

Tes Kebocoran Dializer Berbasis Arduino

Muhammad Rizki Dwiputra^{*1}, Tri Harjono²

¹Program Studi D3 Teknologi Elektro-medis, Program Vokasi, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Indonesia

²Rumah Sakit Bethesda, Yogyakarta, Indonesia

INFO ARTIKEL

Alamat Web Artikel:

<https://journal.umy.ac.id/index.php/mt/article/view/12229>

DOI:

<https://doi.org/10.18196/mt.v3i1.12229>

Data Artikel:

Diterima:

07 Juli 2021

Direview:

31 Agustus 2021

Direvisi :

30 September 2021

Disetujui :

01 Oktober 2021

Korespondensi:

m.rizkidwiputra7@gmail.com

ABSTRAK

Ginjal merupakan organ penting di dalam tubuh manusia, ginjal berfungsi menyaring racun dan zat yang tidak berguna ditubuh untuk dibuang. Salah satu penyakit yang terjadi pada ginjal adalah gagal ginjal yaitu dimana ginjal sudah mulai kehilangan kemampuan untuk menyaring racun dan zat yang tidak dibutuhkan oleh tubuh. Penderita gagal ginjal melakukan hemodialisa atau cuci darah untuk keberlangsungan hidupnya. Pada alat hemodialisa terdapat sebuah tabung yang berfungsi sebagai ginjal buatan yaitu dializer, karena dializer dapat digunakan berkali – kali maka tidak jarang ditemukan dializer yang tidak dapat digunakan karena sudah bocor. Oleh karena itu penulis merancang alat pendeteksi kebocoran untuk dializer agar kelayakan sebuah dializer dapat diketahui sebelum proses hemodialisa berlangsung. Alat ini menggunakan tekanan negatif yang mana tekanan negatif tersebut dihasilkan oleh motor DC dan dibaca oleh sensor tekanan MPX5100DP yang *outputnya* diolah oleh Arduino Uno dan tertampil sebagai pembacaan pada LCD 16x2, jika terdapat penurunan tekanan lebih dari 25 mmHg pada pembacaan maka dializer dinyatakan mengalami kebocoran. Berdasarkan hasil pengujian alat maka alat dapat bekerja dengan baik karena hanya menyatakan dializer bocor apabila terjadi penurunan tekanan lebih dari 25 mmHg, dan berdasarkan hasil pengujian sensor MPX5100DP didapat *error* sebesar 1,9%, hal ini menunjukkan sensor bekerja dengan baik karena *error* masih dalam batas toleransi.

Kata Kunci : Arduino Uno, Motor DC, Sensor MPX5100DP, Tekanan

ABSTRACT

The kidney is an important organ in the human body, the kidney functions to filter out toxins and useless substances in the body for disposal. One of the diseases that occurs in the kidneys is kidney failure, in which the kidneys begin to lose their ability to filter out toxins and substances that are not needed by the body. Patients with kidney failure perform hemodialysis or dialysis for their survival. In the hemodialysis device there is a tube that functions as an artificial kidney, namely a dialyzer, because The dialyzer can be used many times, it is not uncommon to find a dialyzer that cannot be used because of leakage. Therefore, the author will design a leak detector for the dialyzer so that the feasibility of a dialyzer can be determined before the hemodialysis process takes place. This tool will use negative pressure where the negative pressure is generated by a dc motor and will be read by the MPX5100DP sensor whose output will be processed by Arduino Uno and will be displayed as a reading on a 16x2 LCD, if there is a pressure drop of more than 25 mmHg on the reading then the dialyzer is considered to have leakage. Based on the results of testing the tool, the tool can work properly because it only states that the dialyzer is leaking if there is a pressure drop of more than 25 mmHg and based on the results of the MPX5100DP sensor test, an error of 1.9% is obtained, this shows the sensor is working properly because the error is still within the limit tolerance.

Keywords: Arduino Uno, DC motor, MPX5100DP Sensor, Pressure

1. PENDAHULUAN

Ginjal memiliki peran penting didalam tubuh manusia, ginjal berfungsi sebagai penyaring zat yang tidak diperlukan oleh tubuh, proses penyaringan ini sangat dibutuhkan oleh tubuh agar kondisi tubuh tetap baik, apabila fungsi ginjal sudah mulai menurun maka zat yang tidak diperlukan tadi tidak tersaring dan hal ini dapat merusak tubuh sedikit demi sedikit, penurunan fungsi ginjal ini disebut dengan gagal ginjal [1],[2],[3],[4]. penderita penyakit ini harus melakukan

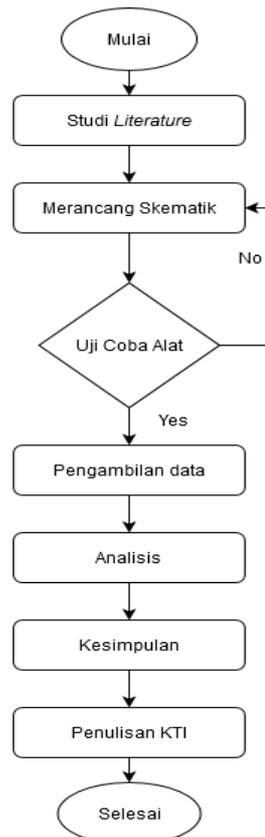
pengobatan yaitu cuci darah selama hidupnya agar keseimbangan zat kimia didalam tubuh dapat terjaga [5]-[6].

Hemodialisa atau cuci darah adalah suatu proses yang bertujuan untuk membuang zat beracun dan tidak dibutuhkan oleh tubuh melalui proses difusi dengan cara bergerak dari darah yang memiliki konsentrasi tinggi menuju cairan dialisis yang memiliki konsentrasi rendah [7]-[8]. Pada alat cuci darah atau hemodialisa terdapat sebuah komponen yang bernama dializer, dializer inilah yang berfungsi sebagai pengganti ginjal dalam melakukan tugasnya yaitu menyaring darah, pada dializer terdapat 2 kompartemen yaitu kompartemen darah yang terdapat dibagian dalam dan kompartemen cairan dialisis yang terdapat dibagian luar, serta sebuah membran semi permeable ditengahnya [9]-[10]. Dializer ini sendiri bisa digunakan untuk beberapa kali proses cuci darah, namun tidak jarang ditemukan bahwa dializer yang digunakan sudah tidak bisa digunakan karena kompartemen darah sudah bocor sehingga ketika digunakan cairan dialisis akan bercampur ke darah, apabila hal itu terjadi dan tidak cepat ditangani maka dikhawatirkan cairan dialisis tadi akan masuk ke tubuh pasien, yang dimana hal ini sangat berbahaya [3]-[2].

Pada saat ini sudah terdapat alat untuk membersihkan dan melakukan tes kebocoran pada dializer sehingga dializer dapat digunakan kembali, salah satunya yaitu Medivators reatron PA 100 *dialyzer reprocessing system* dengan harga 220 Juta Rupiah [11]. Dengan harga alat yang tinggi, dan dializer dapat dicuci secara manual, banyak dari rumah sakit yang tidak memiliki alat tersebut, sehingga *user* tidak mengetahui apakah dializer tersebut mengalami kebocoran atau tidak. Oleh karena itu maka penulis merancang alat pendeteksi kebocoran kompartemen darah pada dializer dengan tujuan agar *user* dapat mengetahui kondisi dializer tersebut dan dapat menghemat biaya yang diperlukan.

2. METODE PENELITIAN

Gambar 1 berikut merupakan Diagram kerangka kerja dalam proses pengerjaan alat tugas akhir.

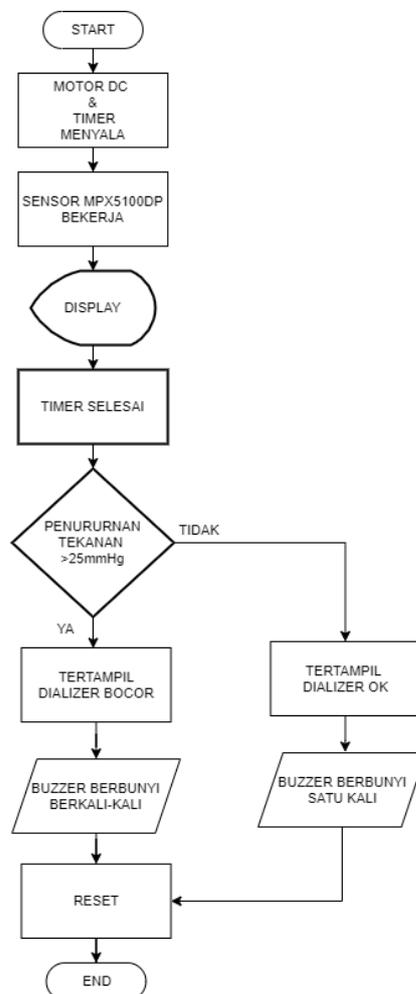


Gambar 1. Diagram Sistem Perancangan

Studi *literature* dilakukan sebagai persiapan dalam membuat alat untuk penelitian ini. Pada tahap ini hal yang dilakukan adalah mempelajari dan mengumpulkan sebanyak mungkin referensi yang dapat menunjang pengerjaan penelitian ini, adapun sumber referensi yang digunakan berupa buku, artikel-artikel, dan jurnal yang berkaitan dengan penelitian yang akan dibuat. Perancangan skematik yaitu tahap dimana penulis membuat suatu rancangan seperti sebuah rancangan rangkaian ataupun program yang dapat menghasilkan suatu sistem sehingga tugas akhir ini dapat dibuat sesuai dengan keinginan dan ketentuan yang ada. Tahap ini bertujuan untuk melakukan pengujian alat yang sudah dibuat dengan alat pembanding yang sudah ada. Disini penulis menggunakan *digital pressure meter* sebagai alat pembanding, sehingga dapat ditentukan apakah alat yang dibuat sudah sesuai dengan keinginan dan ketentuan atau belum. Proses ini dapat dilakukan apabila alat yang telah dibuat dapat bekerja sesuai dengan keinginan dan ketentuan yang sudah ada. Pengambilan kesimpulan dan analisis dari data yang telah didapat. Tahap ini dilakukan untuk keputusan akhir apakah alat yang dibuat sudah sesuai, dan dari analisis dapat dilihat apakah alat ini perlu peningkatan lagi atau tidak. Merupakan proses setelah semua proses sebelumnya telah dilaksanakan, dalam hal ini meliputi beberapa bahasan seperti latar belakang permasalahan alat, dasar teori perancangan alat, metode penelitian, alat dan bahan yang digunakan, blok diagram, diagram mekanik alat, diagram alir alat, serta sebuah penutup yang berisi kesimpulan dan saran yang dimana hal ini dapat digunakan sebagai acuan untuk pengembangan alat kedepannya.

2.1. Diagram Proses Kerja

Pada Gambar 2 merupakan diagram proses kerja pada alat.

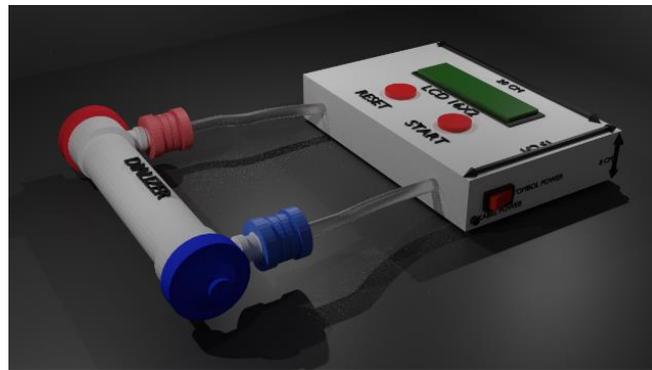


Gambar 2. Diagram Proses Kerja

Berdasarkan diagram alir pada Gambar 2 dapat dijelaskan bahwa pada saat tombol *start* ditekan maka motor DC dan *timer* akan menyala, maka motor DC yang bertugas memberikan tekanan negatif ke dalam kompartemen darah, lalu tekanan negatif tersebut dibaca oleh sensor tekanan dan akan ditampilkan pada LCD karakter 16 x 2, setelah 5 detik maka arduino akan menyimpan nilai terbaca sebagai nilai tertinggi lalu setelah proses berjalan selama 30 detik maka Arduino akan menyimpan nilai yang terbaca sebagai nilai terendah, pada saat timer selesai maka motor DC akan berhenti bekerja dan Arduino akan melakukan perhitungan nilai tertinggi dan terendah yang sudah tersimpan tadi untuk mengetahui berapa nilai penurunan yang terjadi, apabila penurunan tekanannya sebesar 25 mmHg atau lebih maka pada LCD akan tertampil bahwa dialyzer bocor dan *buzzer* akan menyala berkali – kali seperti sirine sebagai tanda bahwa dialyzer bocor sedangkan apabila penurunan tekanan tidak mencapai 25 mmHg maka pada LCD akan tertampil bahwa dialyzer dalam keadaan baik dan *buzzer* akan menyala sekali sebagai tanda dialyzer dalam kondisi baik.

2.2. Diagram Mekanis Sistem

Perancangan desain alat dilakukan menyesuaikan dengan hasil dari penentuan spesifikasi alat yang digunakan. Perencanaan desain alat pada Gambar 3 yang akan dibuat diharapkan dapat berfungsi optimal.



Gambar 3. Diagram Mekanis Sistem

Pada Gambar 3 menunjukkan diagram mekanis sistem yang terdiri atas komponen-komponen:

- a. Tombol Start : digunakan untuk memulai proses tes kebocoran
- b. Tombol Reset: digunakan apabila ingin melakukan pengujian kembali
- c. LCD: digunakan sebagai penampil dari pembacaan tekanan, *timer*, dan hasil akhir
- d. Dialyzer: merupakan objek yang dilakukan pengujian
- e. Sensor tekanan MPX5100DP : digunakan untuk membaca tekanan yang diberikan motor DC
- f. Tombol On/Off : digunakan untuk menyalakan alat dan mematikan alat

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengujian Alat

Data berikut diperoleh dari Pengujian alat menggunakan dua tabung dialyzer bertipe *low flux* dengan kondisi berbeda yang satu dalam kondisi baik dan satu lagi dalam kondisi bocor.

Dari Tabel 1 dapat dianalisis bahwa alat ini telah berfungsi dengan baik, hal ini dapat dilihat dari hasil kedua pengujian dimana alat hanya menyatakan bahwa sebuah tabung dialyzer itu bocor apabila terjadi penurunan tekanan melebihi ketentuan yaitu 25 mmHg, setelah itu juga dapat dilihat pada saat proses selesai *buzzer* akan berbunyi satu kali apabila tidak terjadi kebocoran dan pada LCD tertampil bahwa dialyzer OK, sedangkan apabila terjadi kebocoran maka *buzzer* akan berbunyi berkali – kali sebagai penanda dan pada LCD tertampil bahwa dialyzer bocor.

Dwiputra, Harjono
Tes Kebocoran Dializer Berbasis Arduino

Tabel 1. Data Pengujian Alat

Kondisi dializer	Keterangan	Hasil	Gambar
Baik	Nilai tertinggi adalah -143 mmHg	Tegangan terukur adalah 0,98 VDC	
	Nilai terendah adalah -141 mmHg	Tegangan terukur adalah 0,97 VDC	
Bocor	Selisih nilai 2 mmHg	Dializer dalam keadaan Baik	
	Nilai tertinggi adalah -189 mmHg	Tegangan terukur adalah 1,24 VDC	
	Nilai terendah adalah -99 mmHg	Tegangan terukur adalah 0,74 VDC	
	Selisih nilai adalah 90 mmHg	Dializer dalam keadaan Bocor	

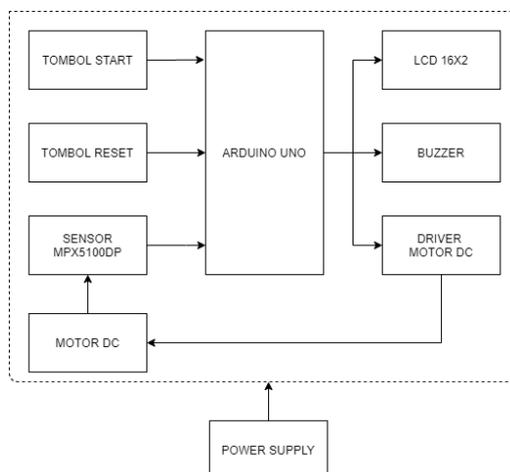
3.2. Pengujian Pembacaan Sensor Tekanan MPX5100DP

Data berikut ini adalah data yang diperoleh dari nilai pengukuran pada alat dengan alat ukur *digital pressure meter* dengan 30 kali pengukuran:

Tabel 2. Data Pembacaan Sensor Tekanan MPX5100DP

Pengukuran ke-	Sensor tekanan MPX5100DP	<i>Digital pressure meter</i>
1	-93 mmHg	-91 mmHg
2	-92 mmHg	-91 mmHg
3	-92 mmHg	-90 mmHg
4	-92 mmHg	-91 mmHg
5	-92 mmHg	-91 mmHg
6	-92 mmHg	-91 mmHg
7	-92 mmHg	-91 mmHg
8	-93 mmHg	-91 mmHg
9	-92 mmHg	-91 mmHg
10	-92 mmHg	-91 mmHg
11	-117 mmHg	-115 mmHg
12	-117 mmHg	-114 mmHg
13	-118 mmHg	-116 mmHg
14	-120 mmHg	-118 mmHg
15	-123 mmHg	-120 mmHg
16	-127 mmHg	-125 mmHg
17	-89 mmHg	-88 mmHg
18	-92 mmHg	-90 mmHg
19	-93 mmHg	-92 mmHg
20	-94 mmHg	-93 mmHg
21	-95 mmHg	-93 mmHg
22	-96 mmHg	-93 mmHg
23	-96 mmHg	-94 mmHg
24	-97 mmHg	-95 mmHg
25	-99 mmHg	-97 mmHg
26	-101 mmHg	-99 mmHg
27	-106 mmHg	-104 mmHg
28	-110 mmHg	-107 mmHg
29	-114 mmHg	-111 mmHg
30	-119 mmHg	-117 mmHg
Rata-rata	-101,5 mmHg	-99,6 mmHg
<i>Error (%)</i>		1,9%

Tabel 2 diatas hasil uji sensor tekanan MPX5100DP dengan alat pembanding berupa *Digital pressure meter* didapatkan hasil pengukuran tekanan sebanyak 30 kali dengan rata-rata yang dihasilkan pada alat sebesar -101,5 mmHg dan pada alat pembanding sebesar -99,6 mmHg dengan *persentase error* sebesar 1,9%. Nilai yang dihasilkan tidak terpaut jauh dengan alat pembanding. Selisih antara *Digital pressure meter* dengan pembacaan pada alat masih dalam batas toleransi. Adapun nilai *error* disebabkan oleh beberapa hal seperti pemasangan dialyzer ke alat yang kurang pas.



Gambar 4. Diagram Blok

Berdasarkan blok diagram pada Gambar 4, pada saat alat dinyalakan maka tegangan dari jala - jala PLN akan masuk ke rangkaian *power supply*, pada rangkaian *power supply* tegangan dari jala – jala PLN yang berupa tegangan 220 VAC akan diturunkan dan disearahkan nilai tegangannya menjadi 5VDC dan 12VDC, tegangan tersebut akan digunakan sebagai sumber tegangan untuk rangkaian *microcontroller*, *driver motor*, motor DC dan sensor tekanan MPX5100DP. Terdapat 2 tombol pada alat yaitu tombol *start* dan *reset*, saat tombol *start* ditekan maka *microcontroller* akan menjalankan proses pengujian dialyzer yang dimana dari program tersebut akan memberi perintah kepada *driver motor* untuk menyalakan motor DC yang dimana tekanan yang diberikan oleh motor DC akan dibaca oleh sensor MPX5100DP, setelah itu output dari sensor akan kembali lagi ke Arduino sehingga output sensor tadi dapat diolah dan pada akhirnya akan tertampil sebagai pembacaan tekanan pada LCD, selain memberi perintah ke *driver motor*, saat tombol *start* ditekan Arduino juga langsung menjalankan program timer yang juga ditampikan pada LCD. Saat proses berjalan dan *timer* menunjukkan detik ke-35 maka *microcontroller* akan mencatat nilai tekanan yang terbaca sebagai nilai tertinggi, lalu pada saat detik ke-5 maka *microcontroller* akan mencatat nilai tekanan yang terbaca sebagai nilai terendah, setelah itu *microcontroller* akan menghitung selisih dari nilai tekanan tertinggi dan terendah, apabila hasil perhitungan ≥ 25 mmHg maka saat *timer* selesai pada LCD akan tertampil bahwa dialyzer bocor dan *buzzer* akan menyala berkali-kali sebagai penanda dialyzer dalam keadaan bocor, sedangkan apabila hasil perhitungan selisih dari nilai tekanan tertinggi dan terendah ≤ 25 mmHg maka saat *timer* selesai pada LCD akan tertampil bahwa dialyzer OK dan *buzzer* akan menyala sekali sebagai penanda dialyzer dalam keadaan OK. Lalu tombol *reset* digunakan apabila *user* ingin melakukan pengujian kembali.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa secara umum dapat disimpulkan bahwa alat dapat digunakan dengan baik sesuai fungsinya, hal ini dapat dilihat dari hasil uji fungsi alat yang dimana alat ini hanya menyatakan sebuah tabung dialyzer dalam kondisi bocor apabila penurunan tekanannya lebih dari 25 mmHg.

Perancangan alat ini yang hanya satu output berupa tes kebocoran dialyzer menghabiskan dana sekitar Rp. 761.600,- yang dimana angka tersebut terbilang murah apabila dibandingkan dengan harga alat yang sudah ada salah satunya yaitu Medivators renatron PA 100 *dialyzer reprocessing system* dengan dua output berupa proses pencucian dialyzer dan tes kebocoran dialyzer seharga Rp. 220.000.000,-.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. S. N. Khamidah, D. Hapsari, and H. Nugroho, "Implementasi Fuzzy Decision Tree Untuk Prediksi Gagal Ginjal Kronis," *J. Inf. Technol.*, vol. 3, no. 100, pp. 19–28, 2018.
- [2] E. Loniza, H. Habiburrahman, and S. Ariwibowo, "Prototype Injeksi Insulin Pump Dengan Control Panel Arduino Uno," *Med. Tek. J. Tek. Elektromedik Indones.*, vol. 1, no. 2, pp. 1–5, 2020, doi: 10.18196/mt.010206.
- [3] M. Safitri, W. D. Iswara, and T. Harjono, "Blood Bag Shaker Dilengkapi Pemilihan Kecepatan Motor," *Med. Tek. J. Tek. Elektromedik Indones.*, vol. 1, no. 2, 2020, doi: 10.18196/mt.010208.
- [4] H. R. Fajrin, U. Zakiyyah, and K. Supriyadi, "Alat Pengukur Ph Berbasis Arduino," *Med. Tek. J. Tek. Elektromedik Indones.*, vol. 1, no. 2, 2020, doi: 10.18196/mt.010207.
- [5] P. Informatika *et al.*, "Sistem pakar untuk mendiagnosa penyakit gagal ginjal dengan menggunakan metode bayes," *J. Inform.*, vol. 4, no. 0911441, pp. 129–134, 2013.
- [6] H. R. Fajrin, M. R. Ilahi, B. S. Handoko, and I. P. Sari, "Body temperature monitoring based on telemedicine," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1381, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1381/1/012014.
- [7] N. H. Wijaya, B. Untara, and I. Khoirunnisa, "Monitoring Tekanan Gas Medis Pada Instalasi Gas Medis Rumah Sakit," *Med. Tek. J. Tek. Elektromedik Indones.*, vol. 1, no. 1, pp. 2–7, 2019, doi: 10.18196/mt.010104.
- [8] P. Hemodialisa *et al.*, "Perbedaan Indeks Eritrosit Pada Penderita Gagal Ginjal Kronik Pre Dan Differences of Erythrocyte Index In Chronic Kidney Failure Suffer," *J. Anal. Kesehat.*, vol. 7, no. 1, pp. 685–692, 2017.
- [9] E. Loniza and I. Syabani, "Portable Turbidimeter Dilengkapi Penyimpanan Data Berbasis Arduino," *Med. Tek. J. Tek. Elektromedik Indones.*, vol. 1, no. 1, 2019, doi: 10.18196/mt.010103.
- [10] E. W. Ningsih, H. R. Fajrin, and A. Fitriyah, "Pendeteksi Hemoglobin Non Invasive," *Med. Tek. J. Tek. Elektromedik Indones.*, vol. 1, no. 1, 2019, doi: 10.18196/mt.010102.
- [11] PT. Transmedic Indonesia, "E- Catalogue Medivators Renatron Pa 100 Dialyzer Reprocessing System."