

PENGEMBANGAN SISTEM IOT ALAT DETEKSI GOLONGAN DARAH DAN RHESUS MANUSIA BERBASIS ANDROID DENGAN FITUR PENYIMPANAN DATA PENDONOR

Ita Mubarakah, S.T., M.T.^{1*}, Thia Anissa, S.Pd., M.Eng.², Gita Rohmawaty³, Ibnu
Musyarof⁴

^{1,2} Teknik Elektro, Kampus Serang, Universitas Pamulang

^{3,4} Sistem Komputer, Kampus Serang, Universitas Pamulang

*E-mail: dosen03027@unpam.ac.id

ABSTRAK

Penggolongan darah berdasarkan antigen dan faktor Rhesus sangat penting dalam proses transfusi darah. Golongan darah manusia terbagi menjadi A, B, O, dan AB, sedangkan faktor Rhesus (Rh) mengelompokkan darah menjadi Rh positif dan Rh negatif. Proses donor darah memerlukan kecocokan golongan darah dan Rhesus antara pendonor dan penerima untuk menghindari risiko komplikasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem IoT yang dapat mendeteksi golongan darah dan faktor Rhesus secara otomatis, serta memberikan informasi kecocokan donor darah. Sistem ini juga dilengkapi dengan aplikasi Android yang memfasilitasi penyimpanan data pendonor dan memudahkan akses informasi. Pada sistem ini, sampel darah dicampur dengan antisera pada kaca preparat. LED digunakan sebagai transmitter cahaya, sementara sensor LDR berfungsi sebagai receiver yang mendeteksi aglutinasi berdasarkan perubahan intensitas cahaya. Tegangan yang dihasilkan diproses oleh Arduino Uno, dan hasilnya ditampilkan di layar LCD serta dikirimkan ke aplikasi Android melalui NodeMCU ESP8266 menggunakan koneksi internet. Data pendonor secara otomatis disimpan dan dapat diakses melalui aplikasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini mampu mendeteksi berbagai golongan darah (A+, B+, O+, AB+, A-, B-, O-, AB-) dengan akurasi 95%. Sistem juga berhasil menampilkan dan menyimpan data pendonor dengan akurat dan real-time, sepenuhnya memenuhi konsep *Internet of Things* (IoT).

Keywords : Golongan Darah, Internet of Things, Aplikasi Android, Penyimpanan Data Pendonor.

ABSTRACT

Blood classification based on antigens and the Rhesus (Rh) factor is critically important in the blood transfusion process. Human blood is categorized into four main types: A, B, O, and AB, while the Rhesus factor further classifies blood as either Rh-positive or Rh-negative. In blood donation, compatibility between the donor's and recipient's blood types and Rh factors is essential to prevent potential complications. This study aims to develop an IoT-based system capable of automatically detecting blood type and Rhesus factor, while also providing donor compatibility information. The system is integrated with an Android application that facilitates the storage of donor data and provides easy access to relevant information. In this system, blood samples are mixed with antisera on a glass slide. An LED functions as the light transmitter, while a Light Dependent Resistor (LDR) sensor acts as the receiver, detecting agglutination by measuring changes in light intensity. The resulting voltage is processed by an Arduino Uno microcontroller, with the output displayed on an LCD screen and transmitted to the Android application via a NodeMCU ESP8266 using an internet connection. Donor data is automatically stored and can be accessed through the application. Testing results demonstrate that the system can accurately detect various blood types (A+, B+, O+, AB+, A-, B-, O-, AB-) with an accuracy rate of 95%. The system also successfully displays and stores donor data accurately and in real time, fully aligning with the principles of the Internet of Things (IoT).

Keywords : Blood Type, Internet of Things, Android Application, Donor Data Storage.

PENDAHULUAN

Darah merupakan cairan biologis yang sangat penting bagi tubuh manusia. Darah berperan dalam berbagai fungsi kritis seperti pertahanan tubuh, regulasi suhu, serta transportasi oksigen dan nutrisi ke seluruh tubuh. Darah dikelompokkan menjadi empat golongan utama (Sistem ABO): A, B, O, dan AB. Selain itu, berdasarkan faktor Rhesus (Rh) dikelompokkan menjadi 2 golongan : Rh positif (Rh+) dan Rh negatif (Rh-). Penggolongan darah berdasarkan kedua sistem tersebut sangat krusial, terutama untuk proses transfusi darah.

Sampai saat ini, proses pengecekan golongan darah dan Rhesus masih dilakukan secara manual oleh petugas medis dengan mengandalkan kemampuan visual penguji. Dimana keakurasian pembacaan golongan darah sangat dipengaruhi oleh kelelahan. Cara ini kurang efisien ketika dihadapkan pada pengujian sampel darah dalam jumlah besar. Karena berpotensi terjadi kesalahan deteksi sehingga membahayakan penerima darah akibat penggumpalan darah sehingga berisiko menimbulkan kondisi fatal bagi penerima. Oleh karena itu, kecocokan golongan darah antara pendonor dan penerima harus terjamin untuk menghindari komplikasi medis yang dapat menyebabkan kematian.

Masalah lainnya adalah kurangnya penyimpanan data pendonor dalam pengujian manual. Setiap kali seseorang mendonorkan darah, pengujian ulang harus dilakukan, yang memakan waktu dan tidak efektif, terutama dalam kondisi darurat. Oleh karena itu, sistem otomasi sangat diperlukan untuk mempercepat, mempermudah, dan meningkatkan keakuratan proses deteksi golongan darah serta penyimpanan data pendonor. Beberapa penelitian sebelumnya telah berupaya mengembangkan sistem otomasi dalam deteksi golongan darah diantaranya.

Hendrawati dan Hasanudin (2022) mengembangkan prototipe alat deteksi golongan darah dan faktor Rhesus berbasis IoT. Alat ini mengintegrasikan mikrokontroler dengan fitur penyimpanan data yang dapat diakses secara daring melalui *server cloud*. Implementasi sistem ini memungkinkan pemantauan data donor secara *real-time* oleh rumah sakit dan pusat donor darah, serta mendukung integrasi dengan aplikasi berbasis Android.

Selain itu, Vicnesh et al. (2021) menyatakan bahwa IoT memiliki potensi besar dalam meningkatkan efisiensi dan aksesibilitas data kesehatan melalui integrasi sistem sensor dan perangkat pintar. Meskipun fokus penelitian mereka adalah pelacakan kontak dan prediksi COVID-19, konsep yang digunakan dapat diterapkan dalam pengembangan alat kesehatan lainnya, seperti sistem otomatis untuk deteksi golongan darah.

Penelitian oleh Magar et al. (2022) memberikan wawasan tentang distribusi golongan darah ABO dan Rhesus di sebuah rumah sakit di wilayah pegunungan Nepal. Informasi ini sangat penting dalam menjaga ketersediaan stok darah yang sesuai dengan kebutuhan. Dengan mengintegrasikan data pendonor ke dalam sistem berbasis IoT dan aplikasi Android, pencarian pendonor dengan golongan darah yang sesuai dapat dilakukan dengan lebih cepat dan efisien.

Studi yang dilakukan oleh Ojeka et al. (2021) mengaitkan golongan darah dengan risiko hipertensi. Hasil penelitian tersebut menekankan pentingnya data akurat terkait golongan darah untuk mendukung proses diagnosis dan perawatan yang lebih tepat. Oleh karena itu, sistem penyimpanan data terpusat yang dapat diakses melalui aplikasi berperan penting dalam manajemen pasien dengan kondisi medis tertentu.

Wenah-Emmanuel et al. (2021) meneliti frekuensi genetik dari golongan darah ABO dan Rhesus di Rivers State, Nigeria. Data semacam ini dibutuhkan untuk memastikan kecocokan donor dan penerima guna mengurangi risiko reaksi transfusi. Penggunaan teknologi IoT dalam penyimpanan dan pengelolaan data pendonor akan mempermudah rumah sakit dalam menemukan donor yang sesuai serta meminimalkan kemungkinan kesalahan.

Mahmood, Jameel, Yaseen, dan Mohammed (2023) mengembangkan sistem determinasi golongan darah berbasis antarmuka GUI dari MATLAB. Proses klasifikasi dilakukan dengan menggunakan sampel Rh dari 125 relawan. Hasil pengujian menunjukkan akurasi sebesar 99,2% dengan waktu deteksi rata-rata sekitar 1,5 detik, yang menunjukkan potensi signifikan dari sistem ini untuk diterapkan dalam dunia medis.

Untuk meningkatkan sistem yang sudah ada, penelitian ini akan mengintegrasikan IoT untuk mempermudah pengelolaan dan penyimpanan data golongan darah dan rhesus. Alat yang dirancang menggunakan kombinasi sistem deteksi golongan darah ABO dan Rhesus dengan pendekatan elektronik otomatis, yang terhubung langsung ke aplikasi Android sebagai antarmuka pengguna. Sistem ini menggunakan LED sebagai pemancar cahaya dan LDR sebagai penerima, yang mendeteksi perubahan intensitas cahaya berdasarkan aglutinasi darah setelah diberi antisera. Sensor ini mampu membaca kepekatan warna dari reaksi tersebut dan menghasilkan data berupa tegangan yang kemudian diproses oleh Arduino Uno.

Data dari sensor diteruskan ke aplikasi Android melalui NodeMCU ESP8266, yang berfungsi sebagai modul Wi-Fi untuk menghubungkan sistem dengan internet, menggunakan platform web server ThingSpeak sebagai perantara. Hasil dari pengujian golongan darah dan Rhesus akan langsung ditampilkan di aplikasi Android dan disimpan secara otomatis dalam database yang dapat diakses kapan saja, termasuk dalam situasi darurat. Data yang disimpan akan berguna untuk referensi di masa depan, baik bagi pendonor maupun penerima darah yang membutuhkan informasi kecocokan donor darah.

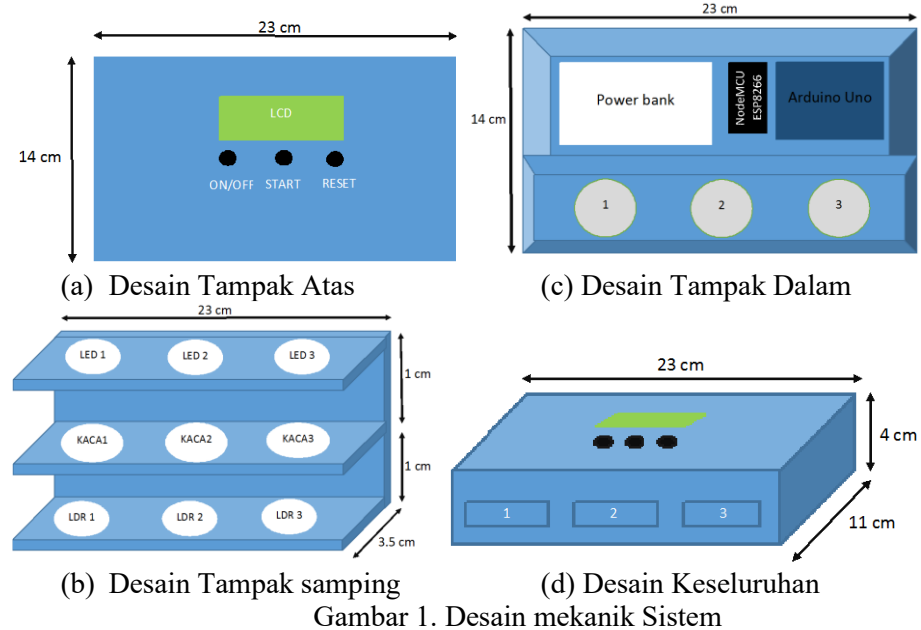
Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem otomatisasi deteksi golongan darah dan Rhesus yang tidak hanya mampu mendeteksi secara akurat dan cepat, tetapi juga menyimpan data pendonor untuk digunakan kembali di masa mendatang. Sistem ini diharapkan dapat memberikan solusi yang lebih efisien dan aman dalam proses transfusi darah, serta memenuhi kebutuhan digitalisasi di bidang kesehatan melalui integrasi IoT.

METODE

Untuk menciptakan suatu sistem sesuai dengan tujuan yang diinginkan. Maka perlu dipastikan terlebih dahulu desain dan spesifikasi sistem yang ingin dibuat. Hal ini bertujuan untuk mengetahui gambaran alat dan memastikan bahwa alat yang akan dibuat sesuai dengan kebutuhan. Berikut ini merupakan desain dan spesifikasi sistem dari alat yang akan dibuat.

1. Desain mekanik

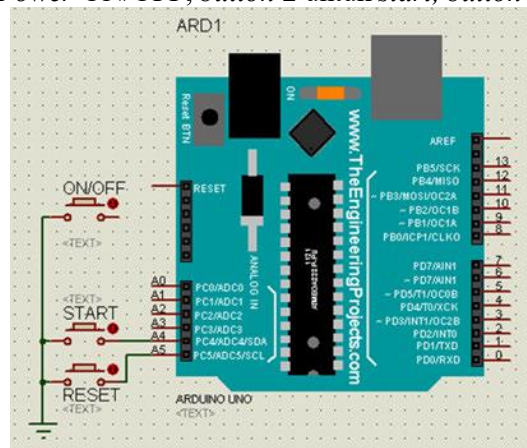
Sistem ini dibuat dalam bentuk *box*, menggunakan *achrylic* sebagai bahan utama rangka. Sistem ini didesain dengan bentuk tidak terlalu besar dan ringan sehingga tidak memberatkan saat dipindahkan. Adapun komponen-komponen dipasang pada rangka *box achrylic* sesuai dengan penempatan yang telah ditentukan. Desain mekanik sistem ini ditunjukkan pada gambar 1 berikut.



Gambar 1. Desain mekanik Sistem

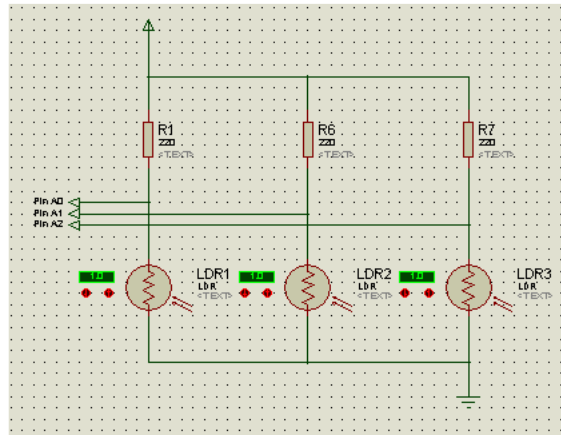
2. Desain elektronik

Dilakukan dengan menggunakan *software Proteus* dan *Fritzing* untuk mensimulasikan dan menghubungkan komponen-komponen elektronika yang digunakan dalam sistem ini. Terdapat beberapa sub-desain, yaitu: rangkaian tombol ON/OFF, Start dan Reset pada gambar 2. Terdiri dari 3 *push button*, *button 1* untuk Power ON/OFF, *button 2* untuk start, *button 3* untuk Reset.



Gambar 2. Button ON/OFF, Start dan Reset

Rangkaian sensor LDR, merupakan rangkaian utama untuk pengambilan data. Terdiri dari 3 buah sensor LDR dengan rangkaian pembagi tegangan 3 buah resistor masing-masing 220 ohm. Desain rangkaian ditunjukkan pada gambar 3 berikut.



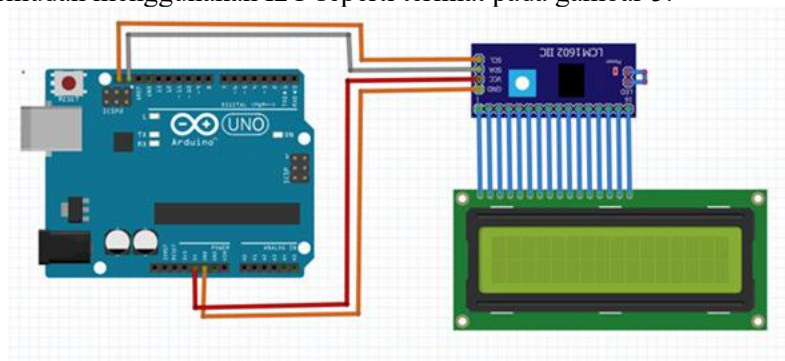
Gambar 3. Rangkaian Sensor LDR

Rangkaian LED, merupakan rangkaian yang dirancang untuk menghasilkan sumber cahaya dengan menggunakan 3 buah LED ukuran 3 buah resistor masing-masing 330 ohm Desain rangkaian ditunjukkan pada gambar 4 berikut.



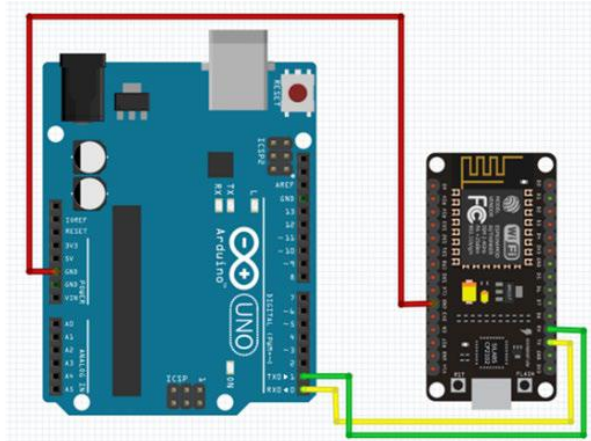
Gambar 4. Rangkaian LED

Rangkaian LCD, merupakan konfigurasi kaki LCD 16X2 dengan Arduino Uno dipermudah menggunakan I2C seperti terlihat pada gambar 5.



Gambar 5. Rangkaian LCD

Rangkaian mikrokontroler, merupakan rangkaian untuk mengolah data dari sensor, kemudian ditampilkan pada LCD 16x2 dan aplikasi pada *smartphone Android*. Gambar 6 menunjukkan konfigurasi Pin Modul WiFi ESP8266 pada Arduino Uno, keduanya saling terhubung melalui pin TX dan RX serta *ground* masing-masing supaya dapat saling mengirim data secara serial.



Gambar 6. Konfigurasi Modul WiFi ESP8266 Pada Arduino Uno

3. Desain aplikasi android

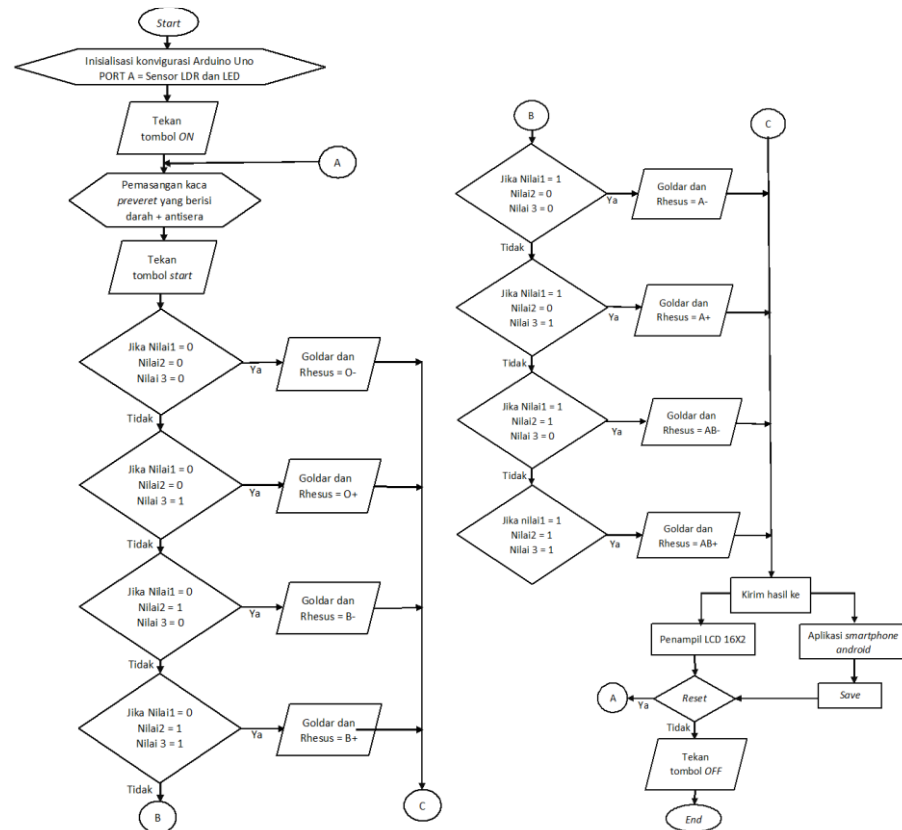
Desain aplikasi pada *Smartphone Android* yang akan digunakan sebagai *interface* sistem ini dirancang menggunakan aplikasi berbasis *web* yaitu MIT App Inventor yang diharuskan menggunakan koneksi internet untuk mengaksesnya. Desain aplikasi ini terdiri dari 2 *screen* yang memiliki desain dan fungsi masing-masing seperti ditunjukkan pada gambar 7 berikut ini. screen 1 menunjukkan tampilan isian pendonor. Screen 2 menampilkan informasi hasil deteksi dan kecocokan donor darah yang telah teridentifikasi dengan golongan darah dan rhesus orang lain yang memungkinkan untuk dilakukan donor darah atau transfusi darah. Selanjutnya data akan disimpan dalam format *Excel* atau *.csv*.

<div>Isi Data Pendonor</div> <div> Tanggal : Nama : Umur : Jenis Kelamin : Alamat : Telp/Hp : </div> <div>Save</div>	<div>Hasil Deteksi</div> <div> Tanggal : Nama : Umur : Jenis Kelamin : Alamat : Telp/Hp : </div> <div>Golongan Darah dan Rhesus Anda Adalah:</div> <div>Kecocokan Donor Darah Anda:</div> <div> 1. Mendonor ke : 2. Menerima dari : </div> <div> Check Hasil Done Logout </div>
---	---

Gambar 7. Desain Aplikasi Screen 1 &2

4. Perancangan *software*

Merupakan tahap pembuatan program yang berfungsi untuk menjalankan sistem supaya sesuai dengan tujuan. Dengan menggunakan aplikasi Arduino IDE untuk membuat *Script* program berbahasa C, gambar 8 berikut menunjukkan flowchart programnya.



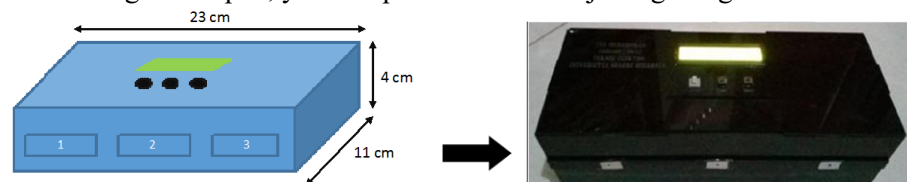
Gambar 8. Flowchart program sistem

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengembangan sistem IoT alat deteksi golongan darah dan rhesus manusia berbasis sndroid dengan fitur penyimpanan data pendonor otomatis telah berhasil dibua. Terdiri dari 2 bagian yaitu perangkat keras dan perangkat lunak. Kedua bagian ini saling berhubungan dan dapat saling mempengaruhi satu sama lain. Adapun hasil dari perancangan sistem ini yaitu:

1. Hasil realisasi hardware (mekanik dan elektronik)

Gambar 9 berikut menunjukkan bahwa alat telah berhasil dibuat sesuai dengan desain dan spesifikasi perancangan sebelumnya. Alat dapat bekerja dengan sesuai dengan harapan, yakni dapat mendeteksi 4 jenis golongan darah

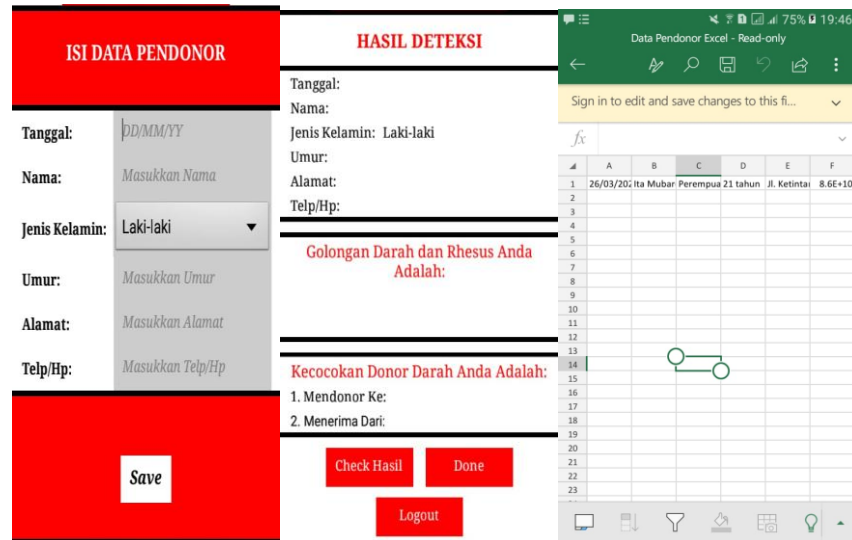


Gambar 9. Hasil realisasi alat deteksi golongan Darah

2. Hasil realisasi *software* (Aplikasi dan Penyimpanan Data)

Gambar 10 menunjukkan hasil reaslisasi desain perancangan aplikasi android menjadi sebuah aplikasi deteksi golongan darah. Aplikasi dapat berjalan dengan baik sesuai dengan kebutuhan, yakni untuk menampilkan hasil deteksi, memberikan informasi kecocokan donor darah, serta menyimpan informasi pendonor/pengguna dalam format excel yg dapat disimpan atau didownload di

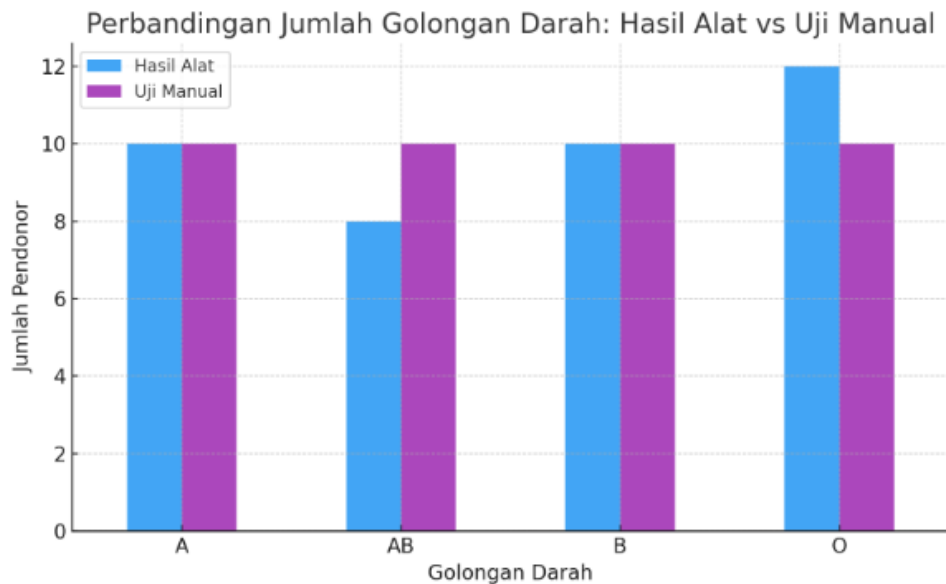
smartphone pengguna.



Gambar 10. Hasil realisasi Aplikasi Android

3. Pembahasan

Untuk memastikan fungsi dari masing-masing sistem ini dapat berjalan dengan baik, maka perlu dilakukan pengujian. Pengujian dilakukan dengan mengambil data sampel darah dari 20 orang pendonor masing-masing sebanyak 2 kali. Masing-masing data diuji secara manual dan menggunakan alat untuk mengetahui keakuratan alat dalam mendeteksi golongan darah manusia. Adapun hasil dari pengambilan data disajikan seperti pada gambar berikut.



Gambar 10. Pengujian Deteksi Golongan Darah

Berdasarkan data tersebut dapat ditentukan nilai akurasi dari sistem dalam mendeteksi golongan darah serta *rhesus* manusia dengan menggunakan metode *confusion matrix*. Adapun tabel *confusion matrix* pada penelitian ini ditunjukkan pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Perhitungan Confusion Matrix

		Nilai yang sebenarnya	
		True	False
Nilai Prediksi	True	TP=38	FP=0
	False	FN=2	TN=0

Untuk menghitung nilai akurasi sistem serta alat berdasarkan hasil data pada tabel 1, menggunakan rumus akurasi seperti pada persamaan berikut:

$$Akurasi = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN}$$

Sehingga dapat dihitung besarnya nilai akurasi sistem sebagai berikut:

$$Akurasi = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN}$$

$$Akurasi = \frac{38 + 0}{38 + 0 + 0 + 2}$$

$$Akurasi = \frac{38}{40}$$

$$Akurasi = 0.95 = 95\%$$

Dengan demikian, berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan dapat diketahui nilai akurasi deteksi sebesar 95 %

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Penelitian ini telah berhasil membuat dan mengembangkan sistem deteksi golongan darah ABO dan faktor Rhesus otomatis yang terintegrasi dengan IoT secara *real time*.
2. Hasil deteksi tidak hanya ditampilkan pada alat, tetapi juga disimpan otomatis di platform ThingSpeak sebagai database daring yang dapat diakses kapan saja, termasuk dalam situasi darurat melalui aplikasi android.
3. Sistem ini memberikan solusi inovatif dalam pengelolaan data donor darah supaya lebih efisien dalam pencocokan antara pendonor dan penerima dan mendorong digitalisasi layanan kesehatan secara menyeluruh dengan akurasi deteksi sebesar 95%.

Adapun saran untuk penelitian selanjutnya, sistem dapat diintegrasikan dengan metode *artificial Intelligence* (AI) untuk mendeteksi kandungan lain dalam darah serta indikasi penyakit tertentu berdasarkan analisis sampel darah, guna memperluas fungsi alat dalam bidang diagnostik medis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan berkontribusi sehingga penelitian ini dapat terlaksana.

DAFTAR PUSTAKA

- Hendrawati, T. D., & Hasanudin, I. (2022). Human blood group and rhesus detection tool prototype design based on IoT. *Elinvo (Electronics, Informatics, and Vocational Education)*, 7(1), 10–18. <https://doi.org/10.21831/elinvo.v7i1.45057>
- Hermawan, A., Mubarakah, I., & Baskoro, F. (2020). Blood donor matching information systems and determining tools for blood cluster and human Rhesus based on IoT. <https://doi.org/10.2991/aer.k.201124.019>
- Vicnesh, J., Sudarshan, V. K., Oh, S. L., Gururajan, R., Zhou, X., & Acharya, U. R. (2021). Future IoT tools for COVID-19 contact tracing and prediction: A review of the state-of-the-science. *International Journal of Imaging Systems and Technology*, 31(2), 455–471. <https://doi.org/10.1002/ima.22552>
- Ojeka, S. O., Dapper, D. V., & Egbejimi, A. M. (2021). Influence of ABO and Rhesus blood group on blood pressure and hypertension in Bayelsa State. *Asian Journal of Research in Medical and Pharmaceutical Sciences*, 10(1), 33–40. <https://doi.org/10.9734/ajrimps/2021/v10i130156>
- Wenah-Emmanuel, J. E., Eze, E. M., Nwachuku, E. O., Wenah, E., & Jeremiah, Z. A. (2021). Assessment of gene frequencies of human platelet alloantigens in Rivers State, Nigeria based on ABO/Rhesus blood groups distribution. *International Blood Research & Reviews*, 12(3), 23–31. <https://doi.org/10.9734/ibrr/2021/v12i330152>
- Magar, B. P., Oli, J. B., Adhikari, S., Rana, E., & Pun, D. B. (2022). Distribution of ABO and Rhesus blood groups among the blood donors in a teaching hospital of hilly region, Nepal: A cross-sectional study. *MedS Alliance Journal of Medicine and Medical Sciences*, 2(4), 77–80. <https://doi.org/10.3126/mjmms.v2i4.53679>
- Turakit, S., Auepphanwiriyaikul, S., & Theraa-Umpon, N. (2024). Plasmodium vivax in thin blood smear classification using fuzzy inference system with automatic membership functions and rules generation. In 1st International Conference of Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology (ECTI-CON). IEEE.
- Nalla, P., Sonbhadra, S. K., Syafrullah, M., Pun, N. S., Singh, N., Agarwal, S., & Adiyarta, K. (2021). White blood cell subtype detection and classification. In 8th International Conference on Electrical Engineering, Computer Science and Informatics (EECSI). IEEE.
- Mahmood, M. F., Jameel, H. F., Yaseen, S. M., & Mohammed, S. L. (2023). Determination of blood groups based on GUI of MATLAB. In 5th International Conference of Electrical, Computer and Communication Technology (ICEOCT). IEEE.

Paz-Soto, Y., Herold-Garcia, S., Fernandes, L. A. F., & Diaz-Matos, S. (2023). In 33rd SIBGRAPI Conference on Graphics, Patterns and Images. IEEE.

Sangeetha, M., Arokiaraj, R. M., Tamizarasu, K., Sudha, K., Devi, R. M., & Kumar, K. (2023). An automated multi-level convolutional neural network approach for classification of white blood cells. In 4th International Conference on Computing Communication and Networking Technologies (ICCCNT). IEEE.

Ridoy, A. R. M., & Islam, R. M. (2020). An automated approach to white blood cell classification using a lightweight convolutional neural network. In 2nd International Conference on Advanced Information and Communication Technology (ICAICT). IEEE.

<https://www.labcenter.com/>

<https://fritzing.org/>