun 2025 Laman daring: https://doi.org/10.37525/sp/2025-1/592, 15*(1), 75-82.

ayunarwanti, R., & maliya, A. (2020). Self-EfficacyTerhadap Hipertensi Intradialis Pada Pasien Gagal Ginjal. *Jurnal Berita Ilmu KeperawatanVol.13(1),2020, 54-61p-ISSN: 1979-2697e-ISSN: 2721-1797*, 54-61.

Cahyadi, A. I., Ruslami, R., & Sudigdoadi, S. (2016). JSK, Volume 1 Nomor 3 Tahun 2016. *Studi Kualitas Air Reverse Osmosis Secara Mikrobiologi pada Dua Unit*, 113-119.

Danial, M. M., Purnaini, R., Khairi, S., Setiawan, E., Nadeak, R., Septiansyah, E., & Abshar, K. (2022). PERFORMANCE ANALYSIS OF SMALL SCALE. *Jurnal Teknik Sipil: Vol 22-No. 2, December 16, 2022, p.145-149*, 145-149.

Imaruzi, N., Zulkifli, & Rihayat, T. (2024). optimalisasi terhadap kinerja mesin reverse osmosis portable ini. *Jurnal Teknologi, Vol. 24, No.1, April 2024, 52-58*, 52-58.

International Organization for Standardization. (2014). *Guidance for the preparation and quality management of fluids for haemodialysis and related therapies.* Geneva: (ISO Standard No. 23500:2014). https://www.iso.org/standard/59504.html.

Joniarta, I. W., Dika, A. A., & Wijana, M. (2024). Energy, Materials and Product Design 3(2) (2024) 213-223 ISSN 2964-6987. *ANALISIS EFISIENSI POMPA SENTRIFUGAL PADA DESALINASI DENGAN PROSES REVERSE OSMOSIS*, 213-223.

Juma'in, Zaenudin, Efendi, M. M., & Samsumar, L. D. (2024). PERANCANGAN SISTEM MONITORING METERAN AIR MENGGUNAKAN SENSOR WATER

EPIC (Journal of Electrical Power, Instrumentation and Control)
Teknik Elektro – Universitas Pamulang
Vol. 8, No. 1, Bulan Juni, Tahun 2025, Hal 53-63
http://openjournal.unpam.ac.id/index.php/jit
DOI: 10.32493/epic.v8i1.58260
pISSN 2615-0646
eISSN 2614-8595

FLOW PADA RUMAH TANGGA. . *Journal of Data Analytics, Information, and Computer Science, 1(4), 171–182. https://doi.org/10.70248/jdaics.v1i4.1305*, 171-182.

Lanawati, L., Parawiyati, Sihwahjoeni, & Widodo, P. P. (2025). Jurnal Ilmiah Bisnis dan Perpajakan (BIJAK)Vol. 7, No 1, Februari 2025, 54-62 e-ISSN : 2656-4297 (Online). *Analisis penerapan laporan biaya lingkungan di Rumah Sakit Panti Nirmala Malang*, 54-62.

Marchellany, C., Purwanti, O. S., & Prastiwi, Y. I. (2024). Jurnal NersVolume 8Nomor 1 Tahun 2024Halaman 675-680JURNALNERSResearch & Learning in Nursing Sciencehttp://journal.universitaspahlawan.ac.id/index.php/ners. *PENERAPAN BERKUMUR AIR MATANG UNTUK MENURUNKAN TINGKAT RASA HAUS PASIEN GAGAL GINJAL KRONIS: STUDI KASUS*, 675-680.

Nipro Corporation. (2008). *Surdial 55Plus dialysis machine user manual.* Osaka, Japan: Nipro Corporation.

ramadhani, L. T., Darmawan, b., & wrindi, W. (2023). RANCANG BANGUN MONITORING PENGGUNAAN AIR DAN ESTIMASI TAGIHAN PDAM BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT). *JEITECH (JOURNAL OF ELECTRICAL ENGINEERING, INFORMATION TECHNOLOGY, CONTROL ENGINEERING, AND ROROBOTIC), 1(2), 38–44*, 38-44.

Rumetna , M. S., Lina , T. N., & Santoso , A. B. (2020). RANCANG BANGUN APLIKASI KOPERASI SIMPAN PINJAM MENGGUNAKAN. *Jurnal SIMETRIS, Vol. 11 No. 1 April 2020 P-ISSN: 2252-4983, E-ISSN: 2549-3108*, 119-128.

Syah, I., & Utami, F. R. (2021). AKTIFITAS FISIK DAN KOGNITIF BERPENGARUH . *e-ISSN:2528-66510; Volume 6; No.3 (October, 2021): 748-753* , 748-753.