

KLASIFIKASI GOLONGAN DARAH BERBASIS ARDUINO

Muhammad Iqbal Naufal^{1*}, Didik Aribowo², Desmira³

^{1,2,3}Pendidikan Vokasional Teknik Elektro, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Jl.Raya Palka Km.3 Sindangsari, Serang, Banten.

Keywords:

Arduino Uno, Klasifikasi Golongan Darah, Sensor Cahaya, Aglutinasi, Akurasi Sistem.

Correspondent Email:

naufaliqbal329@gmail.com

Abstrak. Penelitian ini dilatarbelakangi oleh pentingnya identifikasi golongan darah yang cepat dan akurat sebagai langkah awal dalam pelayanan kesehatan, serta masih tingginya ketergantungan pada metode manual berbasis pengamatan visual yang berpotensi menimbulkan kesalahan interpretasi. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem klasifikasi golongan darah berbasis Arduino Uno sebagai alat bantu identifikasi elektronik. Metode yang digunakan adalah Waterfall, meliputi analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan. Sistem memanfaatkan Arduino Uno sebagai pengendali utama dan sensor cahaya untuk mendeteksi perubahan karakteristik optik darah akibat reaksi aglutinasi pada proses pengujian. Evaluasi dilakukan dengan membandingkan hasil klasifikasi sistem dengan metode manual pada 12 peserta. Hasil penelitian menunjukkan tingkat keberhasilan sistem sebesar 66,7%, di mana 8 sampel teridentifikasi sesuai dan 4 sampel belum sesuai. Sistem mampu mengklasifikasikan golongan darah A+, B+, O+, dan AB+, namun akurasi masih dipengaruhi oleh sensitivitas sensor, kondisi pencahayaan, variasi reaksi aglutinasi, dan penentuan nilai ambang program. Dengan demikian, sistem ini berpotensi menjadi alternatif identifikasi golongan darah secara elektronik, meskipun memerlukan pengembangan lebih lanjut untuk meningkatkan akurasi dan keandalan.



Copyright © [JITET](#) (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan). This article is an open access article distributed under terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC)

Abstract. *This study was motivated by the importance of rapid and accurate blood type identification as a first step in healthcare services, as well as the continued heavy reliance on manual methods based on visual observation, which have the potential to lead to misinterpretation. This study aims to design and implement an Arduino Uno-based blood type classification system as an electronic identification tool. The Waterfall method was used, encompassing requirements analysis, system design, implementation, testing, and maintenance. The system utilizes an Arduino Uno as the main controller and a light sensor to detect changes in the optical characteristics of blood resulting from agglutination reactions during the testing process. Evaluation was conducted by comparing the system's classification results with manual methods on 12 participants. The results showed a system success rate of 66.7%, with 8 samples correctly identified and 4 samples incorrectly identified. The system is capable of classifying blood types A+, B+, O+, and AB+, but accuracy is still influenced by sensor sensitivity, lighting conditions, variations in agglutination reactions, and the determination of program threshold values. Thus, this system has the potential to serve as an alternative for electronic blood type identification, although further development is required to improve accuracy and reliability.*

1. PENDAHULUAN

Alat pendeteksi golongan darah (Blood Detector) merupakan sebuah perangkat elektronik yang digunakan untuk menganalisis golongan darah manusia. Proses identifikasi golongan darah umumnya melibatkan serangkaian percobaan pada sampel darah, di mana cairan antisera (anti A dan B) direaksikan dengan sampel darah yang akan diuji pada sebuah kaca preparat. Hingga saat ini, penentuan golongan darah seseorang masih secara manual. Umumnya, identifikasi golongan darah melibatkan serangkaian percobaan pada sampel darah yang melibatkan reaksi antara cairan dan antisera. Hasil dari reaksi tersebut bisa berupa aglutinasi atau non-aglutinasi. Biasanya, pengamatan langsung dilakukan oleh mata penguji untuk menentukan jenis golongan darah tertentu berdasarkan hasil reaksi. Proses pengujian ini membutuhkan keahlian dan pengalaman, sehingga keakuratan hasilnya sangat bergantung pada kemampuan mata penguji. Namun, karena mata bisa terpengaruh oleh faktor kelelahan, metode ini kurang praktis untuk pengujian dalam jumlah besar. Kesalahan dalam membaca golongan darah bisa mengakibatkan masalah serius, seperti kesalahan dalam transfusi darah atau identifikasi keturunan. (Inggi & Elektronika, n.d.) Pemeriksaan golongan darah mempunyai berbagai manfaat dan mempersingkat waktu dalam identifikasi. Golongan darah penting untuk diketahui dalam hal kepentingan transfusi donor yang tepat serta identifikasi pada kasus kriminal [1]. Penelitian ini mengembangkan suatu perangkat yang memiliki kemampuan membaca golongan darah secara elektronik untuk mempermudah pengujian dalam jumlah besar. Identifikasi golongan darah manusia pada perangkat ini menggunakan Sistem ABO. Perangkat yang dirancang terdiri dari sensor cahaya yang terbuat dari LED dan LDR, sensor photodiode, serta unit pengolah data menggunakan Arduino Uno beserta tampilan display. Pengolah data menggunakan arduino uno adalah board berbasis mikrokontroler pada ATmega328 Board ini memiliki 14 digital input / output pin (dimana 6 pin dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack listrik tombol reset. Pin-pin ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler, hanya terhubung ke komputer dengan kabel

USB atau sumber tegangan bisa didapat dari adaptor AC-DC atau baterai untuk menggunakannya [2].

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian dan Pengembangan

Menurut [3], Pada dasarnya segala penelitian dan pengembangan dilakukan untuk menjadikan suatu produk lebih sederhana, lebih murah (lebih efisien dan efektif) tergantung pada tingkat kegunaan atau manfaat produk tersebut. Terlepas dari apakah nilai kegunaan suatu produk setara dengan biaya pengembangan atau bahkan jauh lebih murah, penelitian dan pengembangan didasarkan pada kebutuhan pengguna. Untuk dapat menghasilkan produk tertentu digunakan penelitian berupa analisis kebutuhan dan untuk menguji efektivitas produk agar dapat berfungsi di masyarakat luas, maka diperlukan penelitian untuk menguji efektivitas produk tersebut [4].

2.2 Alat Pendeteksi Golongan Darah

Penelitian mengenai klasifikasi golongan darah berbasis teknologi telah mengalami perkembangan signifikan dalam beberapa tahun terakhir. Salah satu penelitian yang relevan adalah perancangan alat pendeteksi golongan darah berbasis Arduino Uno dengan sistem ABO. Penelitian ini menggunakan sensor cahaya LDR (Light Dependent Resistor) untuk mendeteksi penggumpalan darah setelah ditetesi antisera. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat tersebut mampu mendeteksi golongan darah dengan tingkat keberhasilan yang cukup tinggi [5].

2.3 Golongan Darah

Golongan darah merupakan ciri khusus darah dari suatu individu karena adanya perbedaan jenis karbohidrat serta protein pada permukaan membran sel darah merah [6]. [7] berpendapat bahwa dua jenis penggolongan darah yang paling penting adalah penggolongan AB. Sebenarnya, di dunia ini terdapat sekitar 46 jenis antigen selain dari antigen ABO yang dikenal, namun umumnya jarang dijumpai.

2.4 Komponen Klasifikasi Golongan Darah

1. Arduino Uno

Arduino Uno adalah salah satu platform mikrokontroler yang paling populer digunakan dalam pengembangan prototipe elektronik. Berdasarkan mikrokontroler ATmega328P, Arduino Uno memiliki 14 pin input/output digital (6 di antaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, osilator kristal 16 MHz, koneksi USB, jack power, dan tombol reset. Desainnya yang sederhana dan kemudahan dalam pemrograman menjadikannya pilihan ideal untuk berbagai aplikasi, mulai dari proyek DIY hingga penelitian ilmiah [8].

2. Sensor Warna TCS34725

Pada buku [9], Sensor warna TCS34725 adalah perangkat penginderaan optik yang mampu mendeteksi dan mengukur komponen warna dari cahaya yang dipantulkan oleh suatu objek. Sensor ini memiliki empat saluran penginderaan, yaitu Red (R), Green (G), Blue (B), dan Clear (C) yang memungkinkan sensor membaca nilai intensitas masing-masing komponen warna dalam bentuk digital. Selain itu, sensor ini dilengkapi filter penahan inframerah (IR block filter) yang terintegrasi pada fotodiode sehingga dapat meningkatkan akurasi pembacaan warna dengan meminimalkan gangguan dari komponen cahaya infra merah yang tidak diinginkan. Sensor mengirimkan nilai-nilai tersebut melalui antarmuka komunikasi I²C ke mikrokontroler untuk diproses lebih lanjut.

3. SD Card

Modul SD Card merupakan sebuah modul yang berfungsi untuk membaca dan menulis data ke SD Card. Modul ini memiliki interfacing menggunakan komunikasi SPI. Tegangan kerja dari modul ini dapat menggunakan level tegangan 3.3 V DC atau 5 V DC, yang dapat digunakan salah satunya [10].

4. LCD

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah suatu jenis media tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD bisa memunculkan gambar atau tulisan

dikarenakan terdapat banyak sekali titik cahaya (piksel) yang terdiri dari satu buah kristal cair sebagai sebuah titik cahaya. Walau disebut sebagai titik cahaya, namun kristal cair ini tidak memancarkan cahaya sendiri. Sumber cahaya di dalam sebuah perangkat LCD adalah lampu neon berwarna putih di bagian belakang susunan kristal cair tadi [11].

5. Push Button

Push Button adalah saklar tekan yang berfungsi untuk menghubungkan atau memisahkan bagian – bagian dari suatu instalasi listrik maupun peralatan (suatu sistem saklar tekan push button terdiri dari saklar tekan start. Stop reset dan saklar tekan untuk emergency. Push button memiliki kontak NC (*normally close*) dan NO (*normally open*). Saklar merupakan komponen elektronika yang berfungsi untuk menghubungkan dan memutuskan dua titik atau lebih dalam suatu rangkaian elektronika [12].

2.5 Penelitian Sebelumnya

Beberapa penelitian terkait penelitian ini yaitu penelitian yang dilakukan oleh Lubis yang berjudul Human Blood Group Type Detection Prototype Focusing on Agglutinin Using Microcontroller Based Photodiode. Penelitian ini menghasilkan tingkat akurasi tinggi pada uji coba awal, namun membutuhkan kalibrasi sensor yang presisi untuk hasil stabil [1].

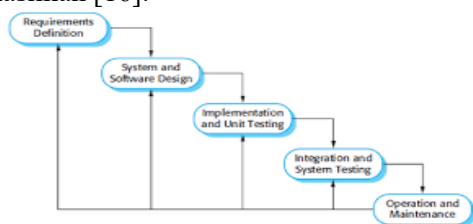
Penelitian yang kedua dilakukan oleh Stephanus yang berjudul ESP32-Based Real-Time Blood Typing Detection for Emergency and Rural Use. Penelitian ini menghasilkan Alat lebih portabel dan dapat digunakan di daerah terpencil. Akurasi tinggi, kelemahan ada pada konsumsi daya [13].

Penelitian yang ketiga dilakukan oleh Mahmood yang berjudul Recognition and Categorization of Blood Groups by Machine Learning and Image Processing Method. Penelitian ini menghasilkan Akurasi 93%, keunggulan: fleksibel dan scalable; kelemahan: bergantung pada kualitas citra [14].

3. METODE PENELITIAN

Pada Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D). Menurut [15], R&D adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifan produk tersebut. Produk yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah alat klasifikasi golongan darah manusia berbasis Arduino Uno.

Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode waterfall. Metode air terjun atau yang sering disebut metode waterfall seing dinamakan siklus hidup klasik (classic life cycle), nama model ini sebenarnya adalah "Linear Sequential Model" dimana hal ini menggambarkan pendekatan yang sistematis dan juga berurutan pada pengembangan perangkat lunak, dimulai dengan spesifikasi kebutuhan pengguna lalu berlanjut melalui tahapan-tahapan perencanaan (planning), permodelan (modelling), konstruksi (contruction), serta penyerahan sistem ke para pengguna (deployment), yang diakhiri dengan dukungan pada perangkat lunak lengkap yang dihasilkan [16].



Gambar 3.1. Konsep Pengembangan Waterfall.

Model waterfall pertama kali diperkenalkan oleh Winston Royce sekitar tahun 1970 sehingga sering dianggap kuno, tetapi merupakan model yang paling banyak dipakai didalam Software Engineering (SE). Saat ini model waterfall merupakan model pengembangan perangkat lunak yang sering digunakan. Model pengembangan ini melakukan pendekatan secara sistematis dan berurutan. Disebut waterfall karena tahap demi tahap yang dilalui harus menunggu selesainya tahap sebelumnya dan berjalan berurutan. Model pengembangan ini bersifat linear dari tahap awal pengembangan sistem yaitu tahap perencanaan sampai tahap akhir pengembangan sistem yaitu tahap pemeliharaan. Tahapan berikutnya tidak akan dilaksanakan sebelum tahapan sebelumnya selesai dilaksanakan dan

tidak bisa kembali atau mengulang ke tahap sebelumnya.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Pembahasan hasil penelitian akan membahas tentang prosedur pembuatan alat klasifikasi golongan darah berbasis Arduino dengan menggunakan metode waterfall [16]. Model pengembangan ini bersifat linear dari tahap awal pengembangan sistem yaitu tahap perencanaan sampai tahap akhir pengembangan sistem yaitu tahap pemeliharaan. Tahapan berikutnya tidak akan dilaksanakan sebelum tahapan sebelumnya selesai dilaksanakan dan tidak bisa kembali atau mengulang ke tahap sebelumnya. Hal ini dilakukan demi mengetahui proses berjalannya pembuatan prototype alat pengering sepatu berbasis Arduino. Adapun tahapan-tahapannya yaitu:

1. Requirement

Tahap ini pengembang sistem diperlukan komunikasi yang bertujuan untuk memahami perangkat lunak yang diharapkan oleh pengguna dan batasan perangkat lunak tersebut. Informasi dapat diperoleh melalui wawancara, diskusi atau survei langsung. Informasi dianalisis untuk mendapatkan data yang dibutuhkan oleh pengguna. Pada tahapan ini, peneliti melakukan bimbingan langsung kepada pembimbing akademik untuk pembentukan proposal penelitian serta wawancara dengan pihak KSR Untirta sebagai instansi terkait dalam pengambilan data penelitian. Hal ini menjadi penting karena bimbingan dan wawancara dilakukan demi mengetahui tentang prototype alat klasifikasi golongan darah berbasis Arduino yang cocok untuk kebutuhan instansi pengguna alat ini, mengetahui batasan dari penelitian yang akan dilakukan, melakukan studi pustaka dalam memperkuat teori yang dibangun dan mengetahui langkah-langkah atau metode yang akan digunakan dalam penelitian ini.

2. Desain

Pada tahap ini, peneliti membuat desain sistem yang dapat membantu

menentukan pembuatan alat klasifikasi golongan darah berbasis arduino dan sistem persyaratan yang juga membantu dalam mendefinisikan arsitektur sistem secara keseluruhan. Ada 2 tahapan desain yang dilakukan peneliti yaitu desain perangkat keras (hardware) dan desain perangkat lunak (software). Pada perangkat keras terdiri dari beberapa komponen yaitu Arduino Uno sebagai mikrokontroler, LCD Display sebagai indikator yang menunjukkan pembacaan hasil, Sensor Warna TCS34725 sebagai sensor pembaca golongan darah dari warna darah yang sudah diberikan cairan antisera, Push Button sebagai tombol pengiriman untuk penyimpanan data dan tombol proses untuk memproses data, Adaptor aliran tegangan listrik ke seluruh mikrokontroler, Buzzer sebagai indikator bunyi dari seluruh proses, Module Memori SD Card sebagai menyimpan seluruh proses data.

3. *Implementation*

Pada tahap ini, sistem pertama kali dikembangkan di program kecil yang disebut unit, yang terintegrasi dalam tahap selanjutnya. Setiap unit dikembangkan dan diuji untuk fungsionalitas yang disebut sebagai unit testing. Sehingga di tahap ini produk yang dibuat akan diuji coba fungsionalitasnya dengan 2 cara yaitu uji coba perangkat keras untuk mengetahui setiap komponen berfungsi dengan baik dan uji coba perangkat lunak untuk mengetahui proses pemograman berfungsi dengan baik dimana program dapat memberikan intruksi kerja kepada perangkat keras.

4. *Verification*

Pada tahap ini, sistem dilakukan verifikasi dan pengujian apakah sistem sepenuhnya atau sebagian memenuhi persyaratan sistem, pengujian dapat dikategorikan ke dalam unit testing (dilakukan pada modul tertentu kode), sistem pengujian (untuk melihat bagaimana sistem bereaksi ketika semua modul yang terintegrasi) dan penerimaan pengujian (dilakukan dengan atau nama pelanggan untuk melihat apakah semua kebutuhan pelanggan puas). Verifikasi

dan pengujian dilakukan bersama dengan pihak KSR PMI Untirta di PKM B kampus A Untirta pada tanggal 21 Desember 2025. Kegiatan verifikasi dan pengujian dilakukan peneliti sebagai penelitian lapangan. Tahap ini diikuti oleh 18 peserta langsung yang berasal dari keanggotaan KSR PMI Untirta.

5. *Maintenance*

Tahap maintenance merupakan tahap akhir dalam metode pengembangan sistem Waterfall sebagaimana dijelaskan pada Bab III, yang dilakukan setelah sistem klasifikasi golongan darah berbasis Arduino Uno selesai melalui tahapan requirement, design, implementation, dan verification. Tahap ini bertujuan untuk melakukan pemeliharaan sistem dengan cara memperbaiki kesalahan (error) yang tidak teridentifikasi pada tahapan sebelumnya serta memastikan sistem tetap berjalan sesuai dengan kebutuhan pengguna.

4.2 Analisis Data

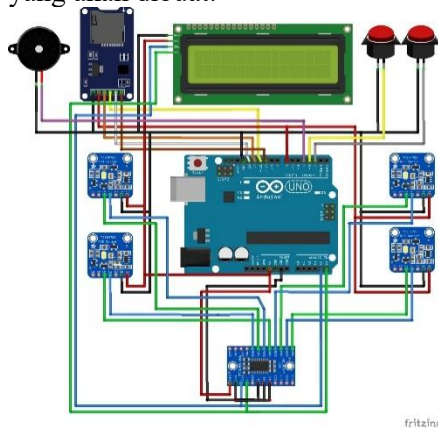
Setelah dilakukannya pengujian dan pengambilan data, kemudian hasil tersebut dikumpulkan guna mengetahui kesimpulan selanjutnya pada penelitian pengembangan ini. selanjutnya diolah untuk mengetahui tingkat kelayakan produk klasifikasi golongan darah berbasis Arduino uno. Hal ini dilakukan oleh penulis untuk dapat mengetahui segi kelayakan dan kemudahan dalam penggunaan melalui percobaan penelitian dengan pihak KSR PMI Untirta.

Kemudian nantinya didapatkan dicari skor akhir rata-ratanya dan dihitung tingkat kelayakan media pembelajaran sesuai dengan menggunakan rumus kelayakan data. Berikut beberapa analisis yang dilakukan:

1. *Desain Alat*

Dalam proses bagian perancangan desain hardware mendefinisikan perangkat apa saja yang perlu digunakan dalam perancangan ini, diantaranya Arduino Uno sebagai mikrokontroler, LCD Display sebagai indikator yang menunjukkan pembacaan hasil, Sensor Warna TCS34725 sebagai sensor pembaca golongan darah dari warna

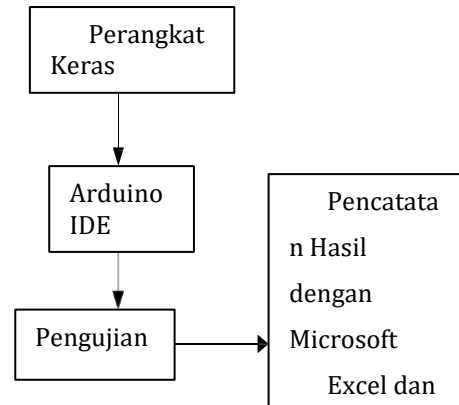
darah yang sudah diberikan cairan antisera, Push Button sebagai tombol pengiriman untuk penyimpanan data dan tombol proses untuk memproses data, Adaptor aliran tegangan listrik ke seluruh mikrokontroler, Buzzer sebagai indikator bunyi dari seluruh proses, Module Memori SD Card sebagai menyimpan seluruh proses data. Hasil dari perancangan perangkat keras ini akan ditampilkan pada LCD dengan keterangan pembacaan golongan darah. Kemudian hasil akan direkap pada Microsoft Excel dan File Pdf. Berikut blok diagram dari alur perancangan alat yang akan dibuat.



Gambar 4.1 Tampilan Desain Alat

2. Diagram Alur

Alur pengujian prototipe yang sudah mendapat program dari Arduino IDE untuk mengatur system mikrokontroler. Perangkat keras yang sudah dirancang dan dibangun kemudian dikoneksikan ke Arduino IDE yang sudah diinstal programnya untuk mengatur jalannya sistem mikrokontroler. Pengujian nantinya dapat dilihat dari kecocokan program terhadap perangkat keras. Jika tidak terjadi masalah, maka pengujian bisa dilakukan dengan menggunakan sampel darah. Pengujian dilakukan dengan cara pembacaan warna darah yang sudah diberikan cairan antisera pada kertas pembacaan golongan darah.



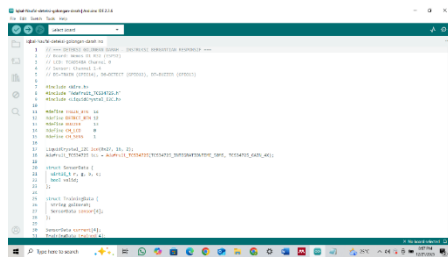
Gambar 4.2 Blok Diagram Alur Pengujian Pemograman

3. Hasil Produk

Tampilan hasil prototipe alat pendeteksi golongan darah yang siap diuji coba. Secara tampak atas ada dua push button sebagai tombol proses dan tombol kirim, lalu ada LCD Display yang nantinya menampilkan pembacaan hasil dan kotak Sensor Warna TCS34725 yang di desain sesuai ukuran kertas sampel darah. Secara tampak dalam ada Arduino uno sebagai mikrokontroler, Buzzer sebagai indikator pada setiap proses dan Module Memory SD Card untuk menyimpan hasil pembacaan hasil.



Gambar 4.3 Tampilan Alat Pendeteksi Golongan Darah.



Gambar 4.4 Tampilan Pemograman Arduino IDE.

Tampilan hasil pemograman Arduino IDE dimana pemograman ini adalah bentuk perintah pada Arduino Uno sebagai mikrokontroler yang mampu memberikan intruksi fungsi pada setiap komponen. Ketika terjadi kesalahan program maka akan ada indikator kesalahan program di Arduino IDE dan ketika berhasil maka Arduino IDE akan menunjukkan hasil dari pemograman yang sudah dibuat.

4. Proses Verifikasi dan Pengujian Alat
Pengambilan golongan darah dilakukan dengan cara menyuntikan jari tangan dengan lancet untuk mengeluarkan darah. Lalu darah ditetaskan pada kertas golongan darah sesuai bulatan yang tersedia. Jari yang sudah disuntikan akan diberikan alkohol swab agar darah tidak menetes lagi. Lancet yang sudah digunakan dikemas dengan baik untuk dibuang agar menghindari hal yang tidak diinginkan. Sampel darah yang ada pada kertas dicampurkan dengan cairan antisera sesuai dengan golongan lalu tunggu campuran tersebut mengering. Setelah mengering, kertas golongan darah siap digunakan untuk mendeteksi golongan darah menggunakan alat pendeteksi golongan darah. Adapun hasil dari proses verifikasi dan pengujian ini disajikan pada tabel berikut:

Tabel 4.1 Pengujian Alat

No	Peserta	Pengujian		Hasil
		Mata	Alat	
1	Gita	A+	A+	Terdeteksi
2	Elmi	O+	O+	Terdeteksi
3	Kina	AB+	AB+	Terdeteksi
4	Yuli	AB+	AB+	Terdeteksi
5	Aldi	B+	B+	Terdeteksi
6	Indah	A+	A+	Terdeteksi
7	Laila	A+	A+	Terdeteksi
8	Lail	A+	B+	Tidak
9	Ainun Salwa	A+	AB+	Tidak
10	Aulia	B+	AB+	Tidak
11	Mistha	O+	A+	Tidak
12	Indah A	B+	B+	Terdeteksi
Total Pengujian 12 Peserta				
Terdeteksi :8 Peserta				
Tidak Terdeteksi: 4 Peserta				

Tabel 1. tersebut menunjukkan hasil pengujian golongan darah terhadap 12 peserta dengan membandingkan pengujian manual melalui pengamatan visual (penglihatan mata) dan pengujian menggunakan alat pendeteksi golongan darah. Pengujian manual digunakan sebagai acuan pembanding, sedangkan pengujian alat bertujuan untuk menilai tingkat keberhasilan sistem dalam mendeteksi golongan darah peserta secara otomatis. Berdasarkan hasil tersebut, dari total 12 peserta, terdapat 8 peserta (66,7%) yang golongan darahnya berhasil terdeteksi dengan benar oleh alat, di mana hasil pengujian alat sesuai dengan hasil pengujian manual.

Peserta yang berhasil terdeteksi meliputi berbagai jenis golongan darah, yaitu A+, B+, O+, dan AB+, yang menunjukkan bahwa alat mampu mengenali beberapa variasi golongan darah dengan cukup baik. Namun demikian, terdapat 4 peserta (33,3%) yang mengalami ketidaksesuaian hasil antara pengujian manual dan pengujian alat. Ketidakterdeteksian ini ditandai dengan perbedaan golongan darah yang terbaca oleh alat dibandingkan dengan hasil pengujian manual, misalnya golongan darah A+ terbaca sebagai AB+ atau O+ terbaca sebagai A+. Hal tersebut mengindikasikan adanya keterbatasan

akurasi alat dalam kondisi tertentu. Secara keseluruhan, hasil pengujian ini menunjukkan bahwa alat pendeteksi golongan darah memiliki tingkat keberhasilan yang cukup baik, namun masih memerlukan penyempurnaan sistem, baik dari segi sensor, metode pembacaan, maupun proses pengolahan data, agar dapat meningkatkan akurasi dan meminimalkan kesalahan deteksi pada pengujian selanjutnya.

4.3 Perawatan Produk

Berdasarkan hasil pengujian sistem terhadap 12 peserta, diperoleh 8 peserta dengan hasil terdeteksi sesuai antara pengujian manual (penglihatan mata) dan pengujian menggunakan alat, serta 4 peserta dengan hasil tidak terdeteksi karena adanya ketidaksesuaian antara kedua metode pengujian tersebut. Ketidaksesuaian ini menunjukkan bahwa masih terdapat kekurangan pada sistem yang memerlukan tindakan pemeliharaan.

Kegiatan perawatan pada penelitian ini difokuskan pada dua aspek utama, yaitu perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software). Pada sisi perangkat keras, pemeliharaan dilakukan dengan melakukan pemeriksaan ulang terhadap sensor pendeteksi, kestabilan rangkaian, serta koneksi antar komponen pada sistem Arduino Uno. Pemeriksaan ini bertujuan untuk memastikan bahwa sensor cahaya dapat membaca perubahan karakteristik darah secara optimal tanpa adanya gangguan teknis seperti fluktuasi tegangan atau kesalahan pemasangan komponen. Sementara itu, pada sisi perangkat lunak, kegiatan maintenance dilakukan dengan mengevaluasi kembali program yang tertanam pada mikrokontroler Arduino Uno, khususnya pada bagian pengolahan data sensor dan penentuan logika klasifikasi golongan darah.

Penyesuaian dilakukan terhadap parameter pembacaan sensor dan alur pemrosesan data agar sistem dapat meminimalkan kesalahan pembacaan yang menyebabkan hasil deteksi tidak sesuai dengan pengujian manual. Dengan dilakukannya tahap maintenance ini, sistem diharapkan dapat meningkatkan tingkat keberhasilan deteksi golongan

darah serta mengurangi kesalahan klasifikasi pada pengujian selanjutnya. Tahap pemeliharaan ini juga menunjukkan bahwa metode Waterfall memungkinkan adanya evaluasi dan perbaikan sistem secara berkelanjutan, meskipun tahapan pengembangan dilakukan secara linear sebagaimana yang telah dijelaskan pada Bab III.

4.4 Pembahasan

Pembahasan pada bab ini difokuskan pada analisis hasil pengujian alat klasifikasi golongan darah berbasis Arduino Uno yang telah dikembangkan menggunakan metode Waterfall. Analisis dilakukan dengan membandingkan hasil pengujian manual menggunakan penglihatan mata sebagai acuan dengan hasil pengujian yang dihasilkan oleh alat, sebagaimana ditampilkan pada tabel hasil pengujian.

1. Tingkat Akurasi Sistem

Berdasarkan hasil pengujian sistem terhadap 12 peserta, diperoleh tingkat keberhasilan klasifikasi golongan darah sebesar 66,7%, dengan 8 peserta terdeteksi sesuai antara hasil pengujian manual dan hasil pengujian menggunakan alat, serta 4 peserta menunjukkan ketidaksesuaian hasil. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem klasifikasi golongan darah berbasis Arduino Uno yang dikembangkan telah mampu berfungsi sesuai dengan tujuan penelitian, meskipun tingkat akurasinya masih belum optimal. Keberhasilan sistem dalam mendeteksi golongan darah A+, B+, O+, dan AB+ menunjukkan bahwa sensor cahaya mampu menangkap perubahan karakteristik optik darah akibat reaksi aglutinasi. Perubahan tersebut kemudian diproses oleh mikrokontroler Arduino Uno untuk menentukan klasifikasi golongan darah. Dengan demikian, sistem telah memenuhi fungsi dasarnya sebagai alat bantu identifikasi golongan darah secara elektronik.

Namun demikian, tingkat akurasi yang belum mencapai 100% menunjukkan bahwa sistem masih memiliki keterbatasan, sehingga diperlukan evaluasi lebih lanjut terhadap komponen

pendukung dan metode pengolahan data yang digunakan.

2. Faktor Penyebab Ketidaksesuaian Hasil Ketidaksesuaian hasil deteksi yang terjadi pada 4 peserta dapat disebabkan oleh beberapa faktor teknis dan nonteknis. Salah satu faktor utama adalah perbedaan intensitas reaksi aglutinasi yang tidak selalu terlihat secara kontras pada setiap sampel darah. Reaksi aglutinasi yang lemah dapat menyebabkan sensor cahaya mengalami kesulitan dalam membedakan perubahan karakteristik darah secara akurat.

Selain itu, kondisi pencahayaan lingkungan juga berpengaruh terhadap hasil pembacaan sensor. Cahaya luar yang tidak terkontrol dapat memengaruhi intensitas cahaya yang diterima sensor, sehingga menyebabkan hasil pembacaan menjadi kurang stabil. Faktor lain yang turut memengaruhi adalah ketebalan sampel darah, ketepatan peneteskan antisera, serta keterbatasan sensitivitas sensor yang digunakan dalam penelitian ini. Dari sisi perangkat lunak, kemungkinan kesalahan juga dapat terjadi pada penentuan nilai ambang (threshold) dan logika pemrograman Arduino Uno dalam mengklasifikasikan data sensor.

Hal ini menunjukkan bahwa sistem masih memerlukan penyempurnaan, baik dari sisi perangkat keras maupun perangkat lunak, sebagaimana telah dibahas pada tahap maintenance dalam metode Waterfall.

3. Perbandingan Dengan Penelitian Terdahulu

Jika dibandingkan dengan beberapa penelitian terdahulu yang menggunakan metode pengolahan citra digital atau sensor warna dengan kamera, tingkat akurasi sistem pada penelitian ini masih relatif lebih rendah. Penelitian dengan pendekatan tersebut umumnya mampu menghasilkan tingkat akurasi yang lebih tinggi karena menggunakan pemrosesan visual yang lebih kompleks. Namun demikian, sistem yang dikembangkan pada penelitian ini memiliki keunggulan dalam hal kesederhanaan desain, biaya

implementasi yang lebih rendah, serta kemudahan penggunaan.

Penggunaan Arduino Uno dan sensor cahaya menjadikan alat ini lebih mudah direalisasikan dan sesuai untuk keperluan pendidikan, praktikum, atau skrining awal golongan darah dalam skala sederhana. Dengan demikian, meskipun akurasi sistem masih perlu ditingkatkan, penelitian ini tetap memberikan kontribusi dalam pengembangan alat klasifikasi golongan darah berbasis mikrokontroler dengan pendekatan yang lebih sederhana dan ekonomis.

4. Implikasi Hasil Penelitian Terhadap Pengembangan Sistem

Hasil pembahasan menunjukkan bahwa sistem klasifikasi golongan darah yang dikembangkan telah memenuhi tujuan penelitian, namun masih memerlukan pengembangan lanjutan. Temuan terkait tingkat akurasi dan faktor penyebab kesalahan menjadi dasar penting dalam merumuskan kesimpulan dan saran pengembangan sistem pada bab selanjutnya. Oleh karena itu, hasil pembahasan pada Bab IV ini menjadi landasan dalam penyusunan Bab V (Kesimpulan dan Saran), yang akan memuat simpulan akhir mengenai kinerja sistem serta rekomendasi perbaikan, seperti peningkatan jenis sensor, perbaikan algoritma pemrosesan data, dan pengendalian kondisi pengujian agar akurasi sistem dapat ditingkatkan pada penelitian selanjutnya.

5. KESIMPULAN

Sistem klasifikasi golongan darah berbasis Arduino Uno telah berhasil dirancang dan diimplementasikan dengan mengacu pada metode pengembangan Waterfall, yang meliputi tahapan requirement, design, implementation, verification, dan maintenance. Setiap tahapan telah dilaksanakan secara sistematis sesuai dengan perencanaan pada Bab III.

Berdasarkan hasil pengujian terhadap 12 peserta, sistem mampu mendeteksi golongan darah dengan tingkat keberhasilan sebesar 66,7%, yaitu sebanyak 8 peserta terdeteksi sesuai antara pengujian manual dan pengujian

menggunakan alat, sedangkan 4 peserta menunjukkan hasil tidak sesuai.

Sistem mampu mengklasifikasikan beberapa jenis golongan darah, yaitu A+, B+, O+, dan AB+, berdasarkan perubahan karakteristik optik darah akibat reaksi aglutinasi yang dibaca oleh sensor dan diolah oleh mikrokontroler Arduino Uno.

Ketidaksesuaian hasil deteksi dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain keterbatasan sensitivitas sensor, perbedaan intensitas reaksi aglutinasi, pengaruh pencahayaan lingkungan, serta penentuan nilai ambang (threshold) pada pemrograman sistem.

Secara keseluruhan, sistem yang dikembangkan telah memenuhi tujuan penelitian sebagai alat bantu identifikasi golongan darah secara elektronik, meskipun masih memerlukan penyempurnaan agar tingkat akurasi dan keandalan sistem dapat ditingkatkan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penulisan artikel ini, penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada semua pihak yang sudah membantu, terutama kepada Burhan selaku sahabat yang telah membantu dalam penulisan artikel ini. Turut penulis ucapkan terimakasih kepada dosen pembimbing yang mejadi pihak penulis ke-2 dan ke-3 yang telah membimbing sehingga artikel ini dapat terselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Lubis, A. R., Harefa, H. R., Lubis, M., & Rahmat, R. F. (2024). Human blood group type detection prototype focusing on agglutinin using microcontroller based photodiode. *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, 13(4), 2310–2319.
- [2] Pendeteksi Golongan darah Dan Rhesus Dengan Menggunakan Mikrokontroler Arduino Mega 2560,” vol. 7, no. 1, pp. 43–51, 2018. Mawaddah, “Rancang Bangun Automatic Human Blood Type Detector Menggunakan Sensor Cahaya BH1750 Berdasarkan Sifat Optik Dengan Metode ABO,” 2020, [Online]. Available: <https://journal.uinjkt.ac.id/index.php/al-fiziya/article/view/14433>
- [3] PUTRA, F. A. (2025). PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN PADA MATA PELAJARAN INSTALASI MOTOR LISTRIK BERBASIS TRAINER PORTABLE DI KELAS XII (SMK Negeri 1 Kramatwatu Kabupaten Serang–Banten) (Doctoral dissertation, UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA).
- [4] Kustandi, C., & Darmawan, D. (2020). Pengembangan Media Pembelajaran: Konsep & Aplikasi Pengembangan Media Pembelajaran bagi Pendidik di Sekolah dan Masyarakat. Prenada Media.
- [5] Qomaruzzaman, I., Prasetyanto, W. A., & Wahyudi, B. (2025). Design and construction of a blood type detection device with a color sensor based on Arduino Uno. *Journal of Engineering, Electrical and Informatics*, 5(2), 179–187.
- [6] Lubis, U. L., & Yusnida, H. (2021). Pentingnya Tes Golongan Darah Bagi Peserta Didik. *Jurnal Pengabdian dan Pemberdayaan Masyarakat ALIFA*, 1(1).
- [7] Vaidya, A., et al. (2025). Molecularly imprinted polymer-based biosensor approaches for selective erythrocyte detection. *Biosensors and Bioelectronics*, 240, 115670.
- [8] Padmaja, P., Poojitha, C., Bhanu Laxman, K., Abhi Ram, K., & Vyshnavi, U. (2025). Deep Learning and image processing based blood group detection. *International Journal of Computer Trends and Technology*, 73(5), 179–184.
- [9] Adafruit Industries (2022). "Guide to Using Relay Modules in IoT Projects." Retrieved from: <https://www.adafruit.com>
- [10] Pratama, V. A. (2021). LKP: Rancang Bangun Data Logger Berbasis SD Card Pengukur Suhu Ruangan Laboratorium di Balai Riset dan Standardisasi Industri Surabaya (Doctoral dissertation, Universitas Dinamika).
- [11] Supegina, F., & Sukindar, D. (2014). Perancangan Robot Pencapit Untuk Penyotir Barang Berdasarkan Warna Led Rgb Dengan Display Lcd Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Teknologi Elektro*, 5(1), 143417.
- [12] Sitorus, H. F. (2023). Rancang bangun sistem kontrol smarthome berbasis PLC (Doctoral dissertation, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sumatera Utara).
- [13] Stephanus, A., Mbitu, E. T., Suatkab, S. G., & Salamoni, T. D. (2024). ESP32-based real-time blood typing detection for emergency and rural use. *International Journal of Science, Technology & Management*, 3(4), 45–54. Suresh, M., Emayavarman, P., Subburathinam, M., &
- [14] Mahmood, M. F. (2024). Recognition and categorization of blood groups by machine learning and image processing method. *Innovative Biosystems and Bioengineering*, 8(1), 22–30. M.

- [15] Sugiyono, D. (2013). Metode penelitian pendidikan pendekatan kuantitatif, kualitatif dan R&D.
- [16] R. S. Pressman, Rekayasa Perangkat Lunak (Pendekatan Praktisi), Yogyakarta: Penerbit ANDI, 2012. Restu Fardian Suwandi, Galih. 2014. Sistem Pendeteksi Golongan Darah Menggunakan Komparator dan Komponen Opto Elektronik (LDR dan LED). Jurusan Fisika Institut Teknologi Bandung.