

Perancangan dan Pembuatan Plasma *Blood Separator* Berbasis Arduino Uno

Patrisius Kusi Olla^{(1,a)*}, Bayu Wahyudi^(1,b), Muhammad Nur Alfian^(1,c),
Diah Rahayuningtyas^(1,d) dan Mohammad Rofi'i^(1,e)

⁽¹⁾ Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Semarang

Email : ^(a*) patrisiuskusiolla@atemsemarang.ac.id, ^(b) bayuwahyudi@atemsemarang.ac.id,

^(c) mnuralfian@atemsemarang.ac.id, ^(d) diahrahayu@atemsemarang.ac.id, ^(e) mohammad rofii@atemsemarang.ac.id

Diterima (10 Juni 2024), Direvisi (26 November 2024)

Abstract. This research aims to design a Plasma Blood Separator that can separate plasma from red blood cells automatically using an Optocoupler sensor and a specimen tube cutter. This system is equipped with an Arduino Uno as the controlling brain, a servo motor to clamp the hose, a DC motor to open the blood bag pressure, a series of push buttons to open the servo, and a buzzer to indicate the completion of separation. After testing the Arduino Uno-based Plasma Blood Separator, all functions can work well by showing results in three trials varying the length of the tube. The varied hose lengths are 38 cm, 52 cm, 71 cm. The estimated separation times are 1.16 minutes, 2.17 minutes and 3.4 minutes. In the voltage measurement results, the measurement results were obtained with a small percentage of error with a value of <5% and a high accuracy value with a value of >90%.

Keywords: plasma blood, separator, arduino

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah Plasma *Blood Separator* yang dapat memisahkan plasma dari sel darah merah secara otomatis dengan menggunakan sensor Optocoupler dan pemotong selang spesimen. Sistem ini dilengkapi dengan Arduino Uno sebagai otak pengendali, motor servo untuk menjepit selang, motor DC untuk membuka tekanan kantong darah, rangkaian push button sebagai pembuka *servo*, dan *buzzer* sebagai penanda selesai pemisahan. Setelah melakukan pengujian pada alat Plasma *Blood Separator* Berbasis Arduino Uno semua fungsi dapat bekerja dengan baik dengan menunjukkan hasil pada tiga kali percobaan yang divariasikan Panjang selangnya. Panjang selang yang divariasikan adalah 38 cm, 52 cm, 71 cm. Adapun estimasi waktu pemisahan adalah 1,16 menit, 2,17 menit dan 3,4 menit. Pada hasil pengukuran tegangan alat hasil pengukuran didapatkan dengan persentase kesalahan yang kecil dengan nilai < 5% dan nilai ketelitian yang tinggi dengan nilai >90%.

Kata kunci: plasma darah, pemisah, arduino.

PENDAHULUAN

Plasma darah adalah cairan kuning jernih yang merupakan komponen penting dari darah manusia. Plasma darah mengandung berbagai macam nutrisi, hormon, protein, dan zat lain yang dibutuhkan oleh tubuh untuk menjalankan berbagai fungsi. Selain itu, plasma darah juga mengandung faktor pembekuan darah, sehingga sangat penting dalam proses pembekuan darah yang memungkinkan

tubuh menghentikan pendarahan jika terjadi luka atau cedera.

Dalam dunia kesehatan, plasma darah memiliki peran penting dalam prosedur medis, termasuk transfusi darah, terapi imunoglobulin, dan pengobatan berbagai penyakit [1]. Plasma darah juga digunakan untuk membuat produk plasma, seperti albumin, faktor pembekuan, dan imunoglobulin. Dalam prosedur medis, plasma darah dapat digunakan untuk mendeteksi keberadaan virus, bakteri, serta

zat-zat kimia tertentu yang berbahaya. Selain itu, plasma darah juga dapat digunakan untuk transfusi darah dan untuk mendapatkan bahan-bahan penting seperti enzim, protein, dan hormon [2].

Pentingnya plasma darah dalam dunia kesehatan dapat dilihat dari permintaan yang terus meningkat dari pasien yang membutuhkan transfusi darah dan produk plasma lainnya [3]. Oleh karena itu, pengembangan teknologi dan alat yang dapat memudahkan pemisahan plasma darah dari sel darah merah menjadi hal yang sangat penting [4]. Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan dirancang sebuah *blood plasma separator* yang menggunakan sensor Optocoupler sebagai pembeda darah dengan plasma darah. Optocoupler adalah jenis sensor yang dapat mendeteksi adanya cahaya yang dihasilkan oleh plasma darah ketika melewati cahaya inframerah. Dengan menggunakan Optocoupler sebagai sensor, diharapkan proses pemisahan plasma darah menjadi lebih cepat dan efisien, serta lebih aman bagi komponen plasma darah.

Saat ini masih banyak alat pemisah plasma darah manual yang digunakan yaitu dengan menggunakan tuas yang ditekan oleh tangan sehingga tidak efisien dan tidak higienis. Pengembangan teknologi dan alat yang dapat memudahkan pemisahan plasma darah dari sel darah merah menjadi hal yang sangat penting. Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan dirancang sebuah *blood plasma separator* yang menggunakan motor DC dan sensor optocoupler sebagai pembeda darah dengan plasma darah. Donor plasma darah dapat digunakan untuk pasien dengan gangguan albumin, seperti pada pasien luka bakar, pasien trauma, ataupun pasien yang baru melakukan tindakan operasi [5]. Dengan memanfaatkan teknologi sensor optocoupler sebagai pembeda darah dengan plasma darah, diharapkan dapat

menghasilkan alat pemisah plasma darah yang lebih efektif, efisien, dan hemat biaya. Selain itu, alat ini diharapkan dapat membantu meningkatkan kualitas pelayanan di bidang kesehatan, terutama dalam proses transfusi darah dan pengobatan penyakit yang terkait dengan komponen plasma darah [6]. Maka dari itu untuk meningkatkan kualitas pelayanan Kesehatan penulis bermaksud untuk mengajukan judul penelitian Pengembangan *Smart Blood Plasma Separator* Sebagai Alat Penunjang Donor Plasma Darah untuk Penanganan Gangguan Albumin pada Tubuh.

Pentingnya plasma darah dalam dunia kesehatan dapat dilihat dari permintaan yang terus meningkat dari pasien yang membutuhkan transfusi darah dan produk plasma lainnya [7]. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, donor plasma dapat digunakan sebagai terapi medis tertentu. Berikut beberapa manfaat donor plasma darah untuk kesehatan:

1. Mengatasi Gangguan Pembekuan Darah. Pasien dengan gangguan perdarahan rentan terkena gangguan pembekuan darah. Ketika terjadi cedera, pasien akan mudah mengalami perdarahan organ dalam, kerusakan organ, bahkan kematian. Donor plasma dapat bermanfaat untuk kondisi tersebut [8].
2. Terdapat lebih dari 150 gangguan defisiensi imun. Individu dengan gangguan sistem imun pada umumnya tidak berespons baik dengan antibiotik. Donor IVIG menurunkan risiko terpapar infeksi pada pasien dengan kondisi tersebut [9].
3. Mengatasi penyakit emfisema genetik. Penyakit ini merupakan penyakit keturunan yang dapat menyebabkan gangguan paru dan hati pada orang dewasa maupun anak-anak [10].

Manfaat donor plasma darah dapat dirasakan pasien tersebut.

4. Donor plasma darah dapat digunakan untuk pasien dengan gangguan albumin, seperti pada pasien luka bakar, pasien trauma, ataupun pasien yang baru melakukan tindakan operasi [11].
5. Donor plasma dapat digunakan untuk mengganti hiperimunoglobulin seperti pada pasien rabies, tetanus, pasien cuci darah, atau penerima organ donor. Selain itu, manfaat donor plasma darah adalah sebagai terapi wanita hamil yang memiliki inkompatibilitas rhesus [12].

Oleh karena itu, pengembangan teknologi dan alat yang dapat memudahkan pemisahan plasma darah dari sel darah merah menjadi hal yang sangat penting [13].

Penelitian tentang blood plasma separator sebelumnya pernah dibuat oleh peneliti yang termuat dalam jurnal Internasional bereputasi, antara lain: *Localized surface plasmon resonance (LSPR) biosensor based on thermally annealed silver nanostructures with on-chip blood-plasma separation for the detection of dengue non-structural protein NS1 antigen* [14], menggunakan metode Perancangan alat Menggunakan biosensor Localized surface plasmon resonance (LSPR) dan diannealing dalam nanostructure dengan hasil dapat mendeteksi penyakit demam berdarah dengan persentase tinggi Perancangan alat ini yang rumit dan disertai treatment annealing yang membutuhkan daya yang besar. Selanjutnya *Blood Cells Separation and Sorting Techniques of Passive Microfluidic Devices: From Fabrication to Applications* [15], Menggunakan Perancangan filter microfluidic dalam memisahkan plasma darah dan sel darah merah. Proses pemisahan dalam skala seluler dengan

ketelitian tinggi. Perancangan membrane microfluidic membutuhkan alat yang mahal dan proses pemisahan plasma darah membutuhkan waktu yang lama.

Dengan memanfaatkan teknologi sensor Optocoupler sebagai pembeda darah dengan plasma darah, diharapkan dapat menghasilkan alat pemisah plasma darah yang lebih efektif, efisien, dan hemat biaya. Selain itu, alat ini diharapkan dapat membantu meningkatkan kualitas pelayanan di bidang kesehatan, terutama dalam proses transfusi darah dan pengobatan penyakit yang terkait dengan komponen plasma darah. Maka dari itu untuk meningkatkan kualitas pelayanan Kesehatan penulis bermaksud untuk mengajukan judul penelitian “rancang Bangun Blood Plasma Separator Berbasis Arduino Uno”.

Dari tinjauan tersebut penulis bermaksud untuk merancang kembali alat Plasma *Blood Separator* dengan prinsip kerja menggunakan motor penggerak DC Gearbox dan dilengkapi dengan dua buah motor servo sebagai penjepit selang yang mana nantinya akan memudahkan user untuk memotong selang sehingga lebih efisien. Peneliti juga menggunakan baterai yang dilengkapi dengan modul charger pada alat tersebut sehingga memudahkan user untuk membawa atau menggunakan alat tersebut Ketika listrik padam atau kurangnya space stop kontak pada ruangan.

LANDASAN TEORI

Plasma Darah

Plasma darah merupakan bagian darah yang cenderung terlupakan. Padahal, peran plasma darah terhadap fungsi tubuh tidak kalah penting dibandingkan dengan sel darah merah, sel darah putih, dan trombosit. Plasma darah adalah cairan kuning jernih yang merupakan komponen penting dari darah manusia. Plasma darah mengandung berbagai macam nutrisi, hormon, protein, dan zat lain yang dibutuhkan oleh tubuh

untuk menjalankan berbagai fungsi. Selain itu, plasma darah juga mengandung faktor pembekuan darah, sehingga sangat penting dalam proses pembekuan darah yang memungkinkan tubuh menghentikan pendarahan jika terjadi luka atau cedera.

Dalam dunia kesehatan, plasma darah memiliki peran penting dalam prosedur medis, termasuk transfusi darah, terapi imunoglobulin, dan pengobatan berbagai penyakit. Plasma darah juga digunakan untuk membuat produk plasma, seperti albumin, faktor pembekuan, dan immunoglobulin.



Gambar 1.1 Plasma Darah

Blood Plasma Extractor

Blood Plasma Extractor (ekstraktor plasma darah) adalah alat yang digunakan untuk memisahkan plasma darah dari sel-sel darah merah dan sel-sel darah putih dalam sebuah sampel darah. Proses pemisahan ini dilakukan dengan meletakkan kantong darah pada penjepit kemudian petugas memberikan tekanan sehingga plasma darah dapat terekstraksi.

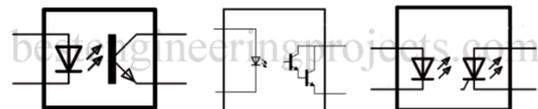


Gambar 1.2 Pemisah Plasma Darah

Pemisahan plasma darah dari sel-sel darah memiliki banyak kegunaan dalam bidang medis dan kesehatan, seperti untuk membuat plasma konvalesen sebagai terapi untuk mengobati penyakit tertentu, memproses produk darah, serta memisahkan bahan-bahan yang dibutuhkan dalam penelitian atau diagnostik medis. Blood plasma extractor dapat menjadi salah satu alat yang digunakan dalam proses pemisahan tersebut.

Optocoupler

Optocoupler atau isolator optik dirancang untuk mengisolasi satu sirkuit secara elektrik dari yang lain sambil memungkinkan satu sirkuit untuk mengontrol yang lain. Tujuan isolasi yang biasa adalah untuk melindungi dari transien tegangan tinggi, tegangan lonjakan, dan kebisingan listrik tingkat rendah yang dapat mengakibatkan output yang salah atau kerusakan pada perangkat. Isolator semacam itu memungkinkan sirkuit untuk berinteraksi dengan tingkat tegangan dan ground yang berbeda, dll.



Gambar 1.3 Optocoupler

Optocoupler atau isolator optik terdiri dari sumber cahaya seperti LED dan fotodetektor seperti fototransistor. Ketika LED bias ke depan, cahaya yang dihasilkannya ditransfer ke fototransistor ketika dihidupkan sehingga menghasilkan arus melalui beban eksternal. Coupler transistor Darlington yang digunakan ketika peningkatan kemampuan arus keluaran diperlukan di luar yang disediakan oleh keluaran fototransistor. Coupler output LASCR dapat digunakan dalam aplikasi di mana tegangan input tingkat rendah diperlukan untuk mengunci relai tegangan

tinggi untuk mengaktifkan beberapa jenis perangkat elektro-mekanis.

Motor Servo

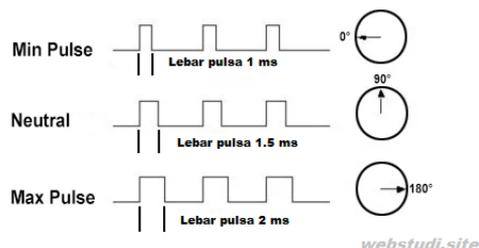
Motor Servo atau biasa juga disebut servo motor adalah motor listrik sederhana yang dikendalikan dengan menggunakan bantuan mekanisme servo. Servo motor telah ada sejak lama dan dipergunakan dalam banyak aplikasi contohnya digunakan dalam mengoperasikan robot, mobil mainan atau pesawat terbang yang dikendalikan dalam jarak jauh atau melalui radio, disamping itu motor servo juga digunakan dalam industri, farmasi, manufaktur in-line, robotika dan layanan makanan. (Author, 2020)



Gambar 1.4 Motor Servo

Servo dikontrol dengan mengirimkan pulsa listrik dengan lebar variabel, atau biasa disebut Pulse Width Modulation (PWM) melalui kabel kontrol. Ada pulsa minimum, pulsa maksimum, dan tingkat pengulangan. Motor servo biasanya hanya bisa berputar 90° ke arah mana pun dengan total gerakan 180°. Posisi netral motor didefinisikan sebagai posisi di mana servo memiliki jumlah putaran potensial yang sama di kedua arah searah jarum jam atau berlawanan arah jarum jam. PWM yang dikirim ke motor akan menentukan posisi poros, dan berdasarkan pada durasi pulsa yang dikirim melalui kabel kontrol maka rotor akan berputar ke posisi yang diinginkan. Motor servo diharuskan agar mampu melihat pulsa setiap 20 milidetik (ms), dimana panjang pulsa tersebut akan menentukan seberapa jauh motor berputar.

Contohnya, pulsa 1,5ms akan membuat motor berputar ke posisi 90°. Apabila Lebih pendek dari 1.5ms, maka motor akan bergerak berlawanan ke arah jarum jam menuju posisi 0°, dan apabila lebih dari 1.5ms akan mengubah putaran servo ke arah searah jarum jam menuju posisi 180°



Gambar 1.5 Pulsa Motor Servo

Ketika servo ini diperintahkan untuk bergerak, maka dia akan bergerak dan diam diposisi tersebut. Jika servo dipaksa untuk bergerak dari posisi diam, maka servo akan menolak bergerak diluar dari posisi tersebut. Jumlah gaya maksimum yang dapat diberikan oleh servo disebut tingkat torsi servo. Servo tidak akan diam berada pada posisi tersebut selamanya, sehingga pulsa posisi harus diulang untuk menginstruksikan servo untuk tetap dalam posisi.

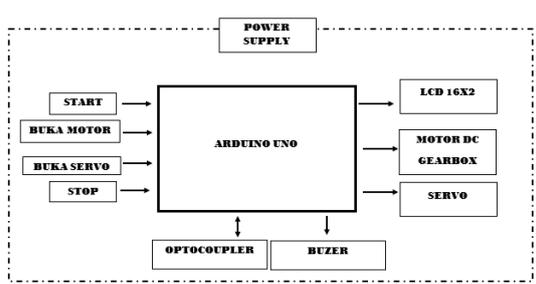
METODE PENELITIAN

Tahap Penelitian

Observasi, melakukan pengamatan langsung dengan mencari informasi mengenai gagasan atau pengetahuan sebelumnya yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan. Penelitian ini dilakukan di Stikes Semarang Jurusan D3 Elektromedik.

Studi Pustaka, studi literatur ini merupakan cara untuk menghimpun data – data atau sumber – sumber yang berhubungan dengan topik yang diangkat. Studi literatur bisa di dapat dari berbagai sumber seperti jurnal, karya ilmiah, dan buku dokumentasi.

Perancangan sistem dan pembuatan protopite alat. Perancangan dari rangkaian hardware dan software dalam membuat alat sehingga menghasilkan hasil yang sedemikian rupa. Uji Fungsi, pada tahap ini dilakukan uji fungsi terhadap alat yang telah dibuat. Analisis data, dengan cara melakukan beberapa kali pengujian alat dan juga mengambil data hasil penelitian untuk dijadikan dasar data yang akan menjadi patokan kinerja alat. Perancangan sistem adalah sebuah teknik perancangan dari alat yang akan dibuat oleh penulis mulai dari rancangan hardware (Blok Diagram) dan Software (Flowchart).

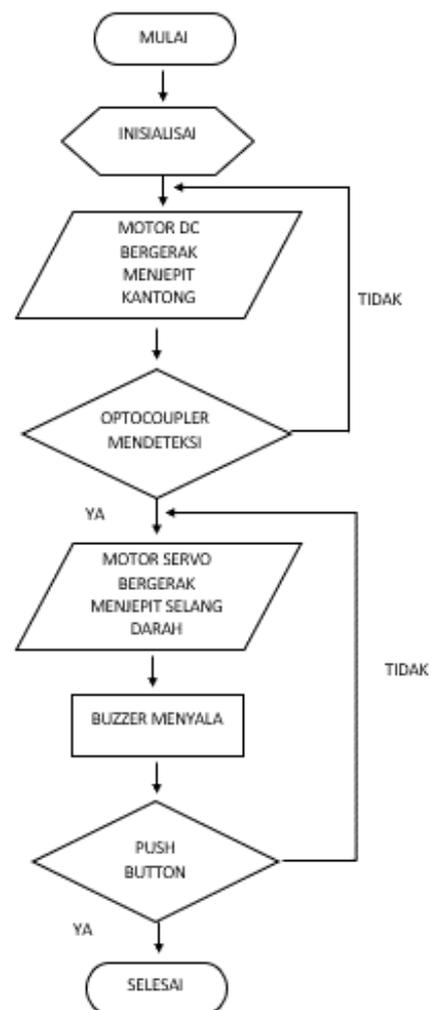


Gambar 2.1 Blok Diagram

Pada blok diagram di atas menggambarkan cara kerja dari keseluruhan rangkaian. Adapun cara kerjanya adalah, pertama ketika switch on/off ditekan maka tegangan dari baterai akan mengalir ke rangkaian. Tegangan yang berasal dari baterai yang dinaikan terlebih dahulu tegangannya menggunakan modul step up dc to dc menjadi 5 volt DC dan 12 volt DC. Pada alat ini, digunakan sebuah rangkaian yang terdiri dari sensor Optocoupler yang berfungsi sebagai detektor, apabila darah mengalir melewati sensor tersebut, maka mikrokontroler akan memberikan perintah kepada motor servo untuk menjepit selang yang telah teraliri oleh darah, dan motor DC akan membuka tekanan pada kantong darah. Selain itu, rangkaian dilengkapi dengan push button, yang berfungsi sebagai pembuka

servo (sebagai penjepit), sebagai tanda selesainya proses pemisahan antara plasma dan darah. Setelah proses pemisahan selesai, rangkaian buzzer akan memberikan suara sebagai tanda bahwa proses pemisahan telah selesai. Kemudian, pengguna dapat menekan tombol push button agar motor servo dapat dihidupkan.

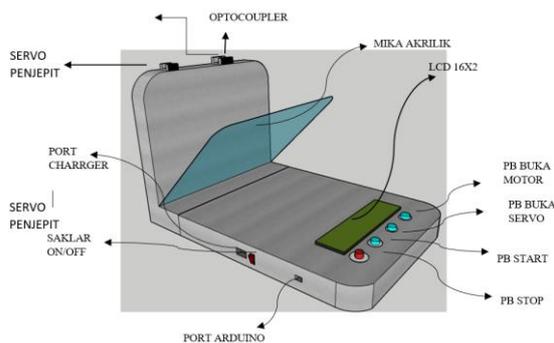
Selanjutnya pada flowchart dibawah ini merupakan penggambaran secara grafik dari Langkah-langkah atau prosedur dari suatu Bahasa pemograman. Fungsi tersebut digunakan untuk memecahkan masalah dari segmen-segmen untuk pengoperasian suatu sistem



Gambar 2.2 Rancangan Flowchart

Desain Alat

Pada perancangan data kali ini penulis akan merencanakan rangkaian dan desain pada alat yang akan dibuat pada penelitian kali ini. Peneliti membuat desain untuk menempatkan semua modul agar terhindar dari bahan-bahan yang berbahaya yang bisa menimbulkan alat menjadi tidak berfungsi. Diagram mekanis dari alat dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2.3 Rancangan Desain Alat

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini penulis menyajikan hasil penelitian, hasil pengukuran dan melakukan pendataan pada hal-hal yang sekiranya berkaitan dengan hasil keluaran dari bagian alat yang penulis buat.

Spesifikasi Alat

Berikut merupakan spesifikasi alat pada gambar 3.1

- Nama Alat : Plasma Blood Separator
- Display Alat : LCD 16x2
- Sistem Alat : Mikrokontroler Arduino
- V Input : $12 \pm 0,5$ Volt DC
- Dimensi : P = 12 cm, T = 23 cm, L = 18 cm
- Sensor : Opto-Coupler
- Motor : DC 12 V 2 RPM geared
- Motor Servo : Servo MG995



Gambar 3. 1 Blood Plasma Separator

Hasil titik pengukuran (TP1)

Pada pengukuran kali ini digunakan 9 baterai dengan keluaran tegangan sebesar 3,6 V yang disusun secara seri parallel sehingga menghasilkan tegangan total 10,8 V. Dengan rincian baterai seperti yang ditampilkan pada gambar 3.2 sebagai berikut:



Gambar 3. 2 Rangkaian Baterai

Dalam rangkaian seri, tegangan total dari baterai-baterai yang dihubungkan dalam seri akan menjadi jumlah dari tegangan masing-masing baterai. Sedangkan dalam rangkaian parallel, kapasitas total dari baterai-baterai yang dihubungkan dalam parallel akan menjadi jumlah dari kapasitas masing- masing baterai. Dalam rangkaian parallel, tegangan akan tetap dan sama pada setiap baterai, tetapi kapasitas (mAh) akan ditambahkan. Adapun keluaran satu baterai dapat dilihat pada gambar 3.3 berikut.



Gambar 3.3 Tegangan Baterai

Dalam satu rangkaian paralel memiliki tegangan 3, 6 V mengacu pada penjelasan yang telah dipaparkan sehingga hanya menghitung jumlah rangkaian seri. Sehingga dapat dihitung menggunakan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Tegangan total} = 3,6 + 3,6 + 3,6$$

$$\text{Tegangan total} = 10,8 \text{ V DC}$$

Pengukuran yang dilakukan pada tegangan baterai 10,8 V. pengukuran dilakukan menggunakan multimeter digital. Setelah melakukan pengukuran tiga kali kemudian diambil nilai rata-rata. Adapun hasil pengukuran TP1 dapat dilihat pada tabel 1 berikut.

Tabel 1 Pengukuran TP1

Data ke-	Tegangan Baterai (Volt)	Rata-rata (Volt)	Datasheet (Volt)
1	10,96		
2	10,71	10,76	10,8
3	10,63		

$$\text{Kesalahan\%} = 0,3\%$$

Untuk mengetahui nilai ketelitian dari pengukuran, maka penulis melakukan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Ketelitian\%} = 100\% - \text{Kesalahan\%}$$

$$\text{Ketelitian\%} = 100\% - 0,3\%$$

$$\text{Ketelitian} = 99,7\%$$

Data hasil pengukuran dari TP menunjukan bahwa presentase kesalahan sebesar 0,3%

dan nilai ketelitian sebesar 99,7%. Hasil tersebut didapatkan pada rumus diatas sehingga didapatkan baterai dalam kondisi baik. Analisa hasil baterai dalam kondisi baik mengacu pada datasheet baterai.

Adapun gambar pengukuran ditampilkan pada gambar 3.4 berikut



Gambar 3.4 Pengukuran Tegangan Baterai

Hasil Titik Pengukuran (TP2)

Pengukuran yang dilakukan pada tegangan output adaptor. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan multimeter digital. Pengukuran dilakukan sebanyak tiga kali untuk mengambil nilai rata-ratanya. Hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel 2 berikut.

Tabel 2 Pengukuran TP2

Data Ke-	Tegangan (Volt)	Rata-rata (Volt)	Datasheet (Volt)
1	12		
2	12,08	11,9	12
3	11,9		

$$\text{Nilai error} = 0,05\%$$

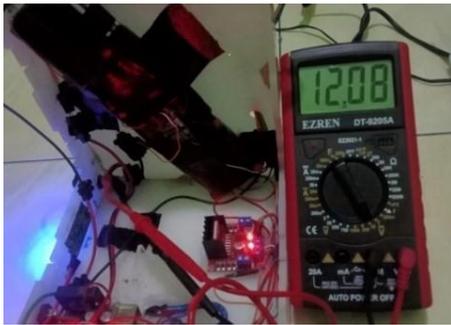
Untuk mengetahui nilai ketelitian dari pengukuran, maka penulis melakukan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Ketelitian\%} = 100\% - \text{Kesalahan\%}$$

$$\text{Ketelitian\%} = 100\% - 0,05\%$$

$$\text{Ketelitian} = 99,95\%$$

Data hasil pengukuran dari TP2 menunjukkan bahwa presentase kesalahan sebesar 0,05% dan nilai ketelitian sebesar 99,95%. Hasil tersebut didapatkan pada rumus diatas dan adaptor dalam kondisi baik. Adapun gambar pengukuran ditampilkan pada gambar 3.5 dibawah ini.



Gambar 3.5 pengukuran tegangan output adaptor

Hasil Titik Pengukuran (TP3)

Pengukuran kali ini dilakukan pada keluaran modul step-down yang dihubungkan sebagai supply rangkaian. pengukuran dilakukan sebanyak 3 kali untuk diambil nilai rata-ratanya. Adapun hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel 3 berikut.

Tabel 3 Pengukuran TP3

Data Ke-	Tegangan (Volt)	Rata-rata (Volt)	Datasheet (Volt)
1	4,7	4,83	5
2	4,89		
3	4,9		

Nilai Error = 3,4%

Dari hasil perhitungan tersebut dapat disimpulkan bahwa modul step- down dikategorikan dalam kondisi baik mengacu pada nilai ketelitian yang mana jika nilai ketelitian memiliki nilai >90% maka hasil tersebut dapat dikategorikan baik. Adapun gambar pengukuran ditampilkan pada gambar 3.6 dibawah ini.



Gambar 3.6 Pengukuran output tegangan Step-Down

Hasil Titik Pengukuran (TP4)

Pengukuran kali ini dilakukan pada keluaran modul step-up yang dihubungkan sebagai supply rangkaian motor dc gearbox. pengukuran dilakukan sebanyak 3 kali untuk diambil nilai rata-ratanya. Adapun hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4 Pengukuran TP4

Data Ke-	Tegangan (Volt)	Rata-rata (Volt)	Datasheet (Volt)
1	11,86	11,89	12
2	11,89		
3	11,93		

Nilai Error = 0,91%

Untuk mengetahui nilai ketelitian dari pengukuran, maka penulis melakukan perhitungan sebagai berikut:

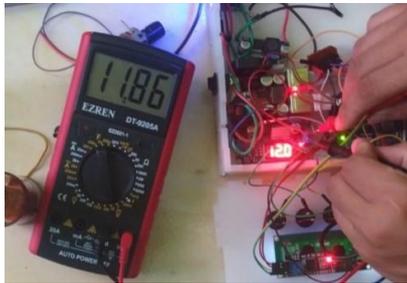
$$\text{Ketelitian\%} = 100\% - \text{Kesalahan\%}$$

$$\text{Ketelitian\%} = 100\% - 0,91\%$$

$$\text{Ketelitian} = 99,09\%$$

Data hasil pengukuran dari TP4 menunjukkan bahwa presentase kesalahan sebesar 0,91% dan nilai ketelitian sebesar 99,09%. Hasil tersebut didapatkan pada rumus diatas dan modul Step-up dikategorikan dalam kondisi baik. Adapun gambar pengukuran ditampilkan pada

gambar 3.7 dibawah ini.



Gambar 3. 7 Pengukuran Keluaran Modul Step-Up

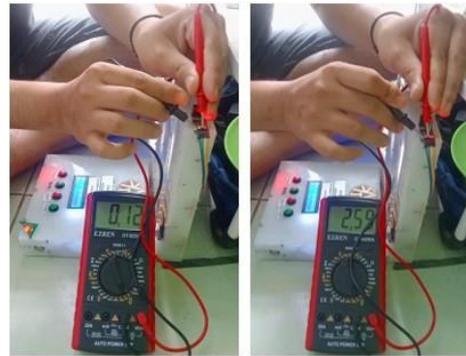
Hasil Titik Pengukuran (TP5)

Pengukuran kali ini dilakukan pada tegangan *output analog* modul sensor optocoupler. Pengukuran dilakukan sebanyak 3 kali untuk diambil nilai rata-ratanya. Hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel 5 dibawah ini.

Tabel 5 Pengukuran TP5

Data Ke-	Tegangan (Volt)	Rata-rata (Volt)	Datasheet (Volt)
1	2,59		
2	2,52	2,58	0– 5
3	2,65		

Data hasil pengukuran dari TP menunjukkan tegangan output dari sensor optocoupler masuk kategori range dari datasheet untuk memberikan sinyal kearduino, hal ini menunjukkan bahwa tegangan *output* termasuk dalam kategori baik. Adapun gambar pengukuran dapat dilihat pada gambar 3.8 (a) dan (b) di bawah.



(a) (b)

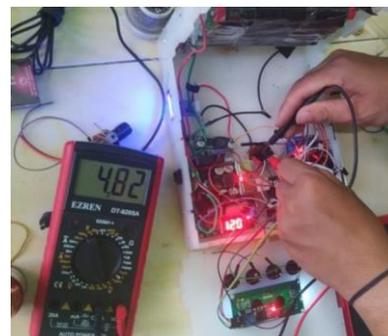
Gambar 3. 8 (a) sebelum diberi halangan (b) sesudah diberi halangan

Pengukuran kali ini dilakukan pada tegangan *input motor servo*. Pengukuran dilakukan sebanyak 3 kali untuk diambil nilai rata-ratanya. Hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel 6 dibawah ini.

Tabel 6 Pengukuran TP6

Data Ke-	Tegangan (Volt)	Rata-rata (Volt)	Datasheet (Volt)
1	4,82		
2	4,93	4,85	4,8– 7,2
3	4,8		

Data hasil pengukura dari TP6 menunjukkan tegangan input dari masuk kategori *range* dari *datasheet*, hal ini menunjukkan bahwa tegangan input termasuk dalam kategori baik. Adapun gambar pengukuran dapat dilihat pada gambar 3.9 di bawah ini.



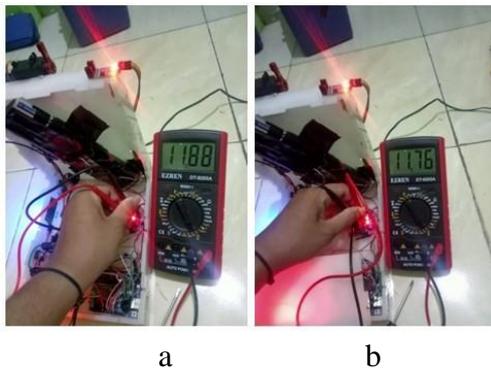
Gambar 3. 9 Pengukuran input motor servo

Pada pengukuran kali ini dilakukan pada *output driver* motor L298N. Pengukuran dilakukan sebanyak 3 kali untuk diambil nilai rata-ratanya. Hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel 7 berikut.

Tabel 7 Tabel Pengukuran TP7

Data Ke-	Tegangan (Volt)	Rata-rata (Volt)	Datasheet (Volt)
1	11,86	11,87	$2,3 \leq V_{in} \leq V_{ss}$
2	11,88		
3	11,98		

Data hasil pengukuran dari TP8 menunjukkan tegangan input dari *power supply* masuk kategori *range* dari *datasheet*, hal ini menunjukkan bahwa tegangan output termasuk dalam kategori baik. Adapun gambar pengukuran dapat dilihat pada gambar 3. 10 (a) dan (b) di bawah ini.



Gambar 3. 10 (a) *Input driver* (b) *output driver*

Setelah dilakukannya pengukuran pada seluruh titik pengukuran penulis mengambil kesimpulan bahwa alat dalam kondisi baik terbukti dengan hasil pengukuran sesuai dengan keterangan yang ada pada *datasheet* dan persentase kesalahan yang kecil dengan nilai < 5% dan nilai ketelitian yang tinggi dengan nilai >90%. Setelah melalui proses perancangan, penulis kemudian menguji alat dengan menggunakan sampel yang dibuat oleh penulis sendiri. Adapun rincian pengujian sebagai berikut.

a. Pengujian pergerakan menutup penjepit atau menjepit.

Adapun pergerakan motor ketika ditekan tombol tutup adalah pergerakan yang diprogram dengan memberikan perintah kepada motor untuk dapat bergerak ke kanan secara perlahan sampai sensor membaca halangan atau tombol *stop* ditekan maka motor akan berhenti. Gambar pengambilan uji fungsi dapat dilihat pada gambar 3. 11 berikut.



Gambar 3. 11 Pengujian tombol tutup

b. Pengujian pergerakan membuka penjepit.

Pergerakan motor ketika tombol buka ditekan adalah pergerakan yang diprogram dengan memberikan perintah kepada motor untuk dapat bergerak ke kiri selama 6 detik lalu motor akan berhenti. Gambar pengambilan uji fungsi dapat dilihat pada gambar 3.12.



Gambar 3. 12 Pengujian tombol buka

c. Pengujian tombol *stop*

Tombol *stop* berfungsi untuk menghentikan pergerakan motor ke kanan atau ke kiri. Gambar pengambilan uji fungsi dapat dilihat pada gambar 3. 13.



Gambar 3. 13 Pengujian tombol *stop*

d. Pengujian tombol *servo*

Tombol *servo* berfungsi untuk membuka atau menutup *servo*. Derajat ketika membuka adalah 0 dan derajat ketika menutup adalah 95. Gambar pengambilan uji fungsi dapat dilihat pada gambar 3.14 berikut.



Gambar 3. 14 Pengujian tombol *servo*

e. Pengujian sensor optocoupler

Sensor optocoupler berfungsi untuk membaca halangan yang melewatinya. Dalam hal ini sensor optocoupler difungsikan untuk mendeteksi darah. Ketika darah melewati sensor optocoupler maka mikrokontroler memerintahkan motor

untuk berhenti, *servo* untuk menutup dan *buzzer* untuk berbunyi. Gambar pengambilan uji fungsi dapat dilihat pada gambar 3.15 berikut.



Gambar 3. 15 Pengujian sensor optocoupler

f. Uji estimasi waktu pemisahan plasma darah

Pengujian kali ini yaitu mengukur waktu yang dibutuhkan alat *plasma Blood Separator* untuk dapat memisahkan plasma dan darah. Pengujian waktu dilakukan dengan menggunakan *stopwatch*. Pada pengujian kali ini penulis menggunakan kantung darah yang berukuran 350 ml untuk dilakukan pengujian. Adapun pengujian dapat dilihat pada tabel 8 dan gambar 3.16 berikut.



Gambar 3. 16 Uji estimasi pemisahan

Tabel 8 Waktu pengujian

No	sampel	Variasi Panjang Selang	waktu
1	Sample 1	38 cm	1,16 menit
2	Sample 2	52 cm	2,17 menit
3	Sample 3	71 cm	3,4 menit

Semua fungsi dapat bekerja dengan baik, mulai dari tombol control hingga pembacaan sensor. Pada pengujian lainnya juga dilakukan uji estimasi waktu dengan menggunakan selang yang divariasikan panjangnya. Didapatkan hasil pada tabel 8 dengan menunjukkan hasil semakin Panjang jarak titik antara kantung darah dengan sensor maka semakin banyak juga waktu yang dibutuhkan untuk memisahkan plasma darah.

KESIMPULAN

Setelah melakukan pengujian pada alat Plasma *Blood Separator* Berbasis Arduino Uno semua fungsi dapat bekerja dengan baik dengan menunjukkan hasil pada tiga kali percobaan yang divariasikan Panjang selangnya. Panjang selang yang divariasikan adalah 38 cm, 52 cm, 71 cm. Adapun estimasi waktu pemisahan adalah 1,16 menit, 2,17 menit dan 3,4 menit. Pada hasil pengukuran tegangan alat hasil pengukuran didapatkan dengan presentase kesalahan yang kecil dengan nilai < 5% dan nilai ketelitian yang tinggi dengan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] P. A. Wahidiyat and N. B. Adnani, "Transfusi Rasional pada Anak," *SP*, vol. 18, no. 4, p. 325, Mar. 2017, doi: 10.14238/sp18.4.2016.325-31.

[2] M. Hatta and A. Fauziah Fitri, "Sistem Prediksi Persediaan Stok Darah Dengan Metode Least Square Pada Unit Transfusi Darah Studi Kasus PMI Kota Cirebon," *JIKOM*, vol. 6, no. 1,

pp. 41–45, Apr. 2020, doi: 10.35329/jiik.v6i1.130.

[3] D. Puspita, K. P. A. Nugroho, and N. K. K. Sari, "Dukungan Perawat Dan Keluarga Dalam Pemberian Asupan Nutrisi Cairan Pada Pasien Penderita Demam Berdarah Di Rumah Sakit Paru Dr. Ario Wirawan, SALATIGA," *KesMaDaSka*, pp. 39–47, Jan. 2018, doi: 10.34035/jk.v9i1.258.

[4] S. Ulina, M. A. Primasyukra, and H. Situmorang, "Sosialisasi Dan Simulasi Kecepatan Putaran Pada Centrifuge Bebas Arduinonatmega 328p," vol. 4, no. 2, 2023.

[5] A. Rosida, "Pemeriksaan Laboratorium Penyakit Hati," *J. Berk. Ked*, vol. 12, no. 1, p. 123, May 2016, doi: 10.20527/jbk.v12i1.364.

[6] Y. M. Nancy and D. Sumanti, "Latar Belakang Penyakit pada Penggunaan Transfusi Komponen Darah pada Anak," *SP*, vol. 13, no. 3, p. 159, Nov. 2016, doi: 10.14238/sp13.3.2011.159-64.

[7] G. Widjaja and M. Efiyanti, "Transfusi, Sel Punca, Dan Transplantasi Organ Dalam Hukum Kesehatan Masyarakat," vol. 3, no. 2, 2020.

[8] D. Purnaning and S. A. E. John, "Neglected Open Fracture Distal Phalanx Of The Right Hand In Hemophilic Patient," 2023.

[9] I. M. Yusup, "Plasma Exchange (PE) sebagai Pilihan Pertama Terapi pada Krisis Myasthenia dengan Hemodinamik Stabil," vol. 37, 2019.

[10] D. Oktaria and M. S. Ningrum, "Pengaruh Merokok dan Defisiensi Alfa-1 Antitripsin terhadap Progresivitas Penyakit Paru Obstruktif Kronis (PPOK) dan Emfisema".

[11] "Zainuddin et al. - *Managemen Laboratorium.pdf*."

[12] Puspitasari and A. Aliviameita, *Buku Ajar Mata Kuliah Imunohematologi*. Umsida Press, 2020. doi: 10.21070/2020/978-623-6833-44-5.

- [13] G. A. Putra and E. M. Hidayat, "Dampak Penundaan Pemisahan Serum Dari Sel Darah Terhadap Hasil Pemeriksaan Kadar Glukosa Darah Dengan Metode Heksokinase," vol. 23, 2012.
- [14] P. P. Austin Suthanthiraraj and A. K. Sen, "Localized surface plasmon resonance (LSPR) biosensor based on thermally annealed silver nanostructures with on-chip blood-plasma separation for the detection of dengue non-structural protein NS1 antigen," *Biosensors and Bioelectronics*, vol. 132, pp. 38–46, May 2019, doi: 10.1016/j.bios.2019.02.036.
- [15] S. O. Catarino, R. O. Rodrigues, D. Pinho, J. M. Miranda, G. Minas, and R. Lima, "Blood Cells Separation and Sorting Techniques of Passive Microfluidic Devices: From Fabrication to Applications," *Micromachines*, vol. 10, no. 9, p. 593, Sep. 2019, doi: 10.3390/mi10090593.