

THALASSEMIA MINOR SCREENING APPLICATION USING THE C4.5 METHOD BASED ON LARAVEL

Nicolas Sohputro^{*1}, Bangun Wijayanto², Yogiek Indra Kurniawan³

^{1,2,3}Informatics, Engineering Faculty, Universitas Jenderal Soedirman, Indonesia

Email: ¹nicolas.sohputro@mhs.unsoed.ac.id, ²bangun.wijayanto@unsoed.ac.id, ³yogiek@unsoed.ac.id

(Article received: January 4, 2024; Revision: February 17, 2024; Published: April 04, 2024)

Abstract

Thalassemia is an inherited blood disorder that causes anaemia and weak red blood cells. Thalassemia minor is a type of thalassemia where the patient is a carrier of thalassemia and only experiences mild anaemia. To prevent an increase in the number of thalassemia cases, a screening process is held for an individual to confirm whether there is a thalassemia carrier in the body. In providing screening in Banyumas Regency, the Unsoed Medical Faculty Thalassemia Research Team encountered several problems, namely that the screening results could only show whether an individual was a carrier of thalassemia minor or not. This causes a problem because a good screening result is a probability. The second problem is the absence of an integrated information system for thalassemia control in Banyumas Regency. The solution to these two problems is to build a thalassemia minor screening application. The application uses the C4.5 data mining method to calculate the likelihood of thalassemia minor in individuals. The application is made website-based using Laravel to speed up website development. The system also uses a web service to be able to access the created C4.5 algorithm.

Keywords: C4.5, data mining, laravel, thalassemia minor, web service

APLIKASI SCREENING THALASSEMIA MINOR MENGGUNAKAN METODE C4.5 BERBASIS LARAVEL

Abstrak

Thalassemia adalah kelainan darah yang dapat diwariskan yang menyebabkan anemia dan rapuhnya sel darah merah. Thalassemia minor merupakan salah satu jenis thalassemia dimana penderita merupakan pembawa sifat thalassemia dan hanya mengalami anemia ringan. Untuk mencegah peningkatan jumlah kasus thalassemia diadakanlah proses screening kepada suatu individu untuk mengkonfirmasi ada tidaknya pembawa sifat thalassemia pada tubuh. Dalam pengadaan screening di Kabupaten Banyumas, Tim Peneliti Thalassemia Fakultas Kedokteran Unsoed menemui beberapa permasalahan yaitu hasil screening yang hanya dapat menunjukkan apabila individu merupakan pembawa sifat thalassemia minor atau tidak. Hal ini mengakibatkan masalah dikarenakan hasil screening yang baik adalah berupa sebuah probabilitas. Masalah kedua adalah belum adanya sistem informasi yang terintegrasi untuk pengendalian thalassemia di Kabupaten Banyumas. Solusi dari kedua permasalahan tersebut adalah membangun sebuah aplikasi screening thalassemia minor. Aplikasi menggunakan metode data mining C4.5 untuk menghitung kemungkinan thalassemia minor pada individu. Aplikasi dibuat dengan berbasis website menggunakan Laravel untuk mempercepat pengembangan website. Sistem juga menggunakan web service untuk dapat mengakses algoritma C4.5 yang dibuat.

Kata kunci: C4.5, data mining, laravel, thalassemia minor, web service

1. PENDAHULUAN

Thalassemia adalah kelainan darah genetik yang ditandai dengan kurangnya jumlah hemoglobin dan sel darah merah dalam tubuh dari jumlah normal. Penyakit ini mengakibatkan pembentukan hemoglobin yang tidak sempurna serta sel darah merah yang mudah rusak dan berumur pendek. Akibat kerusakan pada hemoglobin dan sel darah merah, penderita penyakit ini mengalami anemia dan

harus melakukan transfusi darah secara rutin [1]. Thalassemia terbagi menjadi tiga jenis yaitu thalassemia mayor, thalassemia intermedia, dan thalassemia minor. Thalassemia mayor menduduki urutan kelima dalam daftar penyakit katastropik nasional. Thalassemia minor merupakan jenis thalassemia dimana satu gen beta globin bermutasi. Penderita penyakit ini hanya mengalami anemia ringan dan ukuran sel darah merah penderita mengecil. Apabila dua individu yang membawa sifat

thalassemia minor menikah, anak tersebut memiliki potensi sebesar 25% untuk mengidap thalassemia mayor [2]. Thalassemia belum dapat disembuhkan, tetapi penyakit ini dapat dicegah dengan melakukan *screening* kepada suatu individu. *Screening* bertujuan untuk mengetahui ada tidaknya pembawa sifat thalassemia pada tubuh.

Banyumas merupakan Kabupaten dengan tingkat prevalensi *carrier* thalassemia yang cukup tinggi yaitu kurang lebih 8% [3]. Dalam pengadaan *screening* di Kabupaten Banyumas, Tim Peneliti Thalassemia Fakultas Kedokteran Unsoed menemui beberapa permasalahan. Permasalahan yang ditemui adalah hasil *screening* yang hanya menunjukkan apabila individu positif atau negatif memiliki pembawa sifat thalassemia minor. Hal ini mengakibatkan masalah dikarenakan hasil *screening* yang baik adalah berupa sebuah probabilitas.

Masalah kedua adalah belum adanya sistem informasi atau aplikasi yang terintegrasi untuk pengendalian thalassemia di Kabupaten Banyumas. Kedua hal tersebut menyebabkan terjadinya kesalahan dalam hasil pengecekan laboratorium dan kesulitan dalam mengelola data untuk pengendalian thalassemia pada instansi dan aparat kesehatan di Kabupaten Banyumas.

Beberapa penelitian terkait telah dilakukan untuk mengatasi permasalahan yang terkait dengan prediksi atau klasifikasi yaitu dengan menggunakan algoritma *data mining* diantaranya yaitu menggunakan metode Naïve Bayes [4], *K-Nearest Neighbor* [5], *Random Forest* [6], dll.

C4.5 Classifier merupakan salah satu algoritma *data mining* untuk membuat sebuah pohon keputusan (*decision tree*) untuk menyelesaikan permasalahan prediksi atau klasifikasi [7]. Algoritma ini telah digunakan pada beberapa penelitian terkait [7]–[9]. Algoritma *C4.5* akan dibangun dengan bahasa pemrograman Python.

Laravel adalah sebuah *framework* berbasis bahasa pemrograman PHP yang menganut konsep MVC (*Model, View, dan Controller*). Konsep MVC merupakan sebuah konsep yang memisah bagian tampilan (*front-end*) dan bagian pengelolaan data (*back-end*) [10]. Laravel memiliki banyak fitur unggulan yang dapat memudahkan pengembang dalam membangun website [11].

Untuk menghubungkan algoritma dengan Laravel dibutuhkanlah sebuah *web service*. *Web Service* adalah suatu perangkat lunak yang mendukung interaksi antar mesin melalui jaringan komputer. *Web Service* yang berisi sekumpulan fungsi, protokol komunikasi, atau *subroutine* disebut dengan API (*Application Programming Interface*) [12]. API *web service* dapat mempermudah dalam pengaksesan dan integrasi data serta dapat meningkatkan keamanan aplikasi [13].

Salah satu arsitektur dalam pembuatan *web service* adalah REST. REST merupakan salah satu

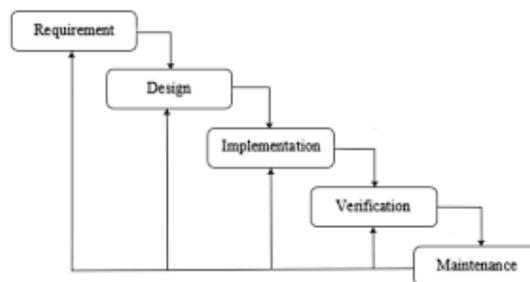
layanan yang memungkinkan komunikasi data melalui *Hypertext Transfer Protocol* (HTTP) [14].

Beberapa penelitian terkait telah dilakukan mengenai pengimplementasian REST *web service* yaitu pada penelitian [15], [16]. Melalui implementasi REST *web service* kedua perangkat lunak pada penelitian tersebut berhasil untuk saling berkomunikasi dan bertukar data.

Berdasarkan permasalahan dan metode yang telah dijelaskan sebelumnya, maka dalam penelitian ini akan dibangun sebuah aplikasi *screening* thalassemia minor menggunakan metode *C4.5* berbasis Laravel. Metode *C4.5* digunakan untuk membuat sebuah model klasifikasi thalassemia minor khusus berdasarkan data hasil *screening* thalassemia penduduk Kabupaten Banyumas. Dengan adanya sistem ini, diharapkan dapat menjadi solusi dari masalah pengendalian *screening* thalassemia minor di Kabupaten Banyumas. Diharapkan juga dapat membantu Tim Peneliti Thalassemia Fakultas Kedokteran Unsoed dalam mendiagnosis thalassemia minor pada individu.

2. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini, metodologi pengembangan yang digunakan adalah metode pengembangan *Waterfall*. Metode ini memiliki lima tahapan yaitu *Requirement*, *Design*, *Implementation*, *Verification*, dan *Maintenance*. Berikut adalah penerapan dari tahapan – tahapan metode *Waterfall* dalam perancangan sistem ini.



Gambar 1. Metode Pengembangan *Waterfall*

2.1 Requirement

Tahap Requirement merupakan tahap pengumpulan data dan kebutuhan dari sistem yang akan dibuat untuk mengetahui kebutuhan atau spesifikasi yang dibutuhkan oleh pengguna dalam aplikasi. Metode pengumpulan data yang digunakan adalah wawancara dengan Tim Peneliti Thalassemia Fakultas Kedokteran Unsoed. Pada tahap ini peneliti juga mendapat data kasus thalassemia minor yang digunakan untuk pembuatan model algoritma *C4.5*.

Setelah data terkumpul, data tersebut akan dianalisis agar peneliti mendapat gambaran dari alur sistem, kebutuhan, fitur – fitur, dan kebutuhan fungsional apa saja yang diperlukan. Berdasarkan hasil wawancara dengan Tim Peneliti Thalassemia

Fakultas Kedokteran Unsoed, Aplikasi Screening Thalassemia Minor ini terdiri dari enam pengguna yaitu Pasien atau umum, Admin, Admin Berita, Dokter, Dinas Kesehatan, dan Laboratorium. Sistem Informasi juga terdiri dari beberapa modul yaitu manajemen pengguna sistem, manajemen penyakit dan gejala, manajemen data pengetahuan, manajemen berita atau informasi, manajemen cascade sistem, serta modul monitoring dan reporting. Sistem juga harus dapat mengakses web service dan basis data pengetahuan model algoritma C4.5.

2.2 Design

Dalam tahap *design* hasil dari tahap analisis akan diubah menjadi solusi – solusi untuk memenuhi kebutuhan yang diperlukan oleh sistem. Solusi tersebut kemudian direpresentasikan ke dalam sebuah rancangan desain agar dapat diimplementasikan ke dalam kode pada tahap *Implementation*. Rancangan dari solusi yang diperoleh ditampilkan dalam bentuk diagram seperti *Flowchart*, *UML*, dan *ERD*.

2.3 Implementation

Pada tahap *implementation* hasil rancangan yang sudah dibuat akan diubah ke dalam bentuk kode program dan dibuatlah model algoritma C4.5 untuk *screening* Thalassemia Minor. Dalam penerapannya digunakan bahasa pemrograman *HTML*, *CSS*, *Javascript*, *PHP*, dan *Framework Laravel* dan menggunakan database *MySQL*.

Untuk *web service* digunakanlah *REST web service* agar aplikasi dapat mengakses model algoritma C4.5 yang terletak pada *web service* dengan mengimplementasikan salah satu framework *Python* yaitu *Flask*.

Data kasus thalassemia minor terdiri dari empat atribut yaitu *Hemoglobin (Hb)*, *Mean Corpuscular Volume (MCV)*, *Mean Corpuscular Hemoglobin (MCH)*, dan *DNA* yang bertindak sebagai label atribut. Atribut – atribut tersebut akan digunakan untuk membuat pohon keputusan model C4.5. Berikut adalah tahapan algoritma C4.5 dalam membangun pohon keputusan [8]:

1. Pilih atribut sebagai akar
2. Buat cabang untuk setiap atribut
3. Membagi kasus dalam cabang
4. Ulangi proses untuk masing – masing cabang sampai semua kasus pada cabang memiliki kelas yang sama.

Pemilihan atribut sebagai akar (*root*) ditentukan dengan menghitung *entropy* dan nilai *gain* pada setiap atribut. Berikut adalah rumus untuk menghitung *entropy* dan *gain* yang digunakan pada algoritma C4.5. Rumus *entropy* dijelaskan pada

Rumus 1 dan Rumus *gain* dijelaskan pada Rumus 2 [8]:

$$Entropy(S) = \sum_{i=1}^n - p_i * \log_2 p_i \quad (1)$$

Keterangan:

S = Himpunan kasus
n = Jumlah partisi S
p_i = Proporsi dari S_i terhadap S

$$Gain(S, A) = Entropy(S) - \sum_{i=1}^n \frac{|S_i|}{|S|} * Entropy(S_i) \quad (2)$$

Keterangan:

S = Himpunan kasus
A = Atribut
n = jumlah partisi atribut A
|S_i| = Jumlah kasus pada partisi ke-1
|S| = Jumlah kasus kedalam S

Setelah aplikasi dan model *screening* thalassemia minor telah dibuat, aplikasi dan model akan diuji pada tahap *verification*.

2.4 Verification

Pada tahap *verification* dilakukan pengujian pada aplikasi untuk mengetahui apakah sistem sudah memenuhi kebutuhan yang diperlukan, sesuai dengan hasil perancangan, dan apakah setiap fitur dapat berjalan dengan baik atau tidak. Dengan melakukan pengujian, kesalahan atau *error* yang akan muncul pada aplikasi dapat dicegah dan diperbaiki sebelum digunakan oleh pengguna. Pada tahapan ini dilakukan juga validasi terhadap fungsionalitas dan kebutuhan yang terdokumentasi dalam hasil rancangan. Proses pengujian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Black Box Testing*.

Untuk menguji model yang telah dibuat, digunakanlah *confusion matrix* untuk mengetahui tingkat *accuracy*, *precision*, dan *recall* dari model. Berikut adalah rumus dari *accuracy*, *precision*, dan *recall*:

$$Accuracy = \frac{True\ Positive + True\ Negative}{True\ Positive + False\ Positive + True\ Negative + False\ Negative} \quad (3)$$

$$Precision = \frac{True\ Positive}{True\ Positive + False\ Positive} \quad (4)$$

$$Recall = \frac{True\ Positive}{True\ Positive + False\ Negative} \quad (5)$$

2.5 Maintenance

Setelah melalui tahap *verification*, aplikasi yang telah dibuat akan diimplementasikan di lingkungan kerja pengguna dan digunakan oleh pengguna.

Aplikasi juga memerlukan *maintenance* (pemeliharaan) agar dapat terus berjalan dengan baik sehingga terhindar dari *error* atau kesalahan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian Tugas Akhir ini, Aplikasi Screening Thalassemia Minor Menggunakan Metode C4.5 Berbasis Laravel dibuat dengan metode pengembangan *Waterfall*. Berikut merupakan tahapan pengembangan sistem berdasarkan metode *Waterfall*.

3.1 Requirement

Pada tahap *Requirement* dikumpulkanlah data atau informasi untuk memperoleh kebutuhan – kebutuhan dari pengguna sistem.

Wawancara merupakan bagian dari tahap *requirement* untuk memperoleh data atau informasi mengenai kebutuhan sistem yang akan dikembangkan. Wawancara dilakukan kepada Tim Peneliti Thalassemia Fakultas Kedokteran Unsoed sebagai narasumber yang terkait dengan perancangan Aplikasi Screening Thalassemia Minor.

Berdasarkan hasil dari wawancara yang dilakukan, dapat diperoleh rincian mengenai aplikasi yang dibuat. Halaman Beranda akan tampil ketika seluruh pengguna (Pasien atau Umum, Admin, Admin Berita, Dokter, Dinas Kesehatan, dan Laboratorium) masuk ke dalam sistem. Di dalam Halaman Beranda terdapat artikel – artikel mengenai Thalassemia yang dapat dibaca oleh pasien atau pengguna umum. Lalu terdapat Halaman Berita dan Halaman Agenda menampilkan rangkaian berita atau agenda kepada Pasien atau umum. Jika Pasien atau pengguna umum ingin melakukan *screening* maka akan diarahkan ke Halaman Login. Jika belum memiliki akun maka terdapat Halaman Register untuk membuat akun. Setelah memiliki akun dan melakukan proses Login maka Pasien dapat melakukan *screening* Thalassemia pada Halaman Pemeriksaan.

Admin, Admin Berita, Dokter, Dinas Kesehatan, dan Laboratorium akan ditampilkan Halaman Dashboard ketika sudah Login. Fitur yang ditampilkan pada Halaman Dashboard akan

Gambar 2 memperlihatkan arsitektur dari aplikasi yang akan dikembangkan.

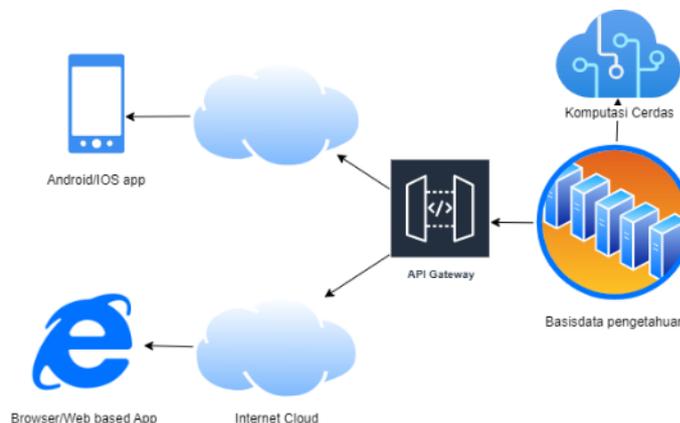
disesuaikan dengan *role* dari masing – masing akun. Admin Berita dapat mengakses menu Manajemen Berita untuk menambah, mengubah, melihat, dan menghapus berita, informasi atau agenda, dan artikel edukasi pada sistem. Dokter, Dinas Kesehatan, dan Laboratorium dapat mengakses menu Daftar Hasil Screening. Halaman ini berisi data hasil *screening* milik pasien. Pada halaman ini juga terdapat tombol Konfirmasi yang digunakan untuk menampilkan halaman konfirmasi. Halaman ini bertujuan untuk mengkonfirmasi hasil tes lanjutan Hb *Electrophoresis* dari pasien.

Admin selain memiliki menu yang hanya dapat diakses oleh dirinya sendiri juga dapat mengakses menu Manajemen Berita dan Daftar Hasil Screening. Menu yang hanya dapat diakses oleh Admin adalah menu Manajemen User, Data Master, dan Manajemen Model C4.5. Halaman Manajemen User merupakan halaman yang berfungsi untuk membuat, melihat, mengubah, dan menghapus akun Dokter, Dinas Kesehatan, Laboratorium, dan Admin Berita. Halaman Data Master merupakan halaman yang digunakan untuk menyetujui data hasil *screening* thalassemia dari pasien yang sudah dikonfirmasi statusnya melalui tes lanjutan Hb *Electrophoresis*. Halaman Manajemen Model C4.5 merupakan halaman yang berfungsi untuk membuat model C4.5 berdasarkan data – data baru yang telah terkumpul dan memilih model yang digunakan dalam proses *screening* Thalassemia pasien di dalam sistem. Seluruh pengguna (Pasien, Admin, Admin Berita, Dokter, Dinas Kesehatan, dan Laboratorium) juga dapat mengubah profil data diri dan password akun mereka.

3.2 Design

Setelah menganalisis kebutuhan sistem, maka berlanjut ke tahap design (perancangan).

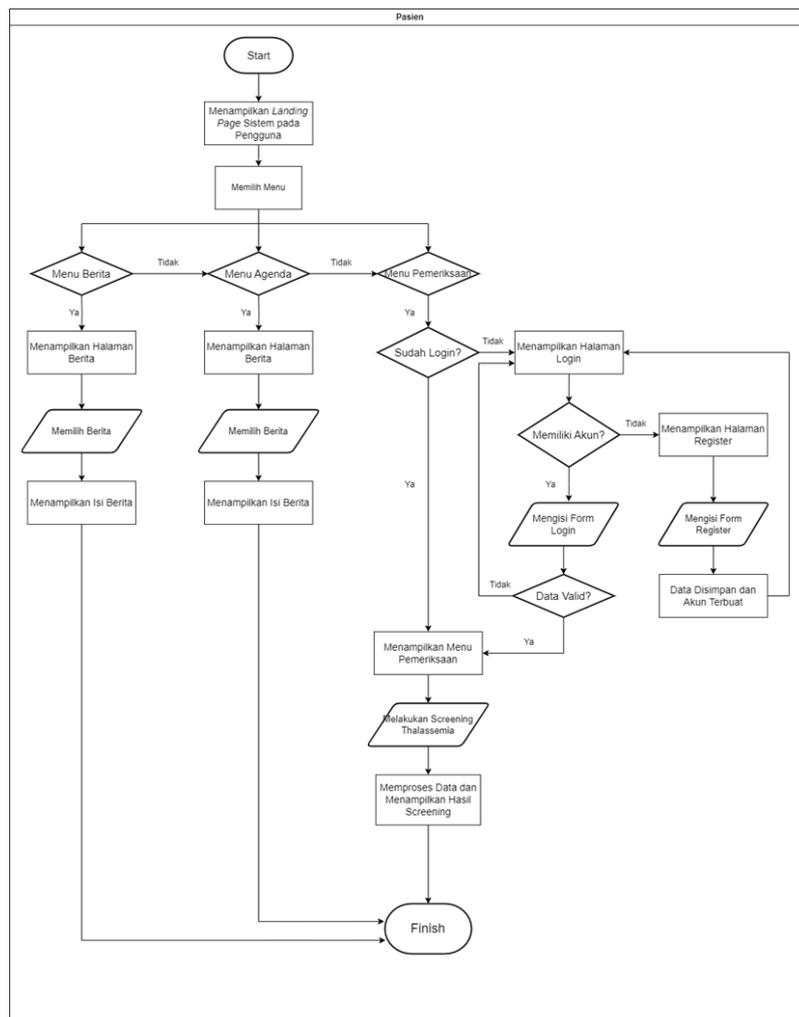
Secara umum arsitektur sistem terdiri atas 3 bagian mendasar yakni *web-based app*, *mobile app*, dan *backend core app*.



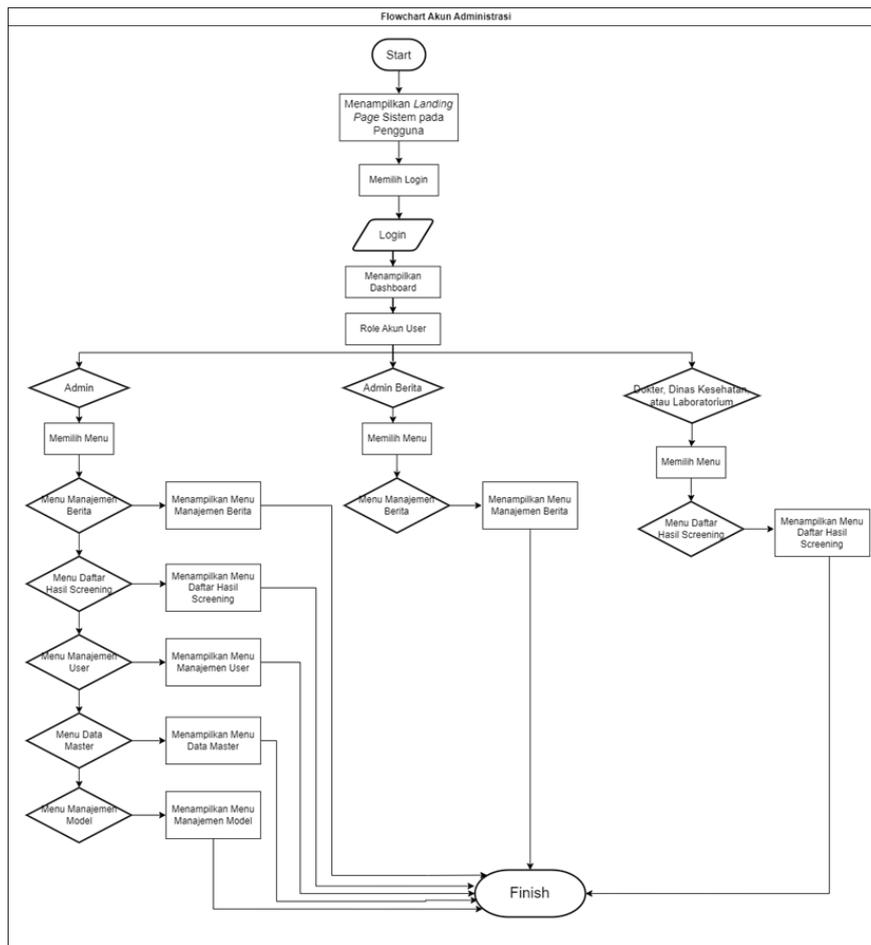
Gambar 2. Arsitektur Aplikasi Screening Thalassemia

Berdasarkan kebutuhan – kebutuhan yang telah disebutkan dibuatlah sebuah *flowchart*, *use case diagram*, serta *entity relationship diagram* dari aplikasi screening thalassemia. *Flowchart* terbagi Gambar 3 s.d. Gambar 6 adalah masing – masing *flowchart*, *use*

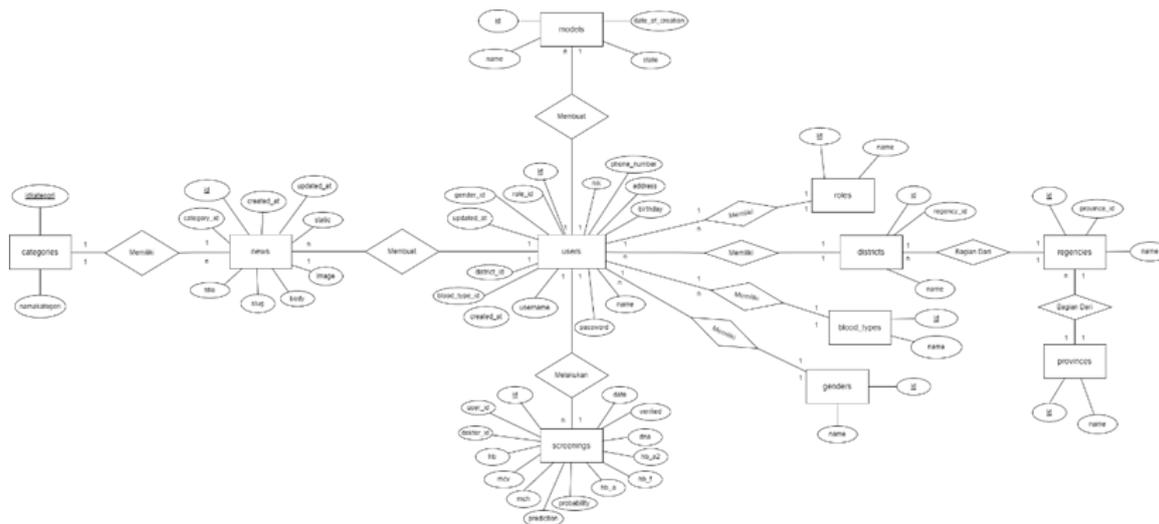
menjadi dua, yaitu alur sistem dari akun Pasien dan alur sistem dari akun Admin, Admin Berita, Dokter, Dinas Kesehatan, dan Laboratorium. *case diagram*, serta *entity relationship diagram* dari aplikasi screening thalassemia.



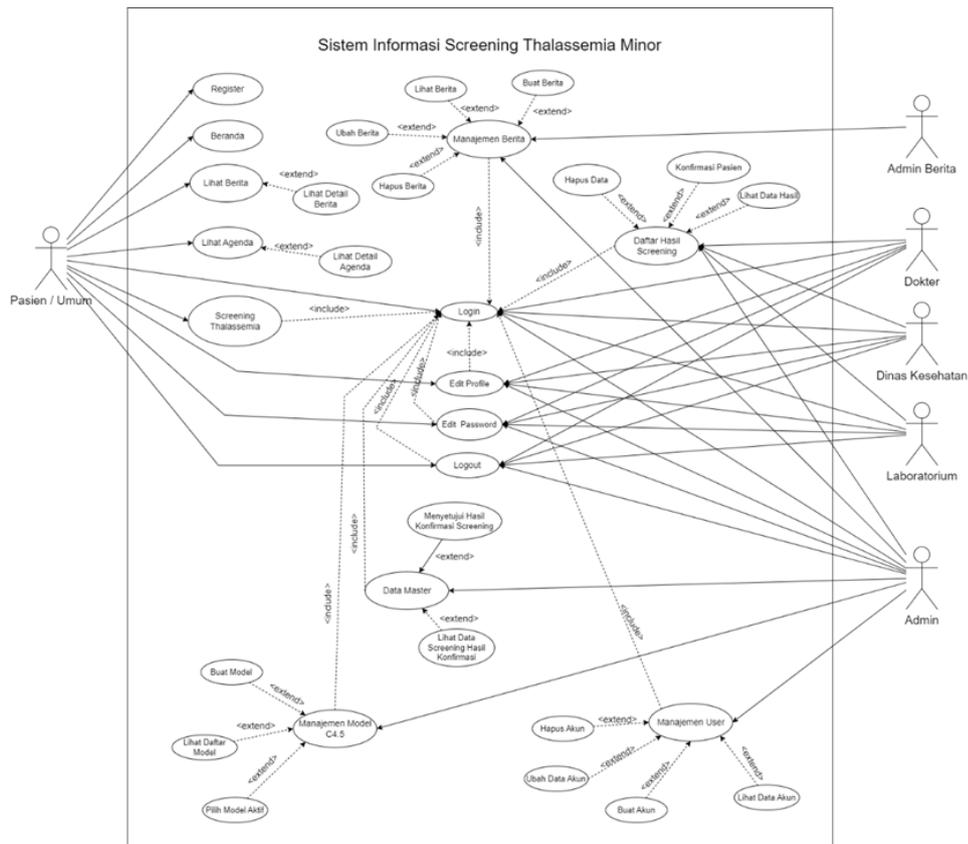
Gambar 3. Flowchart Akun Pasien



Gambar 4. Flowchart Akun Administrasi



Gambar 5. Entity Relationship Diagram Aplikasi

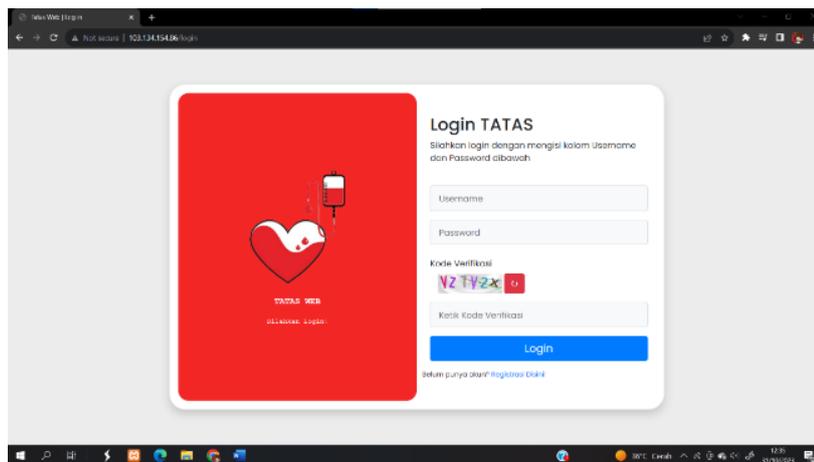


Gambar 6. Use Case Diagram Aplikasi

3.3 Implementation

Halaman Login merupakan halaman yang digunakan agar Pasien atau Pengguna Umum dapat mengakses menu pemeriksaan untuk melakukan screening Thalassemia. Halaman Login juga bertujuan untuk masuk ke halaman administrasi pada pengguna dengan akun Admin, Admin Berita, Dokter, Dinas Kesehatan, dan Laboratorium. Pengguna perlu memasukkan username dan

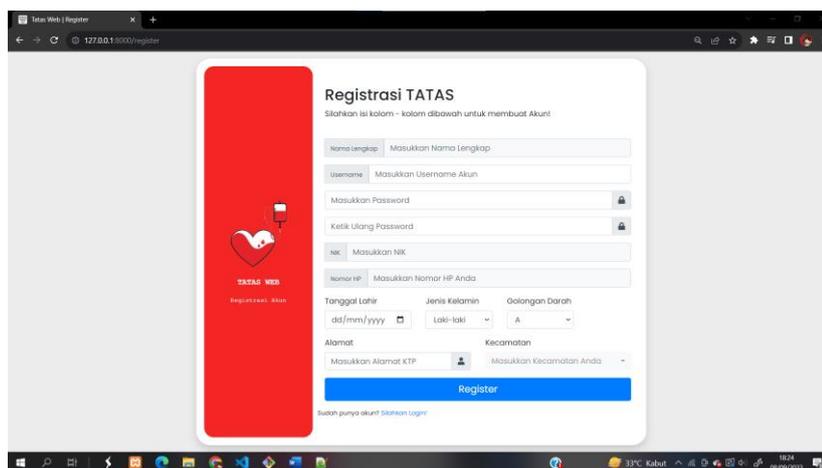
password mereka serta kode verifikasi, setelah itu sistem akan mengirimkan data pengguna menuju server Flask melalui API. Jika username dan password yang diinputkan valid, maka Server akan menghasilkan sebuah token yang digunakan untuk mengakses menu – menu yang melibatkan Server Flask seperti menu Pemeriksaan dan Manajemen Model. Halaman Login sistem dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Halaman Login

Halaman Register merupakan halaman yang digunakan oleh Pengguna Umum untuk membuat akun Pasien agar mereka dapat melakukan

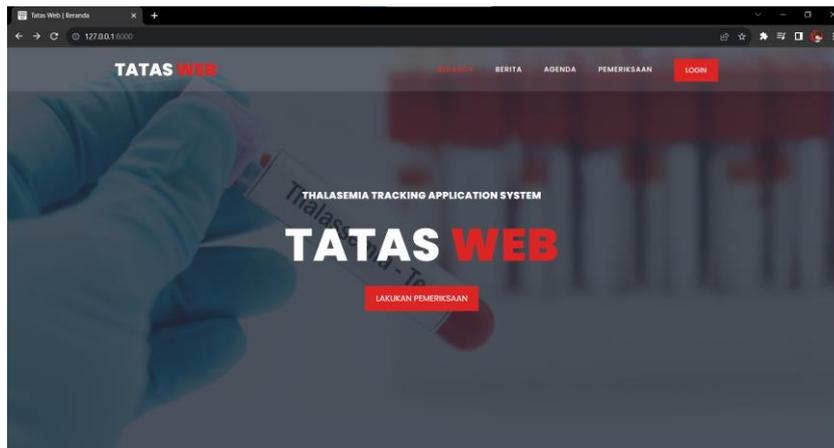
screening. Halaman Register sistem dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Halaman Register

Halaman Beranda bertindak sebagai *landing page* untuk Pengguna Umum atau Pasien. Pada halaman ini berisi artikel edukasi yang dapat

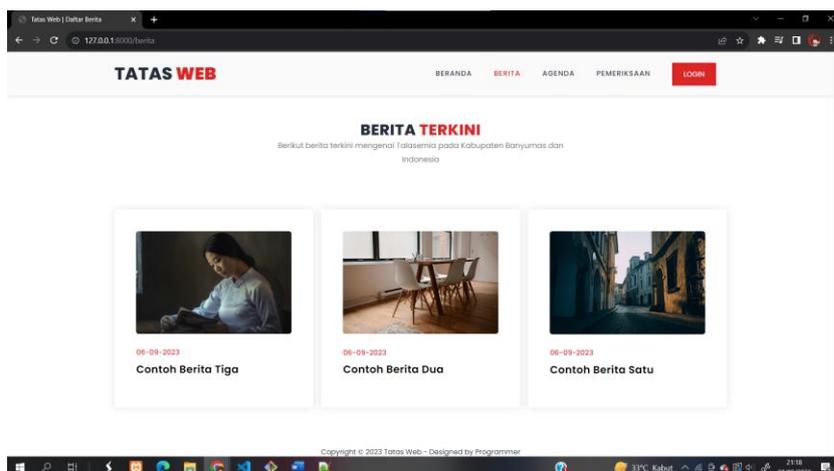
memberi pengetahuan seputar penyakit Thalassemia serta cara pencegahannya. Halaman Beranda dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Halaman Beranda

Halaman Berita merupakan halaman yang berisi daftar berita seputar Thalassemia yang dibuat oleh Admin atau Admin Berita. Pengguna Umum atau Pasien dapat membaca artikel dengan menekan judul dari artikel yang ingin dibaca. Jika ditekan, maka akan tampil isi keseluruhan artikel berita

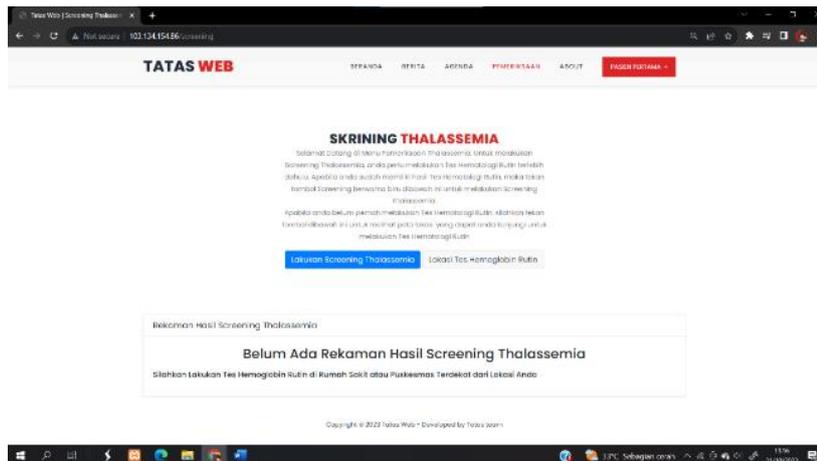
tersebut pada Halaman Detail Berita. Sama halnya dengan Halaman Berita, Halaman Agenda halaman yang berisi daftar agenda atau informasi seputar Thalassemia. Halaman Berita dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Halaman Berita

Halaman Pemeriksaan merupakan halaman yang digunakan untuk proses screening. Pada halaman ini terdapat rekaman hasil screening Pasien serta peta yang berisi lokasi Puskesmas atau Rumah Sakit yang dapat dikunjungi oleh Pasien untuk

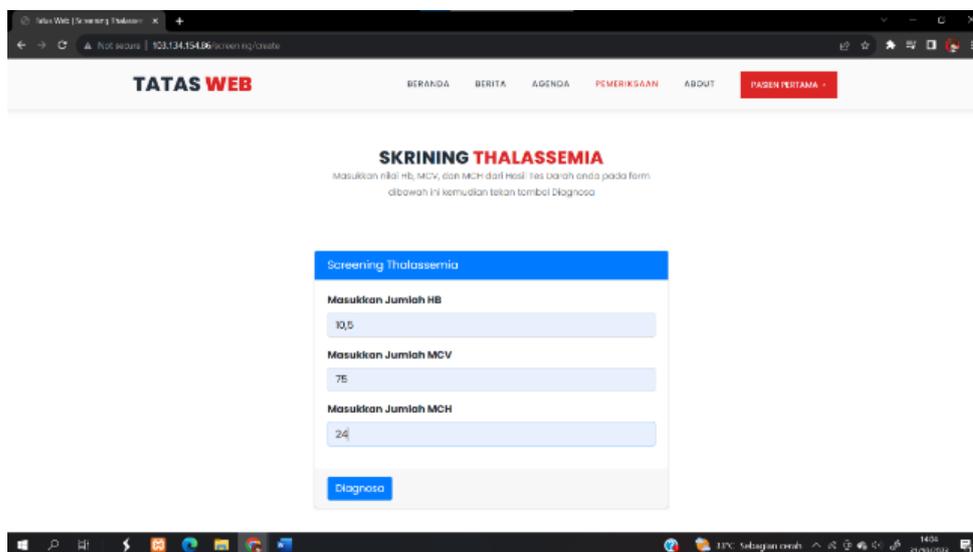
melakukan tes hemoglobin rutin yang dapat dilihat setelah menekan tombol lokasi tes hemoglobin rutin. Halaman Pemeriksaan dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Halaman Pemeriksaan

Untuk melakukan screening Pasien perlu menekan tombol ‘Lakukan Screening Thalassemia’. Setelah ditekan Pasien akan ditampilkan Halaman Screening Thalassemia. Pada halaman ini, Pasien dapat mengisikan nilai Hb, MCV, MCH yang diperoleh dari hasil tes hemoglobin rutin. Setelah diisi dan menekan tombol ‘Diagnosa’, data akan dikirimkan menuju Server Flask melalui API yang telah dibuat dimana data tersebut akan diproses oleh

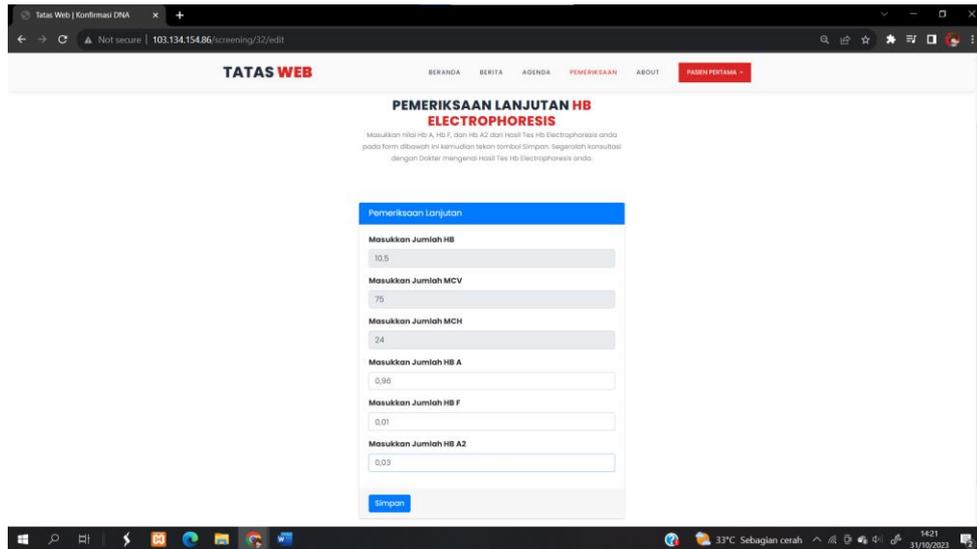
Model Screening Thalassemia menggunakan metode C4.5. Setelah diproses, hasil akan ditampilkan pada Halaman Pemeriksaan. Terdapat dua hasil prediksi yang dapat terjadi yaitu ‘Kecenderungan Positif’ dan ‘Kecenderungan Negatif’ dengan persentase probabilitas keyakinan dari hasil prediksi. Halaman Screening Thalassemia dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Halaman Screening Thalassemia

Apabila hasil prediksi ‘Kecenderungan Positif’ maka Pasien dianjurkan untuk melakukan Tes Hb *Electrophoresis*. Setelah Pasien mendapat hasil dari tes lanjutan maka, pasien dapat menginputkan hasil tersebut pada form tes lanjutan yang dapat diakses melalui link pada kolom status Pasien. Sesudah form

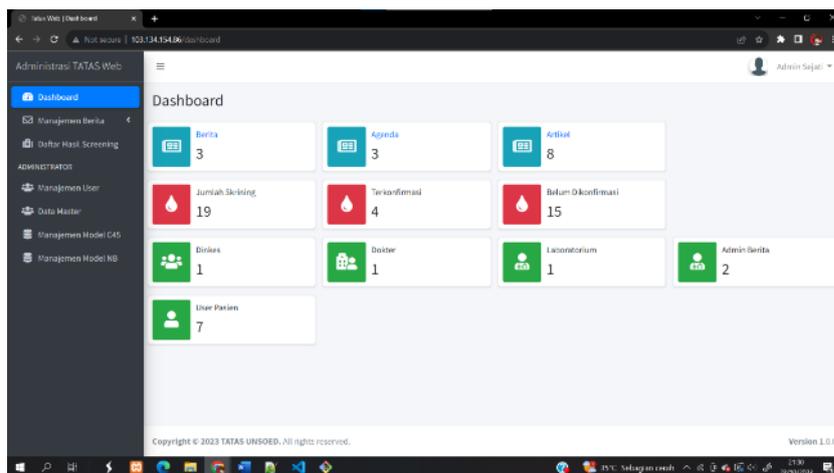
tersebut diisi dan disimpan, Pasien diharapkan untuk konsultasi dengan Dokter. Dokter akan menganalisis hasil tes lanjutan tersebut untuk memutuskan apabila Pasien positif memiliki Thalassemia Minor atau tidak. Halaman Tes Lanjutan dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Halaman Tes Lanjutan

Halaman Dashboard merupakan halaman yang tampil pertama kali ketika Admin, Admin Berita, Dokter, Dinas Kesehatan, atau Laboratorium telah Login. Pada halaman ini terdapat informasi

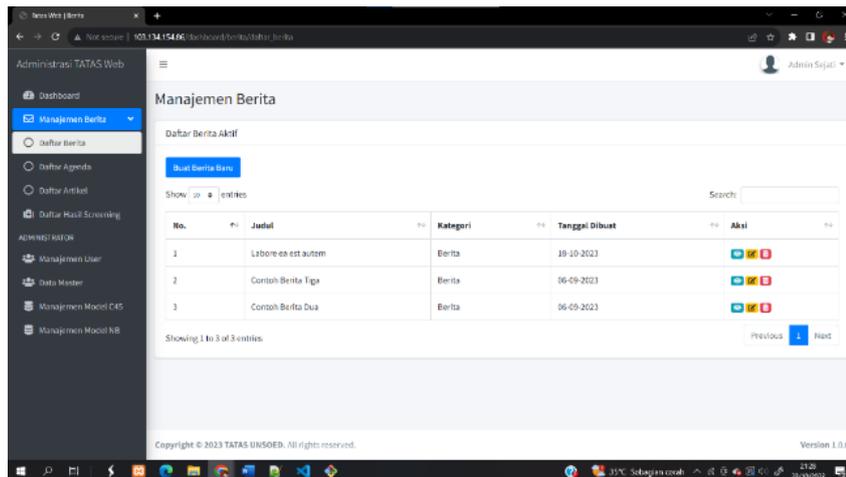
mengenai berbagai menu sesuai dengan *role* akun masing – masing. Halaman Dashboard dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Halaman Dashboard

Halaman Manajemen Berita merupakan halaman yang digunakan oleh Admin dan Admin Berita untuk mengelola artikel – artikel berita yang ada pada sistem. Halaman Manajemen Berita memiliki tiga submenu yaitu Daftar Berita, Agenda, dan Artikel Edukasi. Pada halaman utama

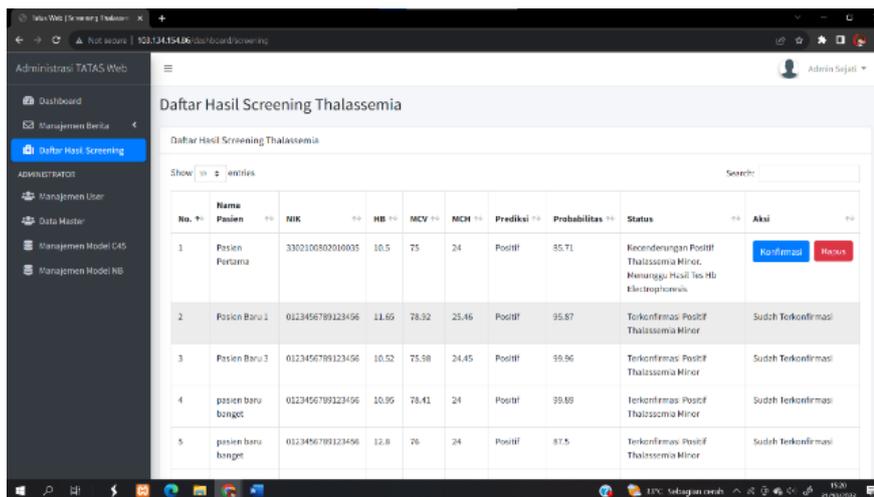
Manajemen Berita terdapat daftar yang berisi artikel – artikel aktif pada sistem sesuai dengan submenu yang dipilih. Halaman Manajemen Berita memiliki empat menu untuk membuat, mengubah, melihat detail, dan menghapus artikel berita. Halaman Manajemen Berita dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Halaman Manajemen Berita

Halaman Daftar Hasil Screening merupakan halaman yang berisi daftar hasil screening dari Pasien. Pada halaman ini Admin, Dokter, Dinas Kesehatan, atau Laboratorium dapat melihat nilai hasil tes darah Pasien dan hasil prediksi dan

probabilitas yang telah dihitung oleh sistem. Terdapat dua menu pada halaman ini yaitu Konfirmasi serta Hapus. Halaman Daftar Hasil Screening dapat dilihat pada Gambar 16.



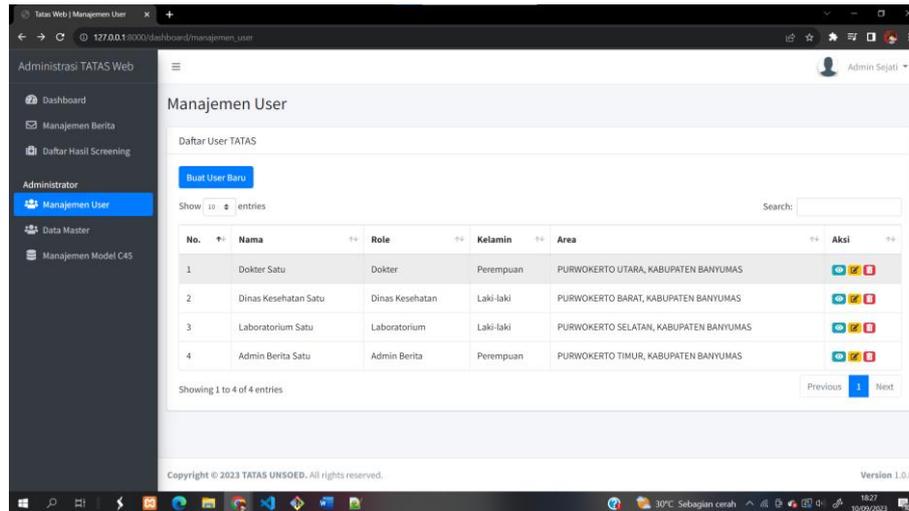
Gambar 16. Halaman Daftar Hasil Screening

Menu Konfirmasi digunakan oleh Aparat Kesehatan (Dokter, Dinas Kesehatan, dan Laboratorium) untuk mengkonfirmasi Thalassemia Minor pada Pasien setelah dianjurkan untuk melakukan Tes Lanjutan Hb *Electrophoresis*. Pada halaman ini terdapat form yang berisi data hasil screening dari Pasien serta *radio button* yang berisi dua opsi yaitu Positif atau Negatif, *Radio button* ini digunakan untuk mengkonfirmasi Thalassemia Minor pada Pasien.

Menu Hapus digunakan apabila terdapat data Pasien yang belum terkonfirmasi melalui Tes Lanjutan Hb *Electrophoresis* yang ingin dihapus. Admin, Dokter, Dinas Kesehatan, atau Laboratorium

dapat menghapus data tersebut dengan menekan tombol Hapus.

Halaman Manajemen User merupakan menu yang hanya dapat diakses oleh Admin yang berfungsi untuk mengelola akun Admin Berita, Dokter, Dinas Kesehatan, dan Laboratorium. Pada halaman utama Manajemen User terdapat daftar akun yang aktif pada sistem. Halaman Manajemen User memiliki empat menu untuk membuat, mengubah, melihat detail, dan menghapus akun Admin Berita serta Aparat Kesehatan (Dokter, Dinas Kesehatan, dan Laboratorium). Halaman Manajemen User dapat dilihat pada Gambar 17.



Gambar 17. Halaman Manajemen User

Halaman Data Master merupakan halaman yang dapat diakses oleh Admin yang berfungsi untuk mengkonfirmasi data screening Pasien yang telah dikonfirmasi melalui Tes lanjutan Hb *Electrophoresis* oleh Dokter, Dinas Kesehatan, atau

Laboratorium. Data screening Pasien yang telah disetujui dapat digunakan oleh sistem dalam membangun model screening C4.5 baru. Halaman Data Master dapat dilihat pada Gambar 18.

No.	Nama Pasien	HB	MCV	MCH	Prediksi	Probabilitas	DINA	Dokter Penanggungjawab	Aksi
1	Pasien Baru 1	11.65	78.52	25.46	Positif	95.87%	Positif	Pasien Baru 1	Sudah Disetujui
2	Pasien Baru 3	10.52	75.58	24.45	Positif	95.96%	Positif	Pasien Baru 3	Sudah Disetujui
3	pasien baru banget	10.95	78.41	24	Positif	95.89%	Positif	pasien baru banget	Sudah Disetujui
4	pasien baru banget	12.8	75	24	Positif	97.5%	Positif	Dokter Satu	Sudah Disetujui
5	pasien tiga	10.5	75	24	Positif	89.71%	Positif	Dokter Satu	Sudah Disetujui
6	Pasien Baru	10.5	75	24	Positif	95.98%	Positif	Admin Sejati	[Aktifkan]
7	Pasien Baru	10.5	75	24	Positif	89.71%	Positif	Dokter Satu	Sudah Disetujui

Gambar 18. Halaman Data Master

Halaman Manajemen Model merupakan halaman dimana Admin dapat mengelola Model C4.5 yang digunakan untuk screening pada sistem. Pada halaman ini terdapat daftar model - model C4.5 pada sistem. Pada halaman ini terdapat menu Buat Model yang dapat membuat model screening C4.5 baru berdasarkan dataset dan hasil screening Pasien yang telah disetujui sebelumnya pada Halaman Data Master.

Untuk mengakses menu ini Admin dapat menekan tombol 'Buat Model Baru' yang ada pada halaman. Jika ditekan maka sistem akan menampilkan Halaman Buat Model dimana terdapat form untuk mengisi nama model screening C4.5 yang akan dibuat. Jika sudah diisi tekan tombol 'Buat Model'. Kemudian server Flask akan menerima data nama dari model dan membangun

model C4.5 tersebut. Jika telah dibangun maka model akan disimpan dan akan muncul pada daftar model pada Halaman Manajemen Model.

Untuk mengaktifkan model yang telah dibuat, Admin cukup menekan tombol 'Aktifkan' pada model yang ingin diaktifkan. Aplikasi kemudian akan memunculkan peringatan yang jika disetujui, akan menggunakan model yang dipilih sebagai model screening Thalassemia Minor Pasien.

Halaman Ubah Profile merupakan halaman yang dapat digunakan oleh Pasien, Admin, Admin Berita, Dokter, Dinas Kesehatan, dan Laboratorium untuk melengkapi atau mengubah data diri mereka. Halaman ini dapat diakses pada bagian *dropdown navbar* setiap akun.

Halaman Ubah password adalah halaman yang dapat digunakan oleh Pasien, Admin, Admin Berita,

Dokter, Dinas Kesehatan, dan Laboratorium untuk mengubah password akun mereka. Halaman ini dapat diakses pada bagian *dropdown navbar* setiap akun.

Modul Algoritma Cerdas merupakan modul yang bertugas untuk membangun sebuah model screening thalassemia dengan metode C4.5 berdasarkan sebuah dataset pada server Flask. Modul ini mengimplementasikan beberapa *library* dari Python untuk membuat model C4.5 seperti NumPy, Pandas, sklearn, dan pickle.

Untuk membuat model C4.5 digunakanlah *library* sklearn. Untuk fungsi *training* dan *testing* model masih menggunakan fungsi - fungsi bawaan dari *library* sklearn. *Library* sklearn juga dapat menghitung nilai *accuracy*, *recall*, dan *precision* dari model yang telah dibuat. Model yang telah dibuat disimpan kedalam server menggunakan fungsi dari *library* pickle.

Ketika Pasien mengirimkan data screening mereka seperti Hb, MCV, dan MCH melalui HTTP, server akan menguji data tersebut pada model C4.5. Hasil prediksi serta probabilitas Thalassemia Minor Pasien akan dikirim kembali dalam bentuk JSON menuju sistem untuk ditampilkan ke Pasien.

Admin dapat membuat model baru berdasarkan data – data hasil screening yang telah disetujui dan terkumpul pada sistem. Data – data tersebut didapatkan melalui database dan disimpan kedalam sebuah *dataframe* yang berisi data – data screening lama untuk membangun sebuah model screening C4.5 baru. Model tersebut kemudian disimpan menggunakan *library* pickle agar dapat digunakan oleh sistem.

3.4 Verification

Pada tahapan Verifikasi (*Verification*), sistem yang telah dibuat diuji untuk mengetahui apakah sistem sudah memenuhi fungsionalitas dan kebutuhan yang diperlukan, sesuai dengan hasil perancangan, dan apakah setiap fitur dapat berjalan dengan baik atau tidak. Dengan melakukan pengujian, kesalahan atau error yang akan muncul pada sistem dapat dicegah dan diperbaiki sebelum digunakan oleh user. Proses pengujian terdiri dari dua bagian yaitu pengujian sistem dan pengujian model. Metode pengujian sistem yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Black Box Testing* sedangkan metode pengujian model yang digunakan adalah *confusion matrix*.

Tabel 1. Hasil Pengujian Black Box

No.	Nama Halaman	Jumlah Test Case	Hasil yang Diharapkan	Keterangan
1.	Halaman Login	10	Setiap Pengguna Berhasil Login	Valid
2.	Halaman Register	18	Pengguna Umum dapat membuat Akun Pasien	Valid
3.	Halaman Beranda	2	Menampilkan Halaman Beranda	Valid
4.	Halaman Berita	2	Menampilkan Daftar Berita	Valid
5.	Halaman Agenda	2	Menampilkan Daftar Agenda	Valid
6.	Halaman Pemeriksaan	14	Pasien dapat melakukan Screening Thalassemia Minor dan menampilkan hasil prediksi	Valid
7.	Halaman Dashboard	1	Menampilkan Halaman Dashboard untuk Admin, Admin Berita, Dokter, Dinas Kesehatan, atau Laboratorium	Valid
8.	Halaman Manajemen Berita	23	Admin dan Admin Berita dapat membuat, mengubah, melihat, dan menghapus berita	Valid
9.	Halaman Daftar Hasil Screening	6	Admin, Dokter, Dinas Kesehatan, dan Laboratorium dapat melihat daftar hasil screening dari Pasien, mengonfirmasi status Thalassemia Minor pasien, serta menghapus data hasil screening pasien	Valid
10.	Halaman Manajemen User	21	Admin dapat membuat, mengubah, menghapus, dan melihat detail akun serta menampilkan daftar pengguna akun Admin Berita, Dokter, Dinas Kesehatan, dan Laboratorium	Valid
11.	Halaman Data Master	4	Admin dapat menyetujui data screening Thalassemia Minor pasien untuk digunakan dalam proses pembuatan model screening Thalassemia Minor yang baru	Valid
12.	Halaman Manajemen Model	9	Admin dapat membuat model screening Thalassemia Minor baru serta mengatur model screening yang akan digunakan pada aplikasi	Valid
13.	Halaman Ubah Profile	16	Setiap Akun dapat mengubah data profil mereka	Valid
14.	Halaman Ubah Password	6	Setiap Akun dapat mengubah password yang digunakan untuk Login ke aplikasi	Valid

Hasil Pengujian *Black Box* menunjukkan bahwa semua fitur dan menu dalam sistem yang telah dibuat sudah sesuai dengan yang diharapkan pengembang ditunjukkan dengan hasil pengujian setiap menu atau fitur yaitu Valid.

Confusion Matrix adalah metode untuk memvalidasi hasil dari model screening Thalassemia dengan metode C4.5 pada penelitian ini. Ada tiga

parameter yang digunakan untuk memvalidasi model yang dibuat yaitu *Accuracy*, *Precision*, dan *Recall*. Pengujian model screening C4.5 pada sistem menggunakan fungsi *confusion matrix* pada *library* sklearn. Berikut adalah hasil pengujian *confusion matrix* yang diperoleh model screening.

```

PS D:\Projek Laravel\flask-tatas-main> & C:/Use
_engine.py"
Hasil Confusion Matrix Model C4.5:
True Negative: 48
False Positive: 1
False Negative: 3
True Positive: 3
Nilai Accuracy 0.9272727272727272
Nilai Precision 0.75
Nilai Recall 0.5
PS D:\Projek Laravel\flask-tatas-main>

```

Gambar 19. Hasil Pengujian Confusion Matrix pada Model Screening C4.5

```

=== Summary ===
Correctly Classified Instances      51      92.7273 %
Incorrectly Classified Instances    4       7.2727 %
Kappa statistic                    0.7082
Mean absolute error                 0.1004
Root mean squared error             0.265
Relative absolute error             44.3846 %
Root relative squared error        70.3613 %
Total Number of Instances          55

=== Detailed Accuracy By Class ===
                TP Rate  FP Rate  Precision  Recall  F-Measure  MCC   ROC Area  PRC Area  Class
                0.978   0.333   0.938     0.978   0.957     0.716  0.822   0.935   Negatif
                0.667   0.022   0.857     0.667   0.750     0.716  0.822   0.626   Positif
Weighted Avg.   0.927   0.282   0.924     0.927   0.924     0.716  0.822   0.885

=== Confusion Matrix ===
 a b  <-- classified as
45 1 | a = Negatif
 3 6 | b = Positif

```

Gambar 20. Hasil Pengujian *Confusion Matrix* Model Screening C4.5 pada Aplikasi Weka

Dari hasil pengujian diperoleh nilai *accuracy* senilai 92,7273%, *precision* sebesar 0,857, dan *recall* sebesar 0,667 untuk model screening C4.5 pada aplikasi Weka.

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan pada model screening C4.5, model yang telah dibuat mendapat skor *accuracy* yang cukup baik sebesar 92,7273% pada sistem maupun aplikasi Weka. Sehingga, model screening *Thalassemia* yang telah dibuat dapat digunakan pada sistem.

3.5 Maintenance

Pada tahapan *Maintenance*, sistem yang sudah diuji akan *dideploy*. Aplikasi Screening *Thalassemia Minor* Menggunakan Metode C4.5 Berbasis Laravel akan dipelihara (*maintenance*) agar sistem dapat terus berjalan dan terhindar dari error atau kesalahan.

4. DISKUSI

Aplikasi yang dikembangkan pada penelitian ini merupakan aplikasi screening *Thalassemia Minor* yang dibuat berdasarkan kebutuhan dari Tim Peneliti *Thalassemia Fakultas Kedokteran Unsoed*. Dalam proses pengembangan, setiap fitur dan menu pada aplikasi membutuhkan persetujuan dari Tim Peneliti

Dari hasil pengujian diperoleh nilai *accuracy* senilai 92,7273%, *precision* sebesar 0,75, dan *recall* sebesar 0,5 untuk model screening C4.5.

Untuk memvalidasi hasil pengujian *confusion matrix* dari model, dilakukan juga pengujian *confusion matrix* dari model pada aplikasi Weka. Weka merupakan aplikasi yang menyediakan alat – alat untuk preprocessing data serta mengimplementasikan algoritma – algoritma *machine learning* seperti metode C4.5. Hasil perhitungan model screening C4.5 pada Weka adalah sebagai berikut.

Thalassemia Fakultas Kedokteran Unsoed agar sesuai dengan kebutuhan mereka. Data dan *variable* yang digunakan pada aplikasi ini digunakan berdasarkan pengetahuan yang di dapat dari Tim Peneliti *Thalassemia Fakultas Kedokteran Unsoed*.

Beberapa penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh [17], [18] menunjukkan pengimplementasian algoritma C4.5 pada aplikasi berbasis *website* mampu menjadi solusi untuk menyelesaikan permasalahan klasifikasi serta mempermudah pengguna dalam menentukan keputusan. Dampak positif adanya aplikasi screening *Thalassemia Minor* yaitu mampu memberikan kemudahan dalam pengelolaan data mengenai proses screening *Thalassemia Minor* dan kemudahan pengaksesan data karena aplikasi berbasis *website* dan data sudah terintegrasi dalam database. Dengan menerapkan algoritma C4.5 aplikasi berbasis *website* ini juga dapat memudahkan Pasien untuk melakukan screening *Thalassemia Minor*. Aplikasi ini juga dapat membantu Tim Peneliti *Thalassemia Fakultas Kedokteran Unsoed* untuk mendata Pasien *carrier* gen *Thalassemia Minor* di Kabupaten Banyumas.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari pembuatan Aplikasi Screening Thalassemia Minor Menggunakan Metode C4.5 Berbasis Laravel dapat disimpulkan bahwa:

1. Aplikasi Screening Thalassemia Minor terdiri dari enam pengguna yaitu Pasien, Admin, Admin Berita, Dokter, Dinas Kesehatan, dan Laboratorium. Pasien dapat membaca artikel berita, edukasi, agenda, dan melakukan screening Thalassemia. Admin dan Admin Berita dapat mengelola artikel berita pada sistem. Admin, Dokter, Dinas Kesehatan, dan Laboratorium dapat memonitor hasil screening Pasien serta mengkonfirmasi Thalassemia Pasien. Admin dapat mengelola Pengguna sistem selain Pasien, menyetujui data screening Pasien yang telah dikonfirmasi, serta mengelola model screening C4.5 pada sistem.
2. Dengan adanya Aplikasi Screening Thalassemia Minor, Tim Peneliti Thalassemia Fakultas Kedokteran Unsoed dapat mengelola data mengenai proses screening Thalassemia Minor secara terintegrasi dan tersimpan dalam suatu database. Sehingga diharapkan dapat membantu Tim Peneliti dalam mengendalikan screening thalassemia minor di Kabupaten Banyumas serta dapat membantu dalam mendiagnosis thalassemia minor pada individu.
3. Dengan adanya Aplikasi Screening Thalassemia Minor yang berbasis website, Pasien dapat mengetahui informasi dan berita terkini mengenai Thalassemia serta dapat melakukan screening Thalassemia Minor kapanpun dan dimanapun.
4. Hasil pengujian *black box* pada Aplikasi Screening Thalassemia Minor menunjukkan bahwa sistem sudah sesuai dengan rancangan yang dibuat dibuktikan dengan hasil pengujian yang menunjukkan hasil Valid pada setiap *test case*.
5. Berdasarkan hasil pengujian *confusion matrix* dapat disimpulkan bahwa model C4.5 yang digunakan pada Aplikasi Screening Thalassemia Minor layak digunakan untuk melakukan prediksi pada proses screening Thalassemia Pasien dilihat dari Model screening C4.5 yang memperoleh skor *accuracy* sebesar 92,7273%, *precision* sebesar 75%, dan *recall* sebesar 50%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. K. Rediyanto, "Deteksi Dini Thalassemia," *Pratista Patol.*, vol. 8, no. 1, 2023.
- [2] F. A. Khikmah dan H. S. Prijoprano, "Prevalensi Thalassemia Beta Minor Dengan Menggunakan Indeks Mentzer Pada Pasien Anemia Suku Sabu Di Rsud Sabu Raijua," *Journals Ners Community*, vol. 13, no. 2, hal. 301–306, 2022.
- [3] L. Rujito, Q. Santosa, D. W. D. Lestari, E. Sutrisna, dan A. T. Hapsari, "Pelatihan Deteksi Karier Thalassemia kepada Bidan di Banyumas," *Din. J. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 5, no. 5, hal. 1074–1078, 2021, doi: 10.31849/dinamisia.v5i5.4659.
- [4] D. Y. Liliana, H. Maulana, dan A. Setiawan, "Data Mining untuk Prediksi Status Pasien Covid-19 dengan Pengklasifikasi Naive Bayes," *Multinetics*, vol. 7, no. 1, hal. 48–53, 2021, doi: 10.32722/multinetics.v7i1.3786.
- [5] Hozairi, Anwari, dan S. Alim, "Implementasi Orange Data Mining Untuk Klasifikasi Kelulusan Mahasiswa Dengan Model K-Nearest Neighbor, Decision Tree Serta Naive Bayes," *Netw. Eng. Res. Oper.*, vol. 6, no. 2, hal. 133, 2021, doi: 10.21107/nero.v6i2.237.
- [6] P. T. L. Dewi, F. Dewanta, dan M. A. Nugroho, "Implementasi Machine Learning Model Deployment Pada Website Pemantauan Kondisi Sungai Citarum Menggunakan Platform-," *e-Proceeding Eng.*, vol. 8, no. 6, hal. 3064–3074, 2022.
- [7] S. Ucha Putri, E. Irawan, F. Rizky, S. Tunas Bangsa, P. A. -Indonesia Jln Sudirman Blok No, dan S. Utara, "Implementasi Data Mining Untuk Prediksi Penyakit Diabetes Dengan Algoritma C4.5," *J. Penerapan Sist. Inf. (Komputer Manajemen)*, vol. 2, no. 1, hal. 39–46, 2021.
- [8] S. Febriani dan H. Sulistiani, "ANALISIS DATA HASIL DIAGNOSA UNTUK KLASIFIKASI GANGGUAN KEPERIBADIAN MENGGUNAKAN ALGORITMA C4.5," *J. Teknol. dan Sist. Inf.*, vol. 2, no. 4, hal. 89–95, 2021.
- [9] K. F. Irnanda, D. Hartama, dan A. P. Windarto, "Analisa Klasifikasi C4.5 Terhadap Faktor Penyebab Menurunnya Prestasi Belajar Mahasiswa Pada Masa Pandemi," *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 5, no. 1, hal. 327, 2021, doi: 10.30865/mib.v5i1.2763.
- [10] F. A. Fauzi dan F. Darmawan, "Pembangunan Aplikasi E-Commerce berbasis Website Menggunakan Laravel," *Pasinformatik*, vol. 2, no. 6, hal. 1–7, 2023.
- [11] D. Aipina dan H. Witriyono, "Pemanfaatan Framework Laravel Dan Framework Bootstrap Pada Pembangunan Aplikasi Penjualan Hijab Berbasis Web," *J. Media Infotama*, vol. 18, no. 1, hal. 36–42, 2022.
- [12] P. B. Ramadhanu dan A. T. Priandika, "Rancang Bangun Web Service Api Aplikasi Sentralisasi Produk Umkm Pada

- Uptd Plut Kumkm Provinsi Lampung,” *J. Teknol. dan Sist. Inf.*, vol. 2, no. 1, hal. 59–64, 2021, [Daring]. Tersedia pada: <http://jim.teknokrat.ac.id/index.php/JTSl>.
- [13] Baharuddin, H. Wakkang, dan B. Irianto, “Implementasi Web Service Dengan Metode Rest Api Untuk Integrasi Data Covid 19 Di Sulawesi Selatan,” *J. Sintaks Log.*, vol. 2, no. 1, hal. 12–22, 2022, [Daring]. Tersedia pada: <https://jurnal.umpar.ac.id/index.php/sylogD> OI:<https://doi.org/10.31850/jsilog.v2i1>.
- [14] N. P. Dewi dan R. A. Fadlillah, “Rancang Bangun Sistem Informasi Manajemen Inventori Berbasis Web dan Android,” *J. Teknol. Inf.*, vol. 5, no. 1, hal. 32–41, 2021, doi: 10.36294/jurti.v5i1.1791.
- [15] Herfandi, M. Julkarnain, dan M. Hanif, “Desain dan Implementasi RESTful Web Services Untuk Integrasi Data dan Aplikasi,” *J. Inform. Teknol. dan Sains*, vol. 4, no. 1, hal. 36–41, 2022.
- [16] N. Zulkarnaim, S. Cokrowibowo, dan Wahyudi, “Pengembangan Web Service Algoritma Data Mining Menggunakan Metode Rest API,” *Konf. Nas. Ilmu Komput.*, hal. 385–388, 2021, [Daring]. Tersedia pada: <https://prosiding.konik.id/index.php/konik/article/view/83>.
- [17] I. Agustina, J. Eska, I. Ramadona Harahap, P. Studi Sistem Informasi, dan S. Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer Royal Kisaran, “Application of C4.5 Algorithm for Determination of the Community of Recipients of Prosperous Family Cards in the Village of Sukaramai Based on Web,” *J. Tek. Inform.*, vol. 3, no. 2, hal. 211–217, 2022, [Daring]. Tersedia pada: <https://doi.org/10.20884/1.jutif.2022.3.2.164>.
- [18] Y. I. Kurniawan, A. Fatikasari, M. L. Hidayat, dan M. Waluyo, “Prediction for Cooperative Credit Eligibility Using Data Mining Classification With C4.5 Algorithm,” *J. Tek. Inform.*, vol. 2, no. 2, hal. 67–74, 2021, doi: 10.20884/1.jutif.2021.2.2.49.