

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini memaparkan hasil implementasi sistem pakar rekomendasi strategi belajar mahasiswa *neurodivergent* yang telah dirancang pada bab sebelumnya. Pembahasan meliputi implementasi basis pengetahuan, implementasi antarmuka sistem, pengujian proses inferensi, pengujian fungsional dengan metode *black-box*, serta validasi oleh pakar.

4.1. Rancangan Sistem

Sistem pakar yang dikembangkan dalam penelitian ini dirancang menggunakan arsitektur berlapis (*three-tier architecture*) yang terdiri atas tiga komponen utama, yaitu lapisan antarmuka pengguna (*presentation layer*), lapisan logika yang memuat mesin inferensi (*business logic layer*), dan lapisan data yang menyimpan basis pengetahuan (*data layer*). Pemisahan ke dalam tiga lapisan ini bertujuan agar setiap komponen dapat dikembangkan dan diperbaiki secara terpisah tanpa memengaruhi komponen lainnya, sehingga sistem menjadi lebih mudah dirawat.

4.1.1. Arsitektur Sistem

Sistem ini mengadopsi arsitektur *three-tier* yang memisahkan lapisan presentasi, lapisan logika, dan lapisan data. Penjelasan masing-masing lapisan adalah sebagai berikut:

1. Lapisan Antarmuka Pengguna (*Presentation Layer*)

Lapisan ini berfungsi sebagai penghubung antara mahasiswa dengan sistem.

Pada lapisan ini, mahasiswa menjawab serangkaian pertanyaan mengenai

karakteristik belajarnya, kemudian sistem menampilkan hasil berupa rekomendasi strategi belajar beserta persentase tingkat keyakinannya. Lapisan ini dibangun berbasis web menggunakan HTML, CSS, dan JavaScript agar mudah diakses dan ramah pengguna.

2. Lapisan Logika (*Business Logic Layer*)

Lapisan ini berfungsi sebagai penghubung antara mahasiswa dengan sistem. Pada lapisan ini, mahasiswa menjawab serangkaian pertanyaan mengenai karakteristik belajarnya, kemudian sistem menampilkan hasil berupa rekomendasi strategi belajar beserta persentase tingkat keyakinannya. Lapisan ini dibangun berbasis web menggunakan HTML, CSS, dan JavaScript agar mudah diakses dan ramah pengguna.

3. Lapisan Data (*Data Layer*)

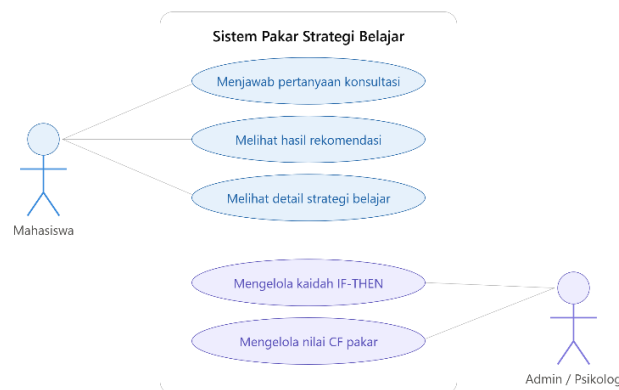
Lapisan ini berfungsi menyimpan basis pengetahuan sistem, yang mencakup daftar pertanyaan, daftar strategi belajar, kaidah *IF-THEN*, serta nilai *Certainty Factor* dari pakar. Basis pengetahuan ini merupakan hasil wawancara dengan psikolog yang diperkuat melalui studi literatur. Lapisan data diimplementasikan menggunakan SQLite sebagai sistem basis data.

Tabel 4. 1 Struktur Basis Data Sistem

Tabel	Isi
Tabel Pertanyaan	Daftar pertanyaan konsultasi
Tabel Strategi	8 strategi belajar + deskripsinya

4.1.2. Use Case Diagram

Use case diagram menggambarkan interaksi antara pengguna dengan sistem. Terdapat dua aktor dalam sistem ini, yaitu mahasiswa *neurodivergent* sebagai pengguna utama, dan admin (yang dapat berperan sebagai psikolog atau pengelola) yang bertugas mengelola basis pengetahuan.



Gambar 4. 1 Use Case Diagram Sistem Pakar

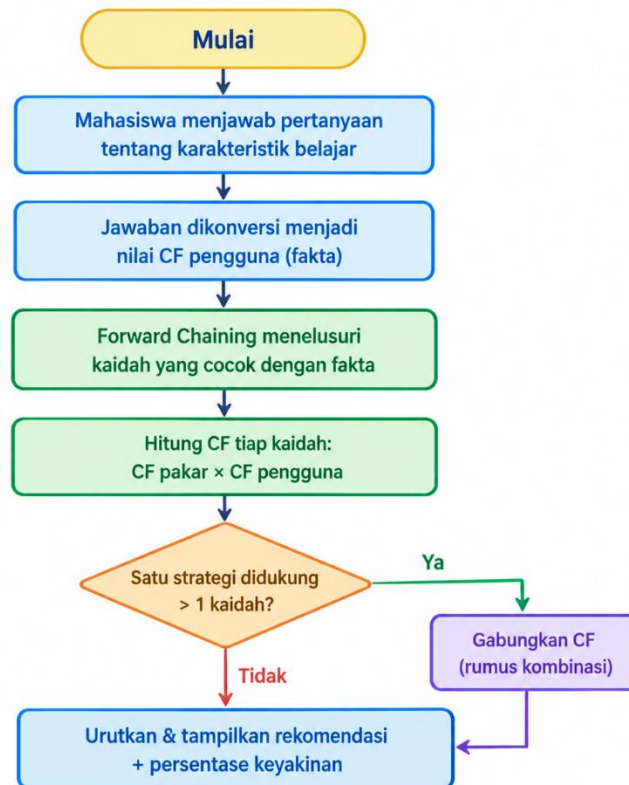
Dari diagram di atas, terlihat bahwa:

1. Mahasiswa dapat menjawab pertanyaan konsultasi, melihat hasil rekomendasi, dan melihat detail strategi belajar..
2. Admin/Psikolog dapat mengelola basis pengetahuan berupa kaidah IF-THEN dan nilai CF pakar.
3. Sistem secara otomatis memproses jawaban mahasiswa menggunakan metode Forward Chaining dan Certainty Factor, kemudian menghasilkan rekomendasi strategi belajar.

4.1.3 Activity Diagram

Alur kerja sistem secara keseluruhan adalah sebagai berikut:

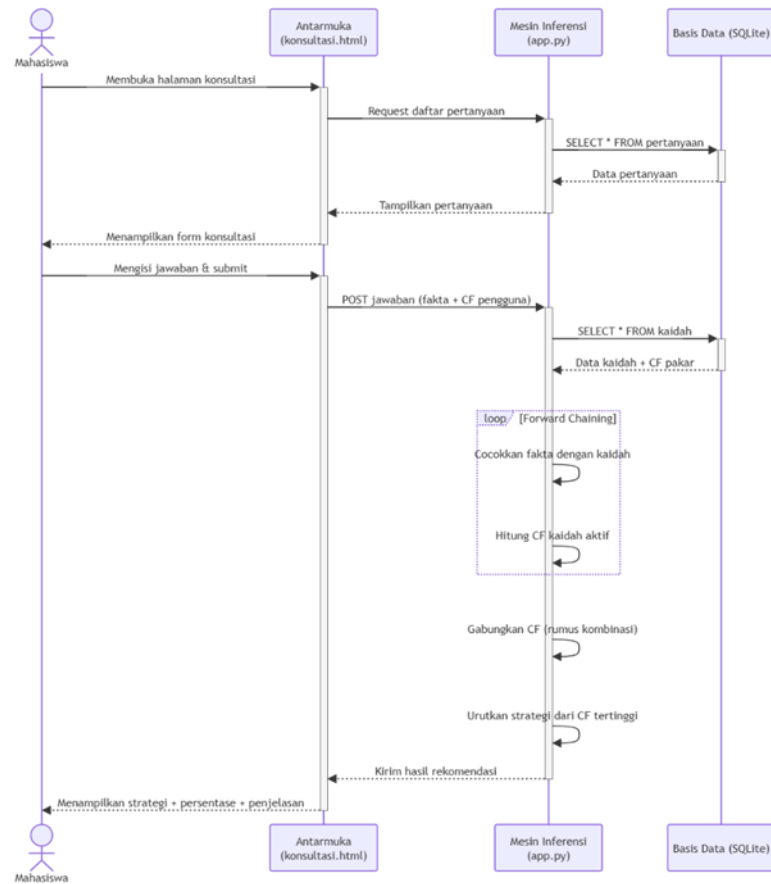
1. Mahasiswa mengakses sistem melalui *browser* dan menjawab pertanyaan mengenai karakteristik belajarnya
2. Setiap jawaban dikonversi menjadi nilai *CF pengguna* dan disimpan sebagai fakta
3. Mesin inferensi *Forward Chaining* menelusuri basis pengetahuan untuk menemukan kaidah yang sesuai dengan fakta tersebut
4. Untuk setiap kaidah yang aktif, sistem menghitung nilai *Certainty Factor* dengan mengalikan *CF pakar* dan *CF pengguna*
5. Apabila satu strategi didukung oleh lebih dari satu kaidah, nilai *Certainty Factor* digabungkan menggunakan rumus kombinasi
6. Sistem mengurutkan strategi belajar berdasarkan nilai *Certainty Factor* tertinggi
7. Hasil rekomendasi ditampilkan kepada mahasiswa beserta persentase keyakinan dan penjelasan singkat setiap strategi



Gambar 4. 2 Activity Diagram Alur Inferensi

4.1.4. Sequence Diagram Proses Inferensi

Sequence diagram digunakan untuk menggambarkan interaksi antar komponen sistem berdasarkan urutan waktu terjadinya pertukaran pesan. Diagram ini melengkapi penjelasan proses inferensi yang telah diuraikan pada Subbab 4.2.1 hingga 4.2.5, dengan menunjukkan bagaimana keempat komponen sistem yakni mahasiswa, antarmuka, mesin inferensi, dan basis data yang berinteraksi selama satu sesi konsultasi berlangsung



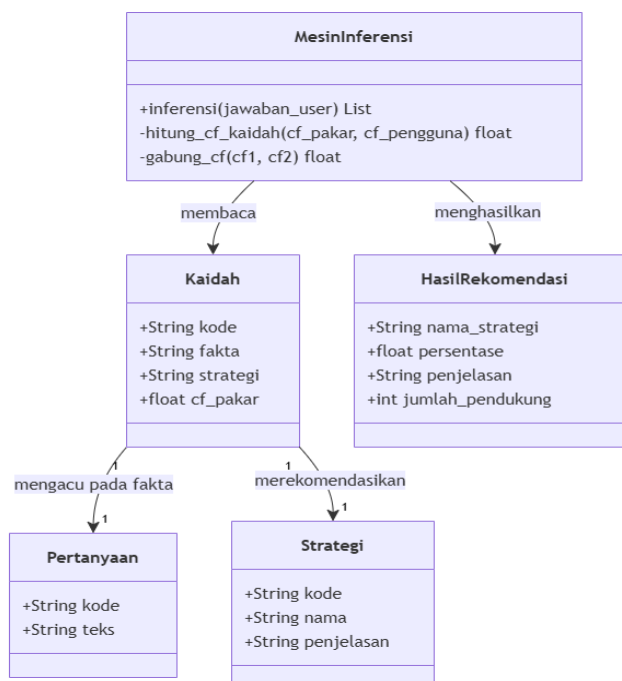
Gambar 4. 3 Sequence Diagram Proses Inferensi

Diagram urutan tersebut menggambarkan interaksi antar empat komponen, yaitu mahasiswa, antarmuka, mesin inferensi, dan basis data, berdasarkan urutan waktu terjadinya. Proses dimulai saat mahasiswa membuka halaman konsultasi; permintaan ini diteruskan antarmuka ke mesin inferensi, yang kemudian mengambil data pertanyaan dari basis data untuk ditampilkan kembali kepada mahasiswa. Setelah mahasiswa mengisi jawaban dan mengirimkan form, antarmuka meneruskan data jawaban tersebut ke mesin inferensi. Mesin inferensi mengambil seluruh data kaidah beserta nilai *CF pakar* dari basis data, kemudian menjalankan proses pencocokan fakta dengan kaidah serta perhitungan *Certainty*

Factor secara internal, tanpa perlu berkomunikasi kembali dengan basis data pada tahap ini. Setelah seluruh strategi selesai dihitung dan diurutkan, mesin inferensi mengirimkan hasil akhir ke antarmuka, yang kemudian ditampilkan kepada mahasiswa. Garis aktivasi pada diagram menunjukkan rentang waktu setiap komponen aktif memproses permintaan, sedangkan basis data hanya aktif secara singkat saat diakses untuk pengambilan data.

4.1.5. Class Diagram

Class diagram digunakan untuk menggambarkan struktur data dalam sistem beserta hubungan antar entitas secara konseptual. Diagram ini melengkapi rancangan arsitektur dan struktur basis data yang telah dijelaskan pada Subbab 4.1.1, dengan menunjukkan hubungan antar entitas secara lebih formal.



Gambar 4. 4 Class Diagram Sistem Pakar

Diagram kelas yang dirancang menggambarkan empat struktur data utama dalam sistem, yaitu Pertanyaan, Strategi, Kaidah, dan Mesin Inferensi. Kelas Kaidah memiliki relasi terhadap kelas Pertanyaan dan Strategi, karena setiap kaidah menghubungkan satu karakteristik belajar (fakta) dengan satu strategi belajar (tujuan) beserta nilai *CF pakar*-nya. Kelas Mesin Inferensi berperan membaca seluruh data dari kelas Kaidah untuk menjalankan proses inferensi, kemudian menghasilkan objek Hasil Rekomendasi yang memuat nama strategi, persentase keyakinan, penjelasan, serta jumlah karakteristik pendukung. Struktur ini menunjukkan bahwa kaidah bertindak sebagai penghubung utama antara data karakteristik dan data strategi, sedangkan proses pengolahannya sepenuhnya ditangani oleh mesin inferensi. Meskipun implementasi sistem menggunakan pendekatan fungsi prosedural pada Python, *class diagram* tetap digunakan untuk menggambarkan struktur data dan relasi antar entitas secara konseptual.

4.1.6. Tools dan Teknologi yang Digunakan

1. Bahasa Pemrograman: Python (untuk *backend* dan mesin inferensi *Forward Chaining + Certainty Factor*)
2. *Framework Web*: Flask (untuk membangun aplikasi web)
3. *Database*: SQLite
4. *Frontend*: HTML, CSS, JavaScript (untuk antarmuka pengguna)
5. *Development Environment*: Visual Studio Code

4.2. Rancangan Basis Pengetahuan dan Inferensi

Setelah data hasil wawancara pakar dikumpulkan, tahap selanjutnya adalah menyusun basis pengetahuan dan merancang proses inferensi sistem pakar. Tahap ini mencakup representasi pengetahuan, penyusunan kaidah, penentuan nilai keyakinan pakar, proses inferensi *Forward Chaining*, serta perhitungan *Certainty Factor*.

4.2.1. Representasi Pengetahuan

Pengetahuan dalam sistem ini direpresentasikan ke dalam dua komponen utama, yaitu fakta dan tujuan. Fakta merupakan karakteristik belajar mahasiswa yang diperoleh dari jawaban atas pertanyaan konsultasi, sedangkan tujuan merupakan strategi belajar yang menjadi keluaran rekomendasi sistem.

Setiap karakteristik belajar diberi kode fakta agar memudahkan penyusunan kaidah. Daftar fakta yang digunakan dalam sistem ini ditunjukkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Daftar Fakta (Karakteristik Belajar)

Kode	Karakteristik Belajar	Kondisi Terkait
A1	Sulit mempertahankan fokus	ADHD
A2	Mudah terdistraksi lingkungan	ADHD
A3	Merasa kewalahan terhadap tugas banyak	ADHD
A4	Sulit memulai tugas	ADHD
A5	Kesulitan mengatur waktu	ADHD
A6	Gelisah/butuh gerak	ADHD

B1	Sensitif terhadap stimulus sensorik	Autisme
B2	Mebutuhkan rutinitas yang konsisten	Autisme
B3	Lebih mudah memahami secara visual	Autism
B4	Mebutuhkan struktur/urutan yang jelas	Autisme
B5	Mudah lelah karena interaksi sosial	Autisme
B6	Sulit menyaring informasi penting	Autisme
C1	Kesulitan membaca teks panjang	Disleksia
C2	Lebih mudah memahami lewat audio	Disleksia
C3	Lambat memproses teks tertulis	Disleksia
C4	Lebih mudah memahami lewat gambar	Disleksia
C5	Sulit mengikuti instruksi tertulis panjang	Disleksia
C6	Mebutuhkan alat bantu literasi	Disleksia

Adapun tujuan (goal) system berupa delapan strategi belajar yang telah dijelaskan pada Bab 2.4. Setiap strategi juga diberi kode untuk mempermudah penyusunan kaidah, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Daftar Strategi Belajar (Tujuan)

Kode	Strategi Belajar
S1	Chunking (Pemecahan Tugas)
S2	Visual Mapping/Mind Mapping
S3	Pomodoro Technique
S4	Body Doubling
S5	Noise Management
S6	Structured Scheduling
S7	Assistive Technology
S8	Movement Breaks

4.2.2. Penyusunan Kaidah (Rule) IF-THEN

Kaidah merupakan komponen yang menghubungkan fakta (karakteristik belajar) dengan tujuan (strategi belajar). Setiap kaidah disusun dalam bentuk *IF-THEN*, di mana bagian *IF* memuat fakta dan bagian *THEN* memuat strategi yang direkomendasikan. Setiap kaidah juga memiliki nilai *CF pakar* yang menunjukkan tingkat keyakinan pakar terhadap keterkaitan tersebut. Daftar lengkap kaidah ditunjukkan pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Basis Kaidah (Rule) Sistem

Kode Kaidah	IF (Fakta)	THEN (strategi)	CF Pakar
R1	A1	S3 (Pomodoro)	0.85
R2	A1	S8 (Movement Breaks)	0.80
R3	A2	S5 (Noise Management)	0.75
R4	A2	S3 (Pomodoro)	0.80
R5	A3	S1 (Chunking)	0.70
R6	A3	S2 (Visual Mapping)	0.70
R7	A4	S4 (Body Doubling)	0.80
R8	A4	S3 (Pomodoro)	0.70
R9	A5	S6 (Structured Scheduling)	0.65
R10	A5	S7 (Assistive Technology)	0.85
R11	A6	S8 (Movement Breaks)	0.80
R12	B1	S5 (Noise Management)	0.90
R13	B2	S6 (Structured Scheduling)	0.90
R14	B3	S2 (Visual Mapping)	0.85
R15	B4	S1 (Chunking)	0.85
R16	B4	S6 (Structured Scheduling)	0.80

R17	B5	S8 (Movement Breaks)	0.70
R18	B5	S6 (Structured Scheduling)	0.80
R19	B6	S1 (Chunking)	0.75
R20	B6	S2 (Visual Mapping)	0.85
R21	C1	S7 (Assistive Technology)	0.90
R22	C1	S1 (Chunking)	0.70
R23	C2	S7 (Assistive Technology)	0.95
R24	C3	S6 (Structured Scheduling)	0.65
R25	C3	S7 (Assistive Technology)	0.80
R26	C4	S2 (Visual Mapping)	0.80
R27	C5	S1 (Chunking)	0.70
R28	C5	S2 (Visual Mapping)	0.80
R29	C6	S7 (Assistive Technology)	0.95

Berdasarkan Tabel 4.4, terlihat bahwa satu karakteristik dapat memicu lebih dari satu strategi, dan sebaliknya, satu strategi dapat direkomendasikan oleh beberapa karakteristik yang berbeda. Kondisi inilah yang menjadi dasar penggunaan rumus kombinasi *Certainty Factor*, yaitu ketika beberapa kaidah menghasilkan strategi yang sama, nilai keyakinannya akan digabungkan.

4.2.3. Penentuan Nilai CF Pakar

Nilai *CF pakar* merupakan bobot keyakinan yang mencerminkan seberapa kuat suatu karakteristik belajar mengarah pada strategi tertentu. Nilai ini diperoleh dari hasil wawancara dengan psikolog, kemudian diperkuat melalui studi literatur. Agar penilaian pakar tidak bersifat sembarang dan dapat dipertanggungjawabkan, jawaban verbal pakar diterjemahkan ke dalam nilai numerik menggunakan skala interpretasi tingkat keyakinan, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Interpretasi Tingkat Keyakinan Pakar ke Nilai CF

Tingkat Keyakinan Pakar	Nilai CF
Tidak yakin	0.00-0.20
Kurang yakin	0.21-0.40
Cukup yakin	0.41-0.60
Yakin	0.61-0.80
Sangat yakin	0.81-1.00

Melalui skala tersebut, pernyataan verbal pakar seperti "cukup yakin" atau "sangat yakin" dapat dikonversi menjadi nilai numerik yang konsisten. Rentang nilai pada skala ini dibagi ke dalam lima interval yang sama lebar dan saling menyambung, sehingga setiap nilai keyakinan pakar dapat dipetakan ke dalam satu kategori tanpa menimbulkan celah antar rentang.

Sebagai contoh, kaidah R1 yang menghubungkan kesulitan mempertahankan fokus dengan teknik *Pomodoro* diberi nilai *CF pakar* sebesar 0.85, yang termasuk kategori "sangat yakin". Adapun kaidah R4 yang menghubungkan karakteristik mudah terdistraksi dengan teknik *Pomodoro* diberi nilai 0.80, yang termasuk kategori "yakin". Sebaliknya, apabila pakar hanya cukup yakin terhadap suatu keterkaitan, nilai yang diberikan berada pada rentang 0.41 hingga 0.60.

Dengan pendekatan ini, seluruh nilai *CF pakar* pada basis kaidah memiliki dasar yang dapat ditelusuri, yaitu berasal dari tingkat keyakinan pakar yang diterjemahkan secara sistematis, bukan dari penilaian yang bersifat acak.

4.2.4. Proses Inferensi Forward Chaining

Proses inferensi merupakan tahap ketika sistem menarik kesimpulan dari fakta yang diberikan pengguna. Metode inferensi yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Forward Chaining*, yaitu penalaran maju yang bergerak dari sekumpulan fakta menuju kesimpulan. Proses ini dimulai dari fakta-fakta yang diperoleh dari jawaban mahasiswa, kemudian sistem menelusuri seluruh kaidah dalam basis pengetahuan untuk menemukan kaidah yang bagian *IF*-nya sesuai dengan fakta tersebut. Setiap kaidah yang terpenuhi akan diaktifkan (*fired*) dan menghasilkan kesimpulan berupa strategi belajar.

Secara umum, tahapan inferensi *Forward Chaining* pada sistem ini adalah sebagai berikut:

1. Sistem mengumpulkan seluruh fakta dari jawaban mahasiswa beserta nilai *CF pengguna* masing-masing

2. Sistem menelusuri basis kaidah satu per satu, dari kaidah pertama hingga terakhir
3. Untuk setiap kaidah yang bagian *IF*-nya cocok dengan fakta yang tersedia, kaidah tersebut diaktifkan
4. Setiap kaidah yang aktif menghasilkan strategi belajar beserta nilai *Certainty Factor*-nya
5. Apabila terdapat beberapa kaidah aktif yang menghasilkan strategi yang sama, nilai *Certainty Factor*-nya akan digabungkan pada tahap perhitungan berikutnya
6. Proses berlanjut hingga seluruh kaidah selesai ditelusuri

Sebagai ilustrasi, misalkan seorang mahasiswa memberikan jawaban yang menghasilkan tiga fakta, yaitu A1 (sulit mempertahankan fokus), A2 (mudah terdistraksi), dan A3 (merasa kewalahan dengan tugas banyak). Berdasarkan fakta tersebut, sistem menelusuri basis kaidah dan menemukan kaidah-kaidah yang aktif sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4.6.

Tabel 4. 6 Contoh Kaidah Aktif Berdasarkan Fakta

Fakta Tersedia	Kaidah Aktif	Strategi yang Dihasilkan
A1	R1	S3 (Pomodoro)
A1	R2	S8 (Movement Breaks)
A2	R3	S5 (Noise Management)
A2	R4	S3 (Pomodoro)

A3	R5	S1 (Chunking)
A3	R6	S2 (Visual Mapping)

Dari Tabel 4.6 terlihat bahwa strategi S3 (Pomodoro) dihasilkan oleh dua kaidah sekaligus, yaitu R1 dan R4. Kondisi inilah yang kemudian ditangani menggunakan rumus kombinasi *Certainty Factor* pada tahap perhitungan, sehingga strategi yang didukung oleh lebih dari satu fakta akan memperoleh tingkat keyakinan yang lebih tinggi.

4.2.5. Perhitungan Certainty Factor

Setelah proses inferensi menghasilkan kaidah-kaidah aktif, tahap selanjutnya adalah menghitung nilai *Certainty Factor* untuk setiap strategi belajar. Perhitungan dilakukan dalam tiga tahap, yaitu menghitung CF setiap kaidah, menggabungkan CF untuk strategi yang sama, dan mengurutkan strategi berdasarkan nilai akhir.

Perhitungan mengacu pada contoh sebelumnya, yaitu mahasiswa dengan tiga fakta: A1 (sulit mempertahankan fokus, *CF pengguna* = 0.75), A2 (mudah terdistraksi, *CF pengguna* = 1.0), dan A3 (merasa kewalahan dengan tugas banyak, *CF pengguna* = 0.75).

1. Tahap 1: Menghitung CF setiap kaidah

Nilai CF setiap kaidah dihitung dengan mengalikan *CF pakar* dengan *CF pengguna*, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4.7.

Tabel 4. 7 Hasil Perhitungan CF Setiap Kaidah

Kaidah	Strategi	CF	CF	CF Kaidah
		Pakar	Pengguna	
R1	S3 (Pomodoro)	0.85	0.75	0.6375
R2	S8 (Movement Breaks)	0.80	0.75	0.6000
R3	S5 (Noise Management)	0.75	1.00	0.7500
R4	S3 (Pomodoro)	0.80	1.00	0.8000
R5	S1 (Chunking)	0.80	0.75	0.6000
R6	S2 (Visual Mapping)	0.70	0.75	0.5250

2. Tahap 2: Menggabungkan CF untuk strategi yang sama

Strategi S3 (Pomodoro) dihasilkan oleh dua kaidah, yaitu R1 (0.6375) dan R4 (0.8000), sehingga nilai keduanya digabungkan menggunakan rumus kombinasi:

$$CF \text{ kombinasi} = CF_1 + CF_2 \times (1 - CF_1)$$

$$CF \text{ kombinasi} = 0.6375 + 0.8000 \times (1 - 0.6375)$$

$$CF \text{ kombinasi} = 0.6375 + 0.8000 \times 0.3625$$

$$CF \text{ kombinasi} = 0.6375 + 0.29$$

$$CF \text{ kombinasi} = 0.9275$$

Adapun strategi lainnya (S8, S5, S1, dan S2) hanya dihasilkan oleh satu kaidah, sehingga nilai CF-nya tidak perlu digabungkan.

3. Tahap 3: Mengurutkan strategi berdasarkan nilai CF akhir

Nilai akhir setiap strategi kemudian dikonversi ke dalam bentuk persentase dan diurutkan dari yang tertinggi, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4.8.

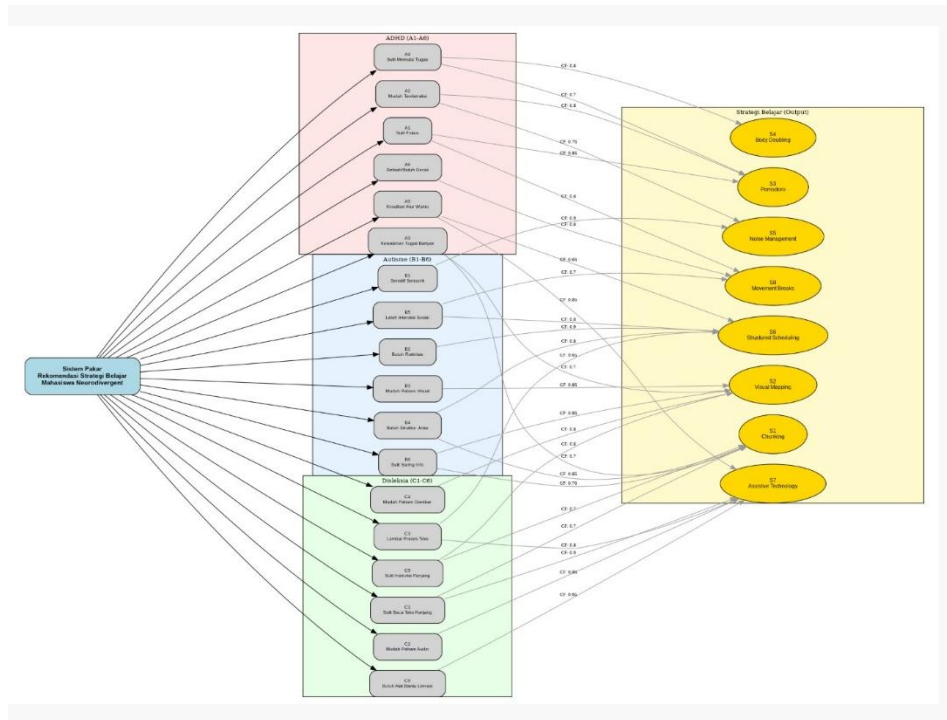
Tabel 4. 8 Hasil Akhir Rekomendasi Strategi

Peringkat	Strategi	CF Akhir	Presentase
1	S3 (Pomodoro)	0.8731	92.75%
2	S5 (Noise Management)	0.7500	75.00%
3	S8 (Movement Breaks)	0.6000	60.00%
4	S1 (Chunking)	0.6000	60.00%
5	S2 (Visual Mapping)	0.5250	52.50%

Berdasarkan hasil tersebut, sistem merekomendasikan *Pomodoro* sebagai strategi belajar dengan tingkat keyakinan tertinggi (92.75%), diikuti oleh *Noise Management* dan strategi lainnya. Seluruh strategi ditampilkan beserta persentase keyakinannya agar mahasiswa dapat memahami tingkat kesesuaian masing-masing strategi dengan karakteristik belajarnya.

Berikut pada 4.5 adalah pohon keputusan dari sistem pakar.

Gambar



Gambar 4. 5 Pohon Keputusan Sistem Pakar

4.3. Implementasi Basis Pengetahuan

Basis pengetahuan merupakan komponen inti dari sistem pakar ini. Basis pengetahuan diimplementasikan ke dalam basis data SQLite yang terdiri atas tiga tabel utama, yaitu tabel pertanyaan (memuat karakteristik belajar), tabel strategi (memuat delapan strategi belajar), dan tabel kaidah (memuat aturan *IF-THEN* beserta nilai *CF pakar*)

Seluruh kaidah beserta nilai *CF pakar* yang digunakan dalam sistem telah melalui proses validasi oleh psikolog sebagai pakar sebelum basis pengetahuan ini diimplementasikan ke dalam basis data. Rincian basis kaidah yang telah divalidasi mengikuti rancangan yang disajikan pada Tabel 4.4 (subbab 4.2.2).

Basis kaidah yang telah diimplementasikan ini menjadi acuan utama sistem dalam melakukan proses inferensi. Setiap kaidah menghubungkan satu karakteristik belajar dengan satu strategi belajar, disertai nilai CF pakar yang menunjukkan tingkat keyakinan pakar terhadap keterkaitan tersebut.

4.4. Implementasi Antarmuka Sistem

Antarmuka sistem diimplementasikan berbasis web menggunakan HTML dan CSS agar mudah diakses oleh mahasiswa. Antarmuka dirancang dengan tampilan sederhana dan warna yang hangat untuk mengurangi kecemasan pengguna *neurodivergent*. Sistem terdiri atas dua halaman utama, yaitu halaman konsultasi dan halaman hasil rekomendasi.

Halaman konsultasi menampilkan daftar pertanyaan mengenai karakteristik belajar mahasiswa. Setiap pertanyaan disertai lima pilihan jawaban berupa skala frekuensi, yaitu "Tidak pernah", "Jarang", "Kadang-kadang", "Sering", dan "Selalu". Tampilan halaman konsultasi ditunjukkan pada Gambar 4.6.

Teman Belajar 🐱
Yuk, cari cara belajar yang paling pas buat kamu

Sistem ini adalah alat bantu untuk mengenali strategi belajar yang mungkin cocok untukmu. **Ini bukan alat diagnosis.** Jika kamu merasa membutuhkan dukungan lebih, pertimbangkan berkonsultasi dengan psikolog atau konselor pendidikan.

PERTANYAAN 1 DARI 18
Seberapa sering kamu sulit mempertahankan fokus lebih dari 20 menit saat belajar?

☐ Tidak pernah ☐ Jarang ☐ Kadang-kadang ☐ Sering ☐ Selalu

PERTANYAAN 2 DARI 18
Seberapa sering suara atau gerakan di sekitarmu mengalihkan perhatianmu saat belajar?

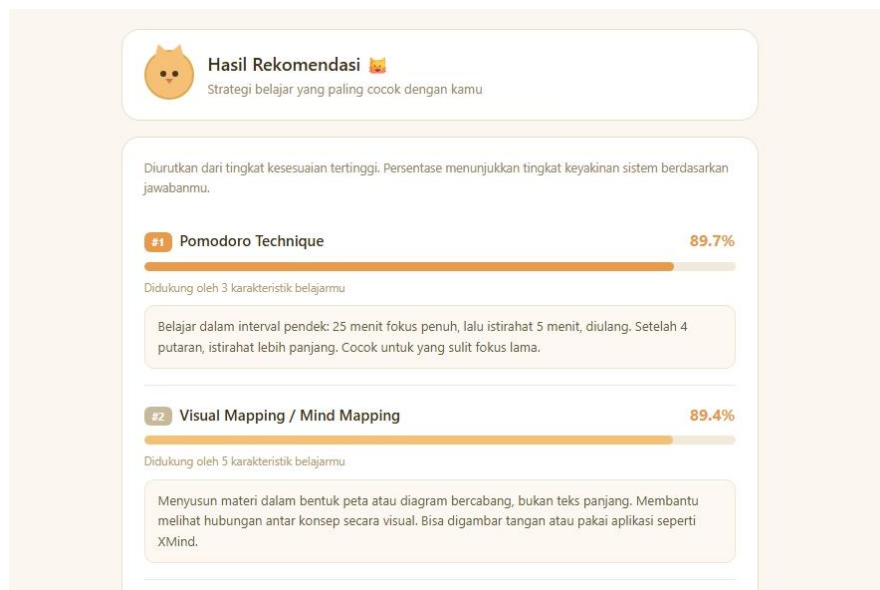
☐ Tidak pernah ☐ Jarang ☐ Kadang-kadang ☐ Sering ☐ Selalu

PERTANYAAN 3 DARI 18
Seberapa sering kamu merasa kewalahan saat melihat tugas atau materi yang banyak sekaligus?

☐ Tidak pernah ☐ Jarang ☐ Kadang-kadang ☐ Sering ☐ Selalu

Gambar 4. 6 Halaman Konsultasi

Setelah mahasiswa menjawab seluruh pertanyaan dan menekan tombol rekomendasi, sistem menampilkan halaman hasil. Halaman ini memuat daftar strategi belajar yang direkomendasikan, diurutkan dari tingkat keyakinan tertinggi, beserta persentase *Certainty Factor* dan penjelasan singkat setiap strategi. Tampilan halaman hasil ditunjukkan pada Gambar 4.7.



Gambar 4. 7 Halaman Hasil Rekomendasi

4.5. Pengujian Proses Inferensi

Pengujian proses inferensi dilakukan untuk memastikan bahwa perhitungan *Certainty Factor* yang dilakukan sistem sesuai dengan perhitungan manual. Pengujian menggunakan dua contoh kasus.

Kasus 1. Mahasiswa menjawab "Sering" pada karakteristik A1 (sulit mempertahankan fokus, $CF_{pengguna} = 0.75$) dan "Selalu" pada karakteristik A2 (mudah terdistraksi, $CF_{pengguna} = 1.0$). Kedua karakteristik ini mengaktifkan

kaidah menuju strategi *Pomodoro* (S3), yaitu R1 ($CF_{pakar} = 0.85$) dan R4 ($CF_{pakar} = 0.80$).

Perhitungan manual:

$$CF_{R1} = 0.85 \times 0.75 = 0.6375$$

$$CF_{R4} = 0.80 \times 1.0 = 0.80$$

$$CF_{kombinasi} = 0.6375 + 0.80 \times (1 - 0.6375) = 0.6375 + 0.29 = 0.9275$$

$$\text{Hasil} = 92.75\%$$

Kasus 2. Mahasiswa menjawab "Selalu" pada karakteristik A5 (kesulitan mengatur waktu, $CF_{pengguna} = 1.0$), "Sering" pada B4 (membutuhkan struktur, $CF_{pengguna} = 0.75$), dan "Kadang-kadang" pada B5 (mudah lelah karena interaksi sosial, $CF_{pengguna} = 0.5$). Ketiga karakteristik mengaktifkan kaidah menuju strategi *Structured Scheduling* (S6), yaitu R9 ($CF_{pakar} = 0.65$), R16 ($CF_{pakar} = 0.80$), dan R18 ($CF_{pakar} = 0.80$).

Perhitungan manual:

$$CF_{R9} = 0.65 \times 1.0 = 0.65$$

$$CF_{R16} = 0.80 \times 0.75 = 0.60$$

$$CF_{R18} = 0.80 \times 0.5 = 0.40$$

$$CF_{kombinasi\ 1\ (R9\ dan\ R16)} = 0.65 + 0.60 \times (1 - 0.65) = 0.65 + 0.21 = 0.86$$

$$CF_{kombinasi\ 2\ (hasil\ dan\ R18)} = 0.86 + 0.40 \times (1 - 0.86) = 0.86 + 0.056 = 0.916$$

$$\text{Hasil} = 91.6\%$$

Kasus 3 (Autisme). Mahasiswa menjawab "Selalu" pada karakteristik B1 (sensitif terhadap stimulus sensorik, $CF_{pengguna} = 1.0$) dan "Selalu" pada B2 (membutuhkan rutinitas, $CF_{pengguna} = 1.0$). Karakteristik ini mengaktifkan

kaidah R12 menuju *Noise Management* (S5) dan R13 menuju *Structured Scheduling* (S6).

Perhitungan manual:

$$CF\ R12 = 0.90 \times 1.0 = 0.90 \rightarrow \text{Noise Management} = 90\%$$

$$CF\ R13 = 0.90 \times 1.0 = 0.90 \rightarrow \text{Structured Scheduling} = 90\%$$

Hasil: kedua strategi memperoleh 90%.

Kasus 4 (Disleksia). Mahasiswa menjawab "Sering" pada karakteristik C1 (kesulitan membaca teks panjang, $CF\ \text{pengguna} = 0.75$) dan "Selalu" pada C2 (lebih mudah memahami lewat audio, $CF\ \text{pengguna} = 1.0$). Keduanya mengaktifkan kaidah menuju *Assistive Technology* (S7), yaitu R21 ($CF\ \text{pakar} = 0.90$) dan R23 ($CF\ \text{pakar} = 0.95$).

Perhitungan manual:

$$CF\ R21 = 0.90 \times 0.75 = 0.675$$

$$CF\ R23 = 0.95 \times 1.0 = 0.95$$

$$CF\ \text{kombinasi} = 0.675 + 0.95 \times (1 - 0.675) = 0.675 + 0.30875 = 0.98375$$

Hasil = 98.38%

Kasus 5 (Campuran). Mahasiswa menjawab "Sering" pada A1 (sulit fokus, $CF\ \text{pengguna} = 0.75$), "Selalu" pada B3 (lebih mudah memahami visual, $CF\ \text{pengguna} = 1.0$), dan "Sering" pada C4 (lebih mudah memahami lewat gambar, $CF\ \text{pengguna} = 0.75$). Karakteristik B3 dan C4 sama-sama mengaktifkan kaidah menuju *Visual Mapping* (S2), yaitu R14 ($CF\ \text{pakar} = 0.85$) dan R26 ($CF\ \text{pakar} = 0.80$).

Perhitungan manual:

$$CF\ R14 = 0.85 \times 1.0 = 0.85$$

$$CF\ R26 = 0.80 \times 0.75 = 0.60$$

$$CF\ kombinasi = 0.85 + 0.60 \times (1 - 0.85) = 0.85 + 0.09 = 0.94$$

Hasil = 94%

Perbandingan hasil perhitungan manual dengan keluaran sistem ditunjukkan pada Tabel 4.9.

Tabel 4. 9 Perbandingan Perhitungan Manual dan Sistem

Kasus	Kondisi	Strategi	Manual	Sistem	Keterangan
1	ADHD	Pomodoro (S3)	92.75%	92.75%	Sesuai
2	ADHD- Autisme	Structured Scheduling (S6)	91.6%	91.6%	Sesuai
3	Autisme	Noise Management (S5)	90.00%	90.00%	Sesuai
4	Disleksia	Assistive Technology (S7)	98.38%	98.38%	Sesuai
5	Campuran	Visual Mapping (S2)	94.00%	94.00%	Sesuai

Berdasarkan Tabel 4.9, hasil perhitungan manual sama dengan keluaran sistem. Hal ini menunjukkan bahwa mesin inferensi *Forward Chaining* dan perhitungan *Certainty Factor* pada sistem telah berjalan dengan benar.

4.6. Pengujian Fungsional (Black-Box Testing)

Pengujian fungsional dilakukan menggunakan metode *black-box* untuk memastikan setiap fitur sistem berjalan sesuai yang diharapkan. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 4.10.

Tabel 4. 10 Hasil Pengujian Black-Box

No	Fitur yang Diuji	Skenario	Hasil yang Diharapkan	Hasil
1	Menampilkan pertanyaan	Membuka halaman konsultasi	Seluruh pertanyaan tampil dengan pilihan jawaban	Sesuai
2	Validasi jawaban	Menekan tombol tanpa mengisi semua jawaban	Sistem meminta seluruh pertanyaan dijawab	Sesuai
3	Proses inferensi	Mengisi jawaban lalu menekan tombol	Sistem menampilkan rekomendasi strategi	Sesuai
4	Perhitungan CF	Memberikan jawaban tertentu	Persentase keyakinan dihitung dengan benar	Sesuai
5	Pengurutan Hasil	Melihat halaman hasil	Strategiurut dari CF tertinggi ke terendah	Sesuai

6	Penjelasan strategi	Melihat halaman hasil	Setiap strategi disertai penjelasan singkat	Sesuai
7	Ulangi konsultasi	Menekan tombol ulangi	Sistem kembali ke halaman konsultasi	Sesuai

Berdasarkan Tabel 4.10, seluruh fitur sistem berfungsi sesuai dengan yang diharapkan.

4.7. Validasi Pakar

Validasi pakar dilakukan oleh psikolog untuk menilai kesesuaian nilai *CF pakar* serta ketepatan rekomendasi yang dihasilkan sistem. Proses validasi dilakukan dengan menunjukkan basis kaidah dan keluaran sistem kepada pakar, kemudian pakar memberikan penilaian dan koreksi apabila diperlukan.

Melalui proses tersebut, pakar menilai bahwa keseluruhan basis kaidah dan nilai *CF* pakar yang digunakan sistem telah mencerminkan tingkat keyakinan pakar dengan tepat, dan rekomendasi strategi belajar yang dihasilkan sistem telah sesuai dengan penalaran psikologis serta layak digunakan sebagai alat bantu bagi mahasiswa neurodivergent. Dengan demikian, sistem dinyatakan valid berdasarkan penilaian pakar.