

Aplikasi Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Penyakit Thalasemia Dengan Metode Certainty Factor Berbasis Web

M. Pradata Yuda P.^{*1)}

¹⁾Institut Teknologi Telkom Surabaya, Jl. Ketintang No.156, Ketintang, Kec. Gayungan, Surabaya 60231,
Indonesia
m.pradata@student.ittelkom-sby.ac.id

Abstrak

Thalasemia merupakan penyakit keturunan yang cukup berbahaya dikarenakan penyakit ini belum mempunyai obat dan penderitanya hanya dapat bertahan selama 20-30 tahun semenjak mengidap penyakit tersebut. Dengan adanya sistem pakar pekerjaan dokter untuk menyampaikan informasi seputar penyakit thalasemia ataupun mendiagnosis penyakit lain menjadi semakin mudah. Sistem pakar juga berperan sebagai media penyampaian informasi tentang penyakit agar masyarakat umum dapat mengetahui beberapa hal mengenai penyakit tanpa harus menemui dokter. Akan tetapi pasien tetap disarankan untuk melakukan pengecekan penyakit secara langsung kepada dokter atau rumah sakit terdekat. Pada penelitian ini menggunakan metode certainty factor sebagai metode sistem pakar kemudian untuk perancangan aplikasi menggunakan metode waterfall. Sebagai pembandingan dari metode certainty factor maka ditambahkan metode machine learning berbasis tree yaitu decision tree, random forest dan XG Boost. Setelah melakukan penelitian maka didapatkan hasil diagnosa web sistem pakar dengan persentase 100% untuk nilai tertinggi. Untuk nilai akurasi dan presisi Mayor mendapatkan nilai 100%. Hasil terendah didapatkan pada metode XG Boost dengan hasil akurasi 67%, presisi 67% dan recall 100%. Jadi dapat disimpulkan bahwa sistem pakar masih akurat untuk mendiagnosa penyakit thalasemia.

Kata kunci: *Sistem Pakar, Thalasemia, Certainty Factor, Machine Learning*

1. Pendahuluan (Introduction)

Sistem pakar merupakan suatu sistem informasi yang menangkap dan menggunakan pengetahuan serta metode pengambilan keputusan yang digunakan oleh seorang atau beberapa orang ahli dalam bidang keahlian tertentu. Sistem pakar berlaku seperti seorang pakar pada bidangnya berisi fakta-fakta dan karakteristik untuk memecahkan masalah tertentu. Sistem pakar didasarkan pada sistem pengetahuan, sehingga memungkinkan komputer dapat mengambil kesimpulan yang tepat [1]. Basis pengetahuan yang sudah didapatkan dari pakar kemudian akan disimpan pada suatu program komputer yang akan digunakan untuk menyimpulkan seperti layaknya seorang pakar, kemudian menjelaskan kepada pengguna tersebut serta solusi yang diberikan.

Kesehatan merupakan investasi utama manusia dan terkadang sebagian orang kurang memperhatikannya. Siapa saja dapat mengalami masalah kesehatan yang disebabkan oleh berbagai faktor contohnya pola hidup yang buruk ataupun penyakit keturunan seperti penyakit thalasemia. Penyakit thalasemia merupakan penyakit genetik atau turunan yang disebabkan karena adanya kelainan darah dalam susunan gen seseorang sejak dalam kandungan yang membuat penderita mengalami kekurangan darah (anemia) [2]. Penyakit ini disebabkan karena protein yang ada di dalam sel darah merah (hemoglobin) tidak berfungsi secara normal. Artikel ditulis dengan Bahasa Indonesia atau Bahasa Inggris.

Metode certainty factor dipilih karena metode ini cocok dalam proses penentuan gejala dan persentase diagnosis penyakit, hasil dari penerapan metode ini adalah persentase.[3] Persentase sistem merupakan tingkat akurasi penentuan penyakit yang sudah dibuat semirip mungkin dengan diagnosis dokter dikarenakan semua data yang diinputkan berasal dari dokter yang sudah berpengalaman[4].

Oleh karena itu, akan dibuat sistem pakar menggunakan metode Certainty Factor. Aplikasi sistem pakar diagnosis thalasemia ini akan memungkinkan penderita thalasemia memasukkan gejala atau keluhan yang dirasakannya, kemudian sistem akan menampilkan solusi dan hasil yang sesuai dengan kondisi tersebut. [5] Hasil dari diagnosis dan solusi didapatkan dari sistem pakar yang sudah berisikan basis pengetahuan dari seorang pakar dan implementasi certainty factor sehingga aplikasi ini dapat menyediakan screening awal pada penyakit thalasemia.

2. Metode Penelitian (Methods)

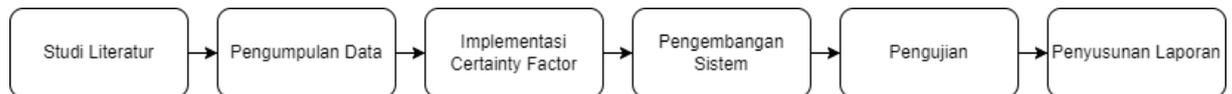
Pada bagian metode ini dilakukan penelitian tentang metode apa yang digunakan berupa gambar diagram, alat dan bahan yang digunakan, serta tampilan sistem yang akan digunakan.

2.1 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software) dalam menunjang dan merancang suatu sistem pada penelitian ini.

1. Laptop dengan spesifikasi Acer Swift 3” AMD Athlon 300U Radeon Vega 2.4 GHz, RAM 8GB dan SSD 256GB.
2. Software Visual Studio Code dengan Version 1.69 memiliki kegunaan sebagai tempat membangun web sistem pakar dengan Bahasa pemrograman PHP
3. Software XAMPP version 8.1.6 yang support dengan Bahasa pemrograman PHP versi 8.1.6 kegunaan software tersebut adalah untuk menyediakan local host agar web sistem pakar dapat dijalankan
4. PHP MyAdmin berguna sebagai tempat penyimpanan data(database) dari beberapa fitur sistem pakar

2.2 Prosedur Penelitian

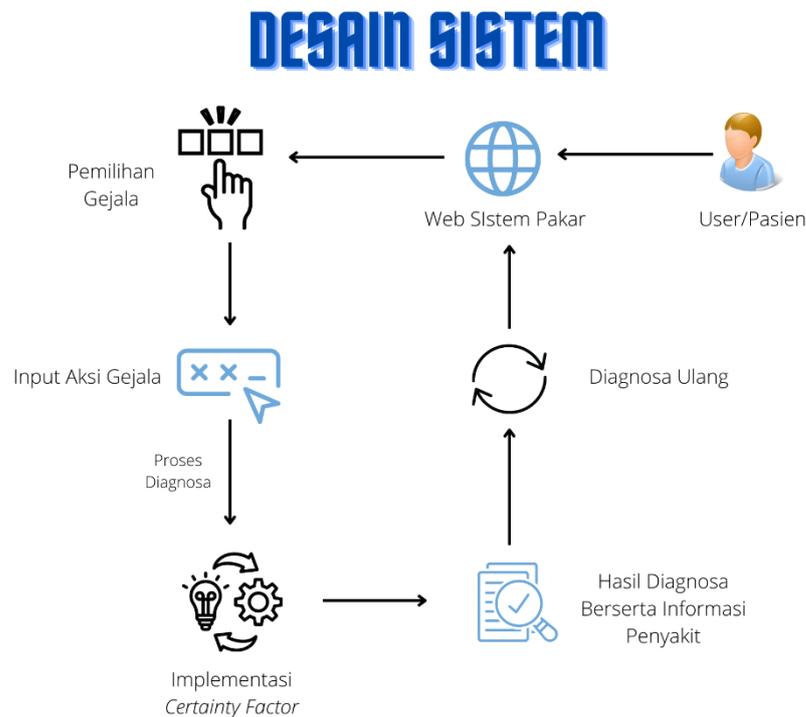


Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

Studi literatur merupakan metode yang dilakukan peneliti dengan mencari referensi dari perpustakaan, mencari dari web terpercaya yang berkaitan dengan penelitian ini untuk menunjang basis pengetahuan yang berkaitan dengan sistem pakar diagnosa penyakit[.6] Pengumpulan data adalah proses mencari data untuk tujuan penelitian, pada penelitian ini penulis melakukan metode pengumpulan data dengan cara wawancara dan mencari studi literatur. Implementasi certainty factor merupakan suatu proses pengumpulan rule fakta yang didapatkan dari suatu pakar untuk dapat menarik suatu diagnosa dari hasil pengelompokan gejala sesuai rule yang sudah diatur Pengembangan sistem merupakan tahapan untuk merancang sistem yang akan dibuat dengan metode certainty factor yang berisikan proses dalam mencari data dan pengimplementasiannya. Pengujian tahap ini dilakukan untuk menilai seberapa besar tingkat kesesuaian dengan sistem yang akan dibuat. Pengujian akan dilakukan dengan cara simulasi langsung dengan mengambil beberapa sampel pasien untuk melakukan proses konsultasi memasukkan data dan mengecek hasil diagnosa. Penyusunan Laporan merupakan pernyataan pada akhir proses penelitian tentang hasil analisis serta berisikan jawaban atas pertanyaan yang diajukan pada rumusan masalah.

2.3 Desain Sistem Web

Desain sistem digunakan untuk mengetahui cara kerja dari aplikasi sistem pakar berbasis web yang terdapat pada gambar berikut:



Gambar 2. Desain Sistem

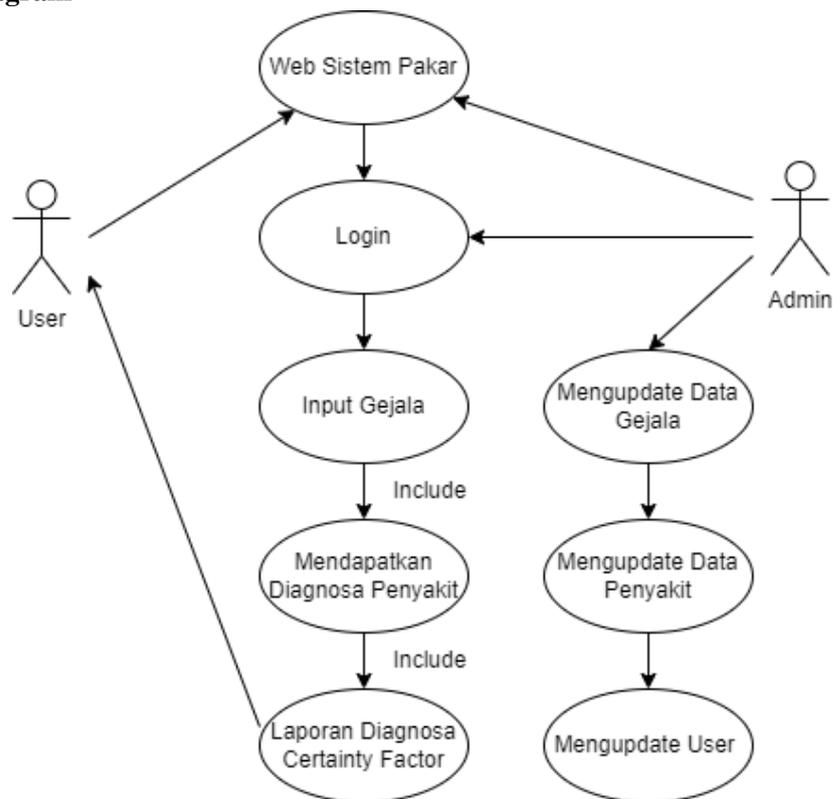
Desain sistem menjelaskan tentang tahapan sistem akan bekerja untuk melakukan diagnosa penyakit dengan data yang sudah diinputkan kemudian data tersebut akan diolah dengan metode certainty factor yang kemudian akan menghasilkan hasil diagnosis atau kesimpulan baru.

Tahap awal user masuk kedalam web sistem pakar dan menuju ke dalam menu diagnosis. Pemilihan Gejala tahap kedua setelah user memilih menu diagnosis adalah pemilihan gejala, disini akan ditampilkan berbagai gejala yang terkait dengan penyakit thalasemia dan user bebas untuk memilih yang sesuai gejala yang diderita. Setelah memilih aksi gejala kemudian klik button diagnosis disini sistem akan otomatis memulai diagnosa penyakit dari data gejala dan aksi yang dipilih sebelumnya.[7]

Implementasi metode certainty factor akan dimulai pada tahap proses diagnosa dengan melakukan perhitungan $C(H)$ dan $C(E)$ untuk menilai faktor kepastian gejala dan untuk menyimpulkan penyakit yang diderita user setelah proses selesai,

Hasil Diagnosa muncul setelah proses selesai, Pada tampilan hasil akan terdapat persentase penyakit yang diderita sesuai dengan gejala yang sudah dipilih, ada juga deskripsi singkat mengenai penyakit dan solusi untuk mengatasinya. Apabila user ingin melakukan diagnosis ulang maka akan diarahkan lagi ke tampilan awal web sistem pakar, jika tidak user dapat melakukan print diagnosis untuk keperluan dokumentasi dan kemudian dapat keluar aplikasi.

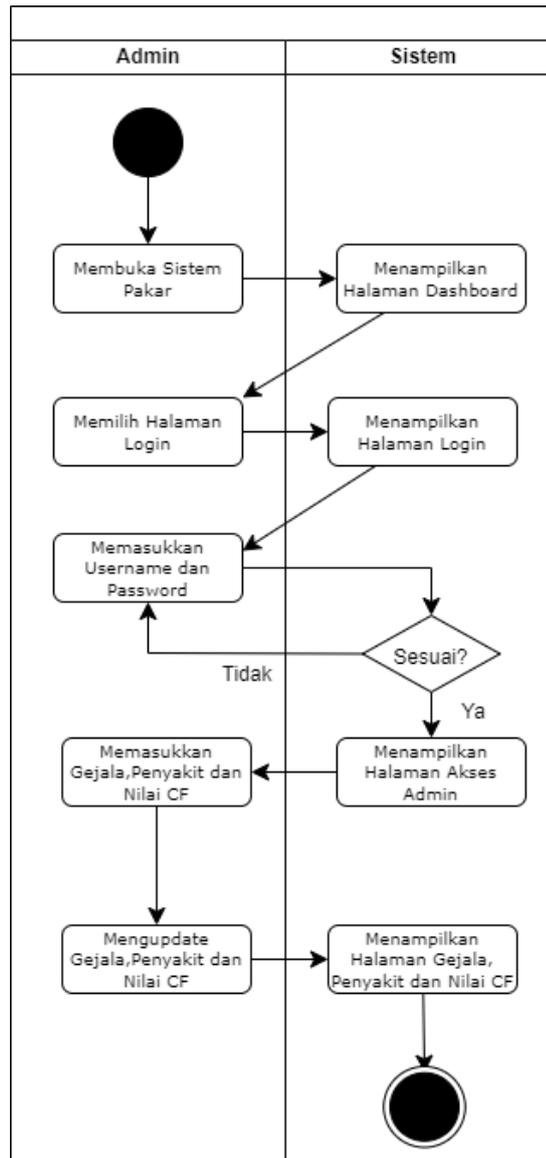
2.4 Use Case Diagram



Gambar 3. Use Case Diagram

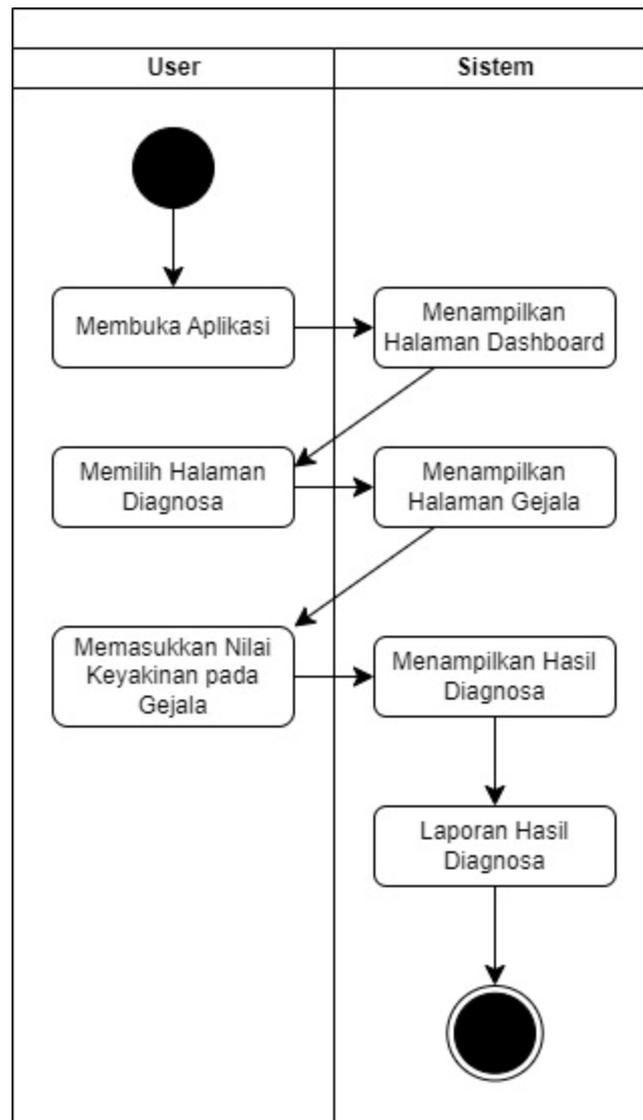
Pada perancangan Use Case Diagram diatas sebagai bagaimana proses yang dilakukan oleh 2 aktor pada sebuah sistem, dalam hal ini aktor yang dimaksud adalah User User membuka sistem pakar terlebih dahulu kemudian memilih gejala yang sesuai, proses selanjutnya pengguna akan mendapatkan hasil diagnosa penyakit beserta solusi, kemudian pada akhirnya pengguna akan mendapatkan diagnosa penyakit berupa laporan hasil diagnosa dan solusinya.[8] Sementara untuk admin memiliki peran fungsi untuk menginput dan mengupdate data gejala, data penyakit dan nilai Certainty Factor apabila terjadi pembaharuan informasi yang didapatkan dari pakar.

2.5 Activity Diagram



Gambar 4. Activity Diagram Admin

Activity Diagram menjelaskan mengenai setiap aktivitas yang dilakukan baik oleh admin, pengguna maupun sistem terhadap setiap proses yang berlangsung. Untuk Admin, pada proses pertama, admin membuka aplikasi sistem pakar yang secara langsung masuk pada halaman beranda. Pada halaman ini admin memilih menu login untuk masuk kedalam sistem[9]. Setelah berhasil masuk sistem, pada tugas admin ini adalah memasukan data gejala, penyakit, dan basis pengetahuan ke dalam sistem pakar. Selain itu, admin juga memiliki tugas untuk melakukan pembaharuan maupun perubahan pada data gejala, penyakit dan nilai *Certainty Factor* apabila terjadi perubahan.



Gambar 5. Activity Diagram User

Sementara untuk *activity diagram* pada user. Proses pertama, pengguna membuka aplikasi sistem pakar yang secara langsung masuk pada halaman dashboard. Pada halaman ini pengguna bisa langsung melakukan input gejala dengan membuka halaman sistem pakar gejala yang terdapat pada menu halaman beranda[10]. Setelah masuk kedalam halaman gejala, disini pengguna bisa memilih gejala yang sesuai dengan kondisi user beserta dengan tingkat keyakinan pengguna dalam mengidentifikasi penyakit tersebut. Kemudian, pengguna menekan tombol proses pada halaman tersebut. Maka secara langsung pengguna akan masuk kedalam halaman hasil diagnosa penyakit. Pada halaman tersebut pengguna mendapatkan nilai persentase diagnosa penyakit, selain itu pengguna mendapatkan detail penyakit dan solusi.

2.6 Perancangan Basis Pengetahuan

Basis pengetahuan mengandung pengetahuan untuk pemahaman dalam penyelesaian masalah yang digunakan dalam sistem kecerdasan buatan. Basis pengetahuan digunakan untuk penarikan kesimpulan hasil dari proses pelacakan. Basis pengetahuan bersifat dinamis, sehingga pakar dapat menambah atau mengubah basis pengetahuan tersebut sesuai data yang baru. Nilai Certainty Factor untuk penelitian ini adalah nilai Certainty Factor yang kaidah nilainya melekat pada suatu rule tertentu dan besarnya nilai diberikan oleh pakar[11].

Dalam perancangan ini kaidah produksi dituliskan dalam bentuk pernyataan IF[premis] THEN[konklusi]. Pada perancangan basis pengetahuan sistem pakar premis adalah gejala dan konklusi adalah jenis penyakit leukemia, sehingga bentuk pernyataannya adalah IF[gejala] THEN[penyakit thalasemia].

Pada sistem pakar ini dalam satu kaidah dapat memiliki lebih dari satu gejala. Gejala-gejala tersebut dihubungkan dengan menggunakan operator logika AND [12]. Adapun bentuk pernyataannya adalah: IF [gejala1] AND [gejala 2] AND [gejala 3] THEN [penyakit]

Dalam mengekspresikan derajat kepastian, certainty factor untuk mengasumsikan derajat kepastian seorang pakar terhadap suatu data [13]. Konsep ini kemudian diformulasikan dalam rumusan dasar sebagai berikut:

$$CF[H, E] \ 1 = CF[H] \cdot CF[E] \tag{1}$$

$$CF_{combine} \ CF[H, E] \ 1,2 = CF[H, E] \ 2 \cdot [1 - CF[H, E] \ 1] \tag{2}$$

$$CF_{combine} \ CF[H, E] \ old, 3 = CF[H, E] \ old \ CF[H, E] \ 3 \cdot [1 - CF[H, E] \ old] \tag{3}$$

Keterangan:

$C[H]$: Faktor Keyakinan Pakar (Hipotesis)

$C[E]$: Faktor Keyakinan User (Evidence)

$CF_{combine}$: Perhitungan kombinasi antara nilai pakar dan user

3. Hasil dan Pembahasan (Results and Discussions)

3.1. Analisa Data

Proses analisis data merupakan salah satu tahapan yang penting dalam penelitian ini, karena pada tahap inilah nantinya dilakukan identifikasi terhadap penyakit Thalasemia, serta melakukan analisis terhadap data yang diperoleh, dimana data dijadikan bahan untuk pembuatan aplikasi ini, data yang diperoleh adalah data mengenai gejala-gejala yang memungkinkan Variabel independen yang digunakan adalah anatara sistem pakar dan machine learning sama. Variabel dependen yang digunakan Website adalah dengan nilai terbesar dari *Certainty Factor* yang didapatkan dari dokter spesialis (pakar) jika machine learning menggunakan data mayor dan non mayor. Data thalasemia yang didapat dari wawancara dokter spesialis penyakit dalam dan dari rekam medik RSUD Haji Surabaya dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 1. Data Gejala

Kode	Gejala
E001	Pucat
E002	Perut Buncit
E003	Badan Lemas
E004	Demam
E005	Warna Kulit Kuning
E006	BAB Warna Hitam
E007	Nyeri Badan
E008	Kuku Kaki Biru
E009	Mudah Lelah
E0010	Anemia
E0011	Sering Jatuh

E0012	Turun Berat Badan
E0013	Perubahan Bentuk Wajah
E0014	Sering Pusing
E0015	Sesak Nafas

Menurut dokter spesialis (pakar) terdapat beberapa gejala yang memiliki nilai keyakinan tertinggi, dokter meyakini bahwa gejala tersebut hanya dimiliki oleh penderita thalasemia. Akan tetapi masih diperlukannya tes tambahan untuk mendukung diagnosa tersebut.

Tabel 2. Gejala dan Penyakit

No	Gejala	Penyakit		
		Thalasemia Mayor	Thalasemia Beta	Thalasemia Alfa
1.	Pucat	X	✓	X
2.	Perut Buncit	X	X	✓
3.	Badan Lemas	X	X	✓
4.	Demam	X	X	✓
5.	Warna Kulit Kuning	✓	X	X
6.	BAB Warna Hitam	✓	X	X
7.	Nyeri Badan	X	X	✓
8.	Kuku Kaki Biru	✓	X	X
9.	Mudah Lelah	X	✓	X
10.	Anemia	✓	X	X
11.	Sering Jatuh	X	✓	X
12.	Turun Berat Badan	X	✓	X
13.	Perubahan Bentuk Wajah	✓	X	X
14.	Sering Pusing	X	✓	X
15.	Sesak Nafas	X	X	✓

Gejala dan penyakit kemudian dikelompokkan menjadi satu untuk mengetahui perbedaan gejala terhadap masing-masing jenis penyakit yang didapatkan. Meskipun terdapat beberapa gejala yang sama pada setiap jenis penyakit. Pada tabel tersebut terdapat simbol “x” dan “✓” arti dari simbol tersebut adalah sebagai berikut:

Keterangan simbol:

✓ = Menandakan bahwa gejala dimiliki oleh jenis penyakit tersebut

x = Menandakan bahwa gejala tidak dimiliki oleh jenis penyakit tersebut

Tabel 3. Rule Penyakit

Penyakit	Aturan
Mayor	IF Warna Kulit Kuning AND BAB Berwarna Hitam AND Kuku Kaki Biru AND Anemia AND Perubahan Bentuk Wajah THEN Thalasemia Mayor
Beta	IF Pucat AND Mudah Lelah AND Sering Jatuh AND Turun Berat Badan AND Sering Pusing THEN Thalasemia Beta
Alfa	IF Perut Buncit AND Badan Lemas AND Demam AND Nyeri Badan AND Sesak Nafas THEN Thalasemia Alfa

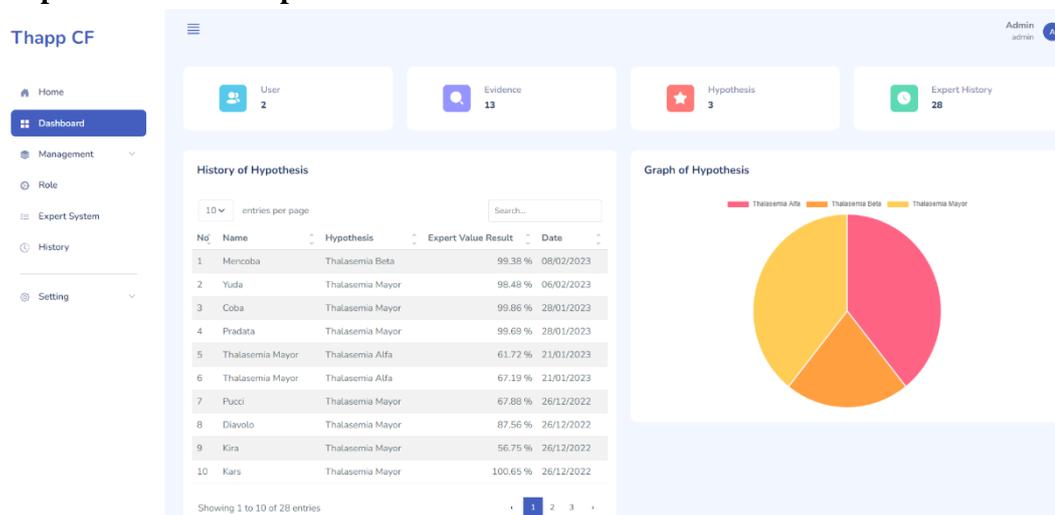
Tabel rule adalah salah satu komponen dalam metode certainty factor, yaitu suatu teknik untuk menentukan tingkat kepercayaan suatu keputusan yang diambil. Dalam metode ini, tabel rule digunakan untuk menyimpan informasi tentang setiap faktor yang mempengaruhi suatu keputusan, beserta tingkat kepercayaan masing-masing faktor tersebut. Pada tabel rule diatas dapat diketahui aturan-aturan dari proses diagnosis penyakit menurut gejala masing-masing [14]. Dengan demikian, tabel rule merupakan komponen yang penting dalam metode certainty factor, karena membantu menyimpan dan mengolah informasi yang diperlukan untuk membuat keputusan yang baik dan akurat.

Tabel 4. Nilai Bobot Jawaban

No.	Rule	Nilai CF
1.	Tidak Yakin	0
2.	Kurang Yakin	0,25
3.	Cukup	0,5
4.	Yakin	0,75
5.	Sangat Yakin	1

Nilai bobot digunakan untuk menentukan nilai Certainty Factor yang akan digunakan dalam penentuan penyakit dan solusi. Serta nilai yang diberikan pakar serta user(pasien) yang akan digunakan dalam perhitungan metode certainty factor yang berguna untuk menentukan persentase diagnosa pasien[15].

3.2. Tampilan Dashboard Aplikasi



Gambar 6. Tampilan Dashboard

Tampilan dashboard admin berisi fitur-fitur utama yang dapat diakses seperti rule untuk mengupdate data evidence terhadap penyakit, management untuk mengubah data evidence dan hypothesis serta setting untuk mengubah value nilai CF. Pada bagian atas terdapat keterangan jumlah user, evidence, hypothesis dan Riwayat diagnosa.

3.3. Tampilan Diagnosa Sistem Pakar

The screenshot shows an 'Expert System' interface. At the top, there are input fields for 'Name' and 'Certificate Name', and a 'Description' text area. Below this is a table with 15 rows, each representing a symptom. The columns are 'No', 'Code', 'Evidence', and 'Value'. The 'Value' column contains a dropdown menu with the option 'Tidak Yakin' selected for all items.

No	Code	Evidence	Value
1	E002	Perut Buncih	Tidak Yakin
2	E003	Badan Lemas	Tidak Yakin
3	E004	Demam	Tidak Yakin
4	E005	Warna Kulit Kuning	Tidak Yakin
5	E006	SAB Berwarna Hitam	Tidak Yakin
6	E007	Nyeri Badan	Tidak Yakin
7	E008	Kulit Kaki Biru	Tidak Yakin
8	E009	Mukosa Lelah	Tidak Yakin
9	E0010	Anemia	Tidak Yakin
10	E0011	Sering Jatuh	Tidak Yakin
11	E0012	Turun Berat Badan	Tidak Yakin
12	E0013	Perubahan Bentuk Wajah	Tidak Yakin
13	E001	Pucat	Tidak Yakin
14	E0014	Sering Pusing	Tidak Yakin
15	E0015	Sesak Nafas	Tidak Yakin

Gambar 7. Tampilan Sistem Pakar

Pada saat pasien menekan tombol proses diagnosa, maka sistem pakar menggunakan metode Certainty Factor akan memproses data untuk mendiagnosa penyakit Thalasemia. Nantinya akan muncul table-table hasil nilai perhitungan certainty factor.

3.4. Input Value Certainty Factor

The screenshot shows the 'Setting' page with the 'Input Value' tab selected. A yellow warning box contains the following instructions:

- If you want to increase or decrease the certainty value then all the certainty values in the role will be reset to 0.
- Every value of certainty value will automate create base on the total certainty value.
- If certainty name is null then the certainty value will be auto filled.

Below the warning box is the 'Certainty Value List' table:

Name	Value	Delete
Tidak Yakin	0	
Kurang Yakin	0.25	
Cukup	0.5	
Yakin	0.75	×
Sangat Yakin	1	×

At the bottom of the table is a blue '+ Add Value' button. Below the table is an 'Input Type' dropdown menu with 'Select' chosen. A 'Save' button is located at the bottom right.

Gambar 8. Tampilan Input Value CF

Input Value nilai CF digunakan untuk menentukan besaran nilai yang akan digunakan pada sistem pakar, admin dapat mengupdate, menambahkan ataupun menghapus nilai CF sesuai dengan keinginan. Terdapat juga input type yang dapat digunakan untuk mengubah tipe dari pemilihan gejala.

3.5. Pengujian Sistem Pakar

Hasil uji coba diagnosa terhadap tiga jenis penyakit dibawah ini menggunakan 2 data thalassemia mayor, 2 data thalassemia beta dan 1 data thalassemia alfa. Uji coba ini hanya berfungsi sebagai sampel dikarenakan data yang menjadi hasil uji coba adalah data wawancara dengan dokter spesialis yang hanya berupa gejala dan faktor keyakinannya.

Hypothesis : Thalasemia Mayor			
Evidence	CF Expert	CF User	CF(H E)
Warna Kulit Kuning	1	1	1
BAB Berwarna Hitam	1	1	1
Kuku Kaki Biru	1	1	1
Anemia	1	1	1
Perubahan Bentuk Wajah	1	1	1
CF Combination			1.00
CF Result (%)			100.00 %

Hypothesis : Thalasemia Beta			
Evidence	CF Expert	CF User	CF(H E)
Warna Kulit Kuning	0	1	0
BAB Berwarna Hitam	0	1	0
Kuku Kaki Biru	0	1	0
Anemia	0	1	0
Perubahan Bentuk Wajah	0	1	0
CF Combination			0.00
CF Result (%)			0.00 %

Conclusion :
 Name : Test Mayorr 1
 Result : Thalasemia Mayor with value 100.00 %
 Solution : Rutin melakukan tranfusi darah setiap bulan (Tetap harus dikonsultasikan dengan dokter spesialis atau rumah sakit terdekat)

Hypothesis : Thalasemia Mayor			
Evidence	CF Expert	CF User	CF(H E)
Warna Kulit Kuning	1	0.75	0.75
BAB Berwarna Hitam	1	0.75	0.75
Kuku Kaki Biru	1	0.75	0.75
Anemia	1	0.75	0.75
Perubahan Bentuk Wajah	1	0.75	0.75
CF Combination			1.00
CF Result (%)			99.90 %

Hypothesis : Thalasemia Beta			
Evidence	CF Expert	CF User	CF(H E)
Warna Kulit Kuning	0	0.75	0
BAB Berwarna Hitam	0	0.75	0
Kuku Kaki Biru	0	0.75	0
Anemia	0	0.75	0
Perubahan Bentuk Wajah	0	0.75	0
CF Combination			0.00
CF Result (%)			0.00 %

Conclusion :
 Name : Test Mayorr 2
 Result : Thalasemia Mayor with value 99.90 %
 Solution : Rutin melakukan tranfusi darah setiap bulan (Tetap harus dikonsultasikan dengan dokter spesialis atau rumah sakit terdekat)

Gambar 9. Pengujian Thalasemia Mayor

Gambar menunjukkan bahwa persentase diagnosis thalassemia mayor yaitu 100% dan 99.90%, percobaan tersebut sudah disamakan dengan rule gejala yang ditentukan nilai CE dan CH sesuai dengan yang diinputkan. Uji coba ini dilakukan dengan data pasien yang didapatkan dari RSUD Haji Surabaya. Pada bagian kesimpulan terdapat nama pasien dan solusi untuk mengatasi penyakit.

Hypothesis : Thalasemia Beta

Evidence	CF Expert	CF User	CF(H E)
Sering Jatuh		1	1
Sering Pusing		1	1
CF Combination			1.00
CF Result (%)			100.00 %

Conclusion :

Name : Test Betaa

Result : Thalasemia Beta with value 100.00 %

Solution : Terapi kelasi zat besi (iron chelation therapy), dan suplemen asam folat (Konsultasikan kepada dokter spesialis atau rumah sakit terdekat)

Hypothesis : Thalasemia Beta

Evidence	CF Expert	CF User	CF(H E)
Mudah Lelah		1	1
Turun Berat Badan		1	1
Pucat		1	1
CF Combination			1.00
CF Result (%)			100.00 %

Conclusion :

Name : Test Betaa 2

Result : Thalasemia Beta with value 100.00 %

Solution : Terapi kelasi zat besi (iron chelation therapy), dan suplemen asam folat (Konsultasikan kepada dokter spesialis atau rumah sakit terdekat)

Gambar 10. Pengujian Thalasemia Beta

Pada gambar menunjukkan bahwa persentase diagnosis thalasemia Beta yaitu 100%, percobaan tersebut sudah disamakan dengan rule gejala yang ditentukan nilai CE dan CH sesuai dengan yang diinputkan. Uji coba ini dilakukan dengan data pasien yang didapatkan dari RSUD Haji Surabaya.

Expert Result

Hypothesis : Thalasemia Alfa

Evidence	CF Expert	CF User	CF(H E)
Badan Lemas		1	1
Demam		1	1
Nyeri Badan		1	1
CF Combination			1.00
CF Result (%)			100.00 %

Hypothesis : Thalasemia Mayor

Evidence	CF Expert	CF User	CF(H E)
Badan Lemas		0	0
Demam		0	0
Nyeri Badan		0	0
CF Combination			0.00
CF Result (%)			0.00 %

Hypothesis : Thalasemia Beta

Evidence	CF Expert	CF User	CF(H E)
Badan Lemas		0	0
Demam		0	0
Nyeri Badan		0	0
CF Combination			0.00
CF Result (%)			0.00 %

Conclusion :

Name : Test ALFA

Result : Thalasemia Alfa with value 100.00 %

Solution : Dokter merekomendasikan suplemen asam folat dan/atau terapi kelasi zat besi. Tetap konsultasikan gejala anda kepada Dokter Spesialis Penyakit Dalam atau ke Rumah Sakit terdekat

Gambar 11. Pengujian Thalasemia Alfa

Pada gambar menunjukkan bahwa persentase diagnosis thalasemia alfa yaitu 100%. Hasil tersebut sudah disamakan dengan rule gejala yang ditentukan nilai CE dan CH yang diinputkan. Uji coba ini dilakukan dengan data pasien yang didapatkan dari RSUD Haji Surabaya.

3.6 Perbandingan Dengan Machine Learning

Untuk pengujian perbandingan menggunakan 30 data pasien yang dibagi menjadi 70:30. Hasilnya adalah 21 data training dan 9 data testing. 9 data testing terdiri dari 6 data mayor dan 3 data non mayor (beta dan alfa).

Tabel 5. Perbandingan Setiap Metode

No	Metode	Akurasi	Presisi	Recall
1.	Decision Tree	100%	100%	100%
2.	Random Forest	100%	100%	80%
3.	XG Boost	67%	67%	100%
4.	Certainty Factor	100%	100%	100%

Tabel tersebut dimaksudkan hanya sebagai pembandingan dari setiap metode yang digunakan. Peneliti memilih tiga metode berbasis tree machine learning yaitu (decision tree, random forest dan XG Boost) karena model berbasis tree adalah pendekatan yang populer dalam machine learning karena sejumlah manfaatnya. Decision Trees dan Random Forest mudah dipahami dan ditafsirkan, dan hasilnya dapat dengan mudah dijelaskan. Mereka mengakomodasi data kategori dan numerik dan dapat digunakan untuk model klasifikasi dan regresi[16].

3.6. Kesimpulan (Conclusion)

Berdasarkan hasil analisis penelitian yang telah dilakukan dengan metode certainty factor dan tiga metode machine learning sebagai pembandingan yaitu Decision Tree, Random Forest dan XGBoost dapat ditarik kesimpulan bahwa: Hasil diagnosa web sistem pakar pada setiap penyakit mendapat hasil tertinggi 100% jika input gejala sesuai dengan rule yang sudah ditentukan oleh pakar. Untuk pengujian menggunakan data pasien yang didapatkan dari Rumah Sakit. Implementasi certainty factor pada web sistem pakar sudah berjalan dengan baik, web dapat menampilkan nilai keyakinan dari user dan pakar yang nantinya akan dilakukan perhitungan satu persatu gejala yang dipilih kemudian memunculkan persentase akhir nilai diagnosa penyakit. Sistem pakar juga memberikan informasi terkait penyakit thalasemia dan cara penanganannya. Metode certainty factor merupakan metode yang cukup baik untuk mendiagnosa penyakit thalassemia. Karena memiliki akurasi tinggi setelah dilakukan pengujian terhadap 30 data pasien.

Ucapan Terima Kasih (Acknowledgement)

Penulis mengucapkan terimakasih banyak kepada seluruh pihak yang telah membantu sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Ucapan terimakasih ditujukan penulis kepada:

1. Ibu Oktavia Ayu Permata, S.T., M.T. Dosen Pembimbing I yang senantiasa sabar dalam memberikan bimbingan arahan, bantuan, dan saran terhadap pelaksanaan dan penulisan tugas akhir.
2. Bapak Yohanes Setiawan, S.Si., M.Kom. selaku Dosen Pembimbing II yang senantiasa mengingatkan dan semangat dalam memberikan bimbingan, ilmu, arahan, bantuan, dan saran terhadap pelaksanaan dan penulisan tugas akhir.
3. dr.Mamluatul Karimah, Sp. PD. sebagai narasumber wawancara yang sudah berkenan meluangkan waktunya untuk melakukan wawancara dan pengumpulan data dengan peneliti.

4. RSUD Haji Surabaya yang telah bersedia melayani proses pengambilan data pada rekam medik sebagai bahan untuk menyelesaikan penelitian ini
5. Kedua orang tua penulis serta seluruh keluarga penulis yang selalu memberikan do'a, motivasi serta dukungan lahir batin dan kasih sayang yang tak terhingga kepada penulis.
6. Seluruh civitas akademik Institut Teknologi Telkom Surabaya yang telah mendidik, memberikan ilmu, serta memberi dukungan kepada penulis selama menempuh masa studi.
7. Teman-teman prodi Teknologi Informasi angkatan 2019 yang selalu mensupport dan menemani penulis dalam mengerjakan tugas akhir.

Daftar Pustaka

- [1] Rukun, Kasman, and B. Herawan Hayadi. Sistem Informasi Berbasis Expert System. Deepublish, 2018.
- [2] Batubara, Supina, Sri Wahyuni, and Eko Hariyanto. "Penerapan Metode Certainty Factor Pada Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Dalam." Seminar Nasional Royal (SENAR). Vol. 1. No. 1. 2018.
- [3] Aisyah, I., & Setiadi, D. K. (2021). Penyuluhan Kesehatan Tentang Penyakit Talasemia. Bina Sehat Masyarakat, 1(1), 24-30.
- [4] Suryoadji, Kemal Akbar, and Irvan Muhammad Alfian. " Patofisiologi Gejala Penyakit Talasemia Beta: A Narrative Review." Khazanah: Jurnal Mahasiswa 13.2 (2021).
- [5] Batubara, Supina, Sri Wahyuni, and Eko Hariyanto. "Penerapan Metode Certainty Factor Pada Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Dalam." Seminar Nasional Royal (SENAR). Vol. 1. No. 1. 2018.
- [6] Tika Permatari. "Sistem Pakar Untuk Mengidentifikasi Penyakit Kulit dengan Metode Certainty Factor." (2015).
- [7] Amelia, Reza, Ause Labellapansa, and Apri Siswanto. "Sistem Pakar Sebagai Alat Bantu Untuk Pendekatan Diagnosis Penyakit Talasemia Pada Anak Menggunakan Metode Dempster-Shafer." IT Journal Research and Development 2.2 (2018): 14-23.
- [8] Aldo, Dasril, and Dian Riliyanda. "Aplikasi Sistem Pakar Dalam Mendiagnosa Penyakit Infertilitas Pada Pria Menggunakan Metode Certainty Factor Berbasis Web." Jurnal Teknoif Teknik Informatika Institut Teknologi Padang 7.1 (2019): 20-31.
- [9] Wahyuningsih, Pujianti, and Sitti Zuhriyah. "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Campak Rubella pada Anak Menggunakan Metode Certainty Factor Berbasis Website." Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer (JTIK) 8 (2021).
- [10] Ghozali, M. Fahrudin, and Ade Eviyanti. "Sistem Pakar Diagnosa Dini Penyakit Leukimia Dengan Metode Certainty Factor." Kinetik: Game Technology, Information System, Computer Network, Computing, Electronics, and Control (2016)
- [11] Sihombing, S. H. (2019). Perancangan Aplikasi Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Talasemia Dengan Menggunakan Metode Case Based Reasoning. Pelita Informatika: Informasi dan Informatika, 7(3), 368-373.
- [12] Sihombing, S. H. (2019). Perancangan Aplikasi Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Talasemia Dengan Menggunakan Metode Case Based Reasoning. Pelita Informatika: Informasi dan Informatika, 7(3), 368-373.
- [13] Sitepu, E., Simanjuntak, M., & Khair, H. (2022). SISTEM PAKAR MENDIAGNOSA PENYAKIT KELAINAN DARAH PADA MANUSIA MENGGUNAKAN METODE BAYES BERBASIS WEB. JTIK (Jurnal Teknik Informatika Kaputama), 6(1), 201-209.
- [14] Wahyudi, I. (2020). SISTEM PAKAR DIAGNOSA PENYAKIT SENDI PADA MANUSIA MENGGUNAKAN METODE DEMPSTER SHAFER BERBASIS WEBSITE (Doctoral dissertation, IIB DARMAJAYA).

- [15] Yulian, Yulian Eka Putra. "Rancang Bangun Menggunakan Metode Naive Bayes Dalam Sistem Pakar Penentuan Penyakit Tanaman Nanas Berbasis Web." *Jurnal Portal Data* 1.1 (2021).
- [16] Chairani, L., Pane, U. F. S. S., & Halim, J. (2022). Implementasi Metode Certainty Factor Untuk Mendiagnosa Penyakit Glossitis. *Jurnal Sistem Informasi Triguna Dharma (JURSI TGD)*, 1(4), 517-526.