# PERANCANGAN ONTOLOGI *SKINCARE* UNTUK SISTEM REKOMENDASI BERBASIS PREFERENSI PENGGUNA




Disusun Oleh:

N a m a : Asista Ainun Jannatin

NIM : 21523280

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA – PROGRAM SARJANA**

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

**2025**

**HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING**

# PERANCANGAN ONTOLOGI *SKINCARE* UNTUK SISTEM REKOMENDASI BERBASIS PREFERENSI PENGGUNA

## TUGAS AKHIR

Disusun Oleh:


N a m a : Asista Ainun Jannatin

NIM : 21523280


Yogyakarta, 10 September 2025

Pembimbing,

( Chanifah Indah Ratnasari, S.Kom, M.Kom)

**HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PENGUJI**

# PERANCANGAN ONTOLOGI *SKINCARE* UNTUK SISTEM REKOMENDASI BERBASIS PREFERENSI PENGGUNA

## TUGAS AKHIR

Telah dipertahankan di depan sidang penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer dari Program Studi Informatika – Program Sarjana di Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 9 September 2025

Tim Penguji

Chanifah Indah Ratnasari, S.Kom, M.Kom

**Anggota 1**

Dr. Novi Setiani, S.T., M.T.

**Anggota 2**

Sri Mulyati, S.Kom., M.Kom.

Mengetahui,
Ketua Program Studi Informatika – Program Sarjana
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

( Dhomas Hatta Fudholi, S.T., M.Eng., Ph.D.)

## HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Asista Ainun Jannatin

NIM : 21523280

Tugas akhir dengan judul:

# PERANCANGAN ONTOLOGI *SKINCARE* UNTUK SISTEM REKOMENDASI BERBASIS PREFERENSI PENGGUNA

Menyatakan bahwa seluruh komponen dan isi dalam tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri. Apabila di kemudian hari terbukti ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, tugas akhir yang diajukan sebagai hasil karya sendiri ini siap ditarik kembali dan siap menanggung risiko dan konsekuensi apapun.

Demikian surat pernyataan ini dibuat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 23 Juli 2025




( Asista Ainun Jannatin )

# HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur kepada Allah Swt saya panjatkan atas limpahan rahmat, taufik, serta hidayah-Nya, sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Dengan tulus, saya persembahkan tugas akhir ini untuk orang tua saya yang selalu memberi dukungan, doa, dan semangat dalam setiap langkah saya. Terima kasih atas semua pengorbanan dan kasih sayang yang tidak pernah putus. Tugas akhir ini juga saya persembahkan untuk diri saya sendiri, sebagai bentuk apresiasi atas usaha dan perjalanan panjang yang telah dilalui hingga saat ini. Karya sederhana ini diharapkan dapat menjadi bekal dan motivasi untuk perjalanan ke depan serta bermanfaat bagi semua pihak yang membaca dan menggunakannya.

# HALAMAN MOTO

“Keberhasilan diperoleh dari kerja keras, kesabaran, dan rasa syukur kepada Tuhan.“

– QS Al Qasas: 24

# KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim,

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Swt. karena dengan rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir berjudul "Perancangan Ontologi *Skincare* untuk Sistem Rekomendasi Berbasis Preferensi Pengguna" ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Informatika, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia. Tanpa adanya dukungan dari berbagai pihak, penulis tidak dapat menyelesaikan laporan ini dengan tepat waktu. Pada kesempatan kali ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Rektor Universitas Islam Indonesia, yakni Prof. Fathul Wahid, S.T., M.Sc., Ph.D..
2. Bapak Dr. Raden Teduh Dirgahayu, S.T., M.Sc., selaku Ketua Jurusan Informatika UII.
3. Bapak Dhomas Hatta Fudholi, S.T., M.Eng., Ph.D., selaku Ketua Program Studi Informatika Program Sarjana Fakultas Teknologi Industri UII.
4. Ibu dosen pembimbing, yakni Ibu Chanifah Indah Ratnasari, S.Kom., M.Kom. yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi selama penyusunan skripsi ini.
5. Seluruh bapak/Ibu Dosen serta staf Prodi Informatika UII yang telah memberikan ilmu dan kesempatan selama masa studi.
6. Orang tua penulis, Bapak Asmungi dan Ibu Siti Istikomah yang telah memberikan dukungan kepada penulis, serta memberikan segala doa dan kasih sayangnya sehingga penulis bisa bertahan hingga saat ini.
7. Almh. Asista Dian Cahyani, kakak penulis yang meskipun sudah tidak ada secara fisik tapi masih menjadi idola dan penyemangat.
8. Teman-teman grup Tadika Mesra, Kharisma, Naela, Siraj, Juan, Nabila, Hanuga, Ihwan, Bintang, dan yang lainnya karena telah membantu, menemani, dan menyemangati selama masa studi hingga akhir.
9. Teman-teman *Student Staff* Informatika UII, Melia, Fafan, Eva, dan yang lainnya, karena selama masa studi telah membantu membentuk suasana kerja yang menyenangkan, hingga secara personal.

10. Aci, Nada, Ulung, Kak Mia, Daffa, Dika, dan Micel yang telah memberikan pengalaman menyenangkan selama masa KKN penulis, bahkan setelah KKN masih saling mendukung satu sama lain.
11. Seluruh pihak yang belum dapat penulis sebutkan satu per satu, terima kasih atas semua dukungan dan waktu yang diberikan baik secara langsung maupun tidak.

Penulisan tugas akhir ini memang tidak lepas dari berbagai kendalan dan jauh dari kata sempurna. Namun, berkat usaha, doa, dan bantuan dari berbagai pihak, penulis dapat menyelesaikan dengan tugas akhir ini dengan tepat waktu. Oleh karena itu, penulis terbuka terhadap kritik dan saran yang membangun di masa depan. Semoga dengan tugas akhir ini, dapat terlahir berbagai manfaat bagi penulis sendiri maupun siapa saja yang membaca dan menggunakannya.

Yogyakarta, 23 Juli 2025



( Asista Ainun Jannatin )

# SARI

Industri perawatan kulit mengalami pertumbuhan pesat seiring meningkatnya kesadaran konsumen akan pentingnya produk *skincare* yang tepat dan aman. Namun, banyaknya produk di pasar menimbulkan tantangan dalam pemilihan produk yang sesuai dengan karakteristik kulit dan kebutuhan pengguna. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem rekomendasi *skincare* berbasis ontologi yang memetakan hubungan antara produk, bahan aktif, jenis kulit, dan masalah kulit pengguna. Metode pengembangan menggunakan *Software Development Life Cycle* (SDLC) dengan model *Waterfall*, meliputi tahap analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan. Data produk dan bahan aktif dikumpulkan melalui teknik *web scraping* dari platform Sociolla, Beautyhaul, dan Skinsort, kemudian dimodelkan dalam ontologi menggunakan *Protégé* dengan metodologi *Methontology*. Sistem dibangun sebagai aplikasi web menggunakan React, Node.js, PostgreSQL, dan Apache Jena Fuseki untuk *reasoning* semantik dan pengambilan keputusan berbasis *SPARQL*. Pengujian sistem menggunakan *Technology Acceptance Model* (TAM) menunjukkan bahwa pengguna memberikan rating tinggi terhadap kemudahan penggunaan (4,4) dan manfaat sistem (4,8). Hasil implementasi dan evaluasi membuktikan bahwa sistem rekomendasi berbasis *ontologi* mampu memberikan rekomendasi produk yang lebih personal, akurat, dan dapat dijelaskan secara ilmiah dibanding metode konvensional. Sistem ini diharapkan menjadi solusi efektif dalam membantu konsumen memilih produk *skincare* yang sesuai dengan kebutuhan individu serta meningkatkan literasi produk kecantikan berbasis data terpercaya.

Kata kunci: sistem rekomendasi, ontologi, *skincare, web scraping, Technology Acceptance Model*, personalisasi.

# GLOSARIUM

| | |
|---|---|
| *Allergen Type* | jenis bahan atau zat yang dapat menyebabkan reaksi alergi pada kulit. |
| Backend | bagian sistem yang berjalan di sisi *server* dan menangani logika bisnis serta pengelolaan data. |
| Compile | proses untuk mengubah berkas kode program dengan berkas lain yang terkait menjadi berkas yang siap untuk dieksekusi oleh sistem operasi secara langsung. |
| Debug | langkah untuk menelusuri kesalahan kode program. |
| Frontend | bagian sistem yang berinteraksi langsung dengan pengguna melalui antarmuka aplikasi. |
| OntoGraph | Model formal yang menjelaskan konsep-konsep dan hubungan dalam suatu domain pengetahuan |
| Waterfall | metode pengembangan perangkat lunak. |

# DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL ..... i
HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING ..... ii
HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PENGUJI ..... iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR ..... iv
HALAMAN PERSEMBAHAN ..... v
HALAMAN MOTO ..... vi
KATA PENGANTAR ..... vii
SARI ..... ix
GLOSARIUM ..... x
DAFTAR ISI ..... xi
DAFTAR TABEL ..... xiii
DAFTAR GAMBAR ..... xiv
BAB I PENDAHULUAN ..... 1
1.1 Latar Belakang ..... 1
1.2 Rumusan Masalah ..... 5
1.3 Batasan Penelitian ..... 6
1.4 Tujuan Penelitian ..... 6
1.5 Manfaat Penelitian ..... 6
1.6 Metodologi Penelitian ..... 7
1.7 Sistematika Penulisan ..... 7
BAB II KAJIAN PUSTAKA ..... 9
2.1 Ontologi dan *Knowledge Representation* ..... 10
2.2 Sistem Rekomendasi Berbasis Ontologi ..... 12
2.3 Domain Perawatan Kulit ..... 13
2.4 *Black-box Testing* ..... 15
2.5 *Technology Acceptance Model* (TAM) ..... 15
2.6 Penelitian Terkait ..... 17
BAB III METODE PENELITIAN ..... 24
3.1 Analisis Kebutuhan ..... 24
3.1.1 Identifikasi kebutuhan sistem ..... 24
3.1.2 Pengumpulan Data Kebutuhan Pengguna ..... 26
3.1.3 Spesifikasi Kebutuhan Final dan Use Case ..... 32
3.1.4 Sumber Dataset ..... 37
3.2 Perancangan Sistem ..... 37
3.2.1 Justifikasi Penggunaan Ontologi ..... 37
3.2.2 Desain Ontologi ..... 39
3.2.3 Arsitektur Sistem ..... 44
3.3 Implementasi Sistem ..... 45
3.4 Pengujian ..... 46
3.5 Pemeliharaan ..... 49
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN ..... 51
4.1 Deskripsi *Dataset* dan Proses Pengumpulan Data ..... 51
4.2 Implementasi Ontologi ..... 53
4.3 Implementasi Sistem Rekomendasi ..... 57
4.4 Hasil Pengujian ..... 61
4.4.1 Pengujian *Black-box* ..... 61
4.4.2 Pengujian Evaluasi *Technology Acceptance Model* (TAM) ..... 63

4.5 Pembahasan ..... 65
4.5.1 Kelebihan Penelitian ..... 65
4.5.2 Kontribusi Penelitian ..... 66
4.5.3 Keterbatasan Penelitian ..... 67
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN ..... 68
5.1 Kesimpulan ..... 68
5.2 Saran ..... 68
DAFTAR PUSTAKA ..... 70
LAMPIRAN ..... 77

# DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian terkait ..... 17
Tabel 2.2 Bingkai Analisis berdasarkan Topik Pembahasan ..... 20
Tabel 3.1 Karakteristik Responden Berdasarkan Tingkat Pengetahuan *Skincare* ..... 26
Tabel 3.2 Demografi Responden Wawancara untuk Analisis Kebutuhan ..... 27
Tabel 3.3 Indikator Penilaian per Aspek Wawancara ..... 28
Tabel 3.4 Analisis Pain Points dan Solusi yang Diharapkan ..... 30
Tabel 3.5 Analisis Preferensi Pengguna untuk Pengembangan Sistem ..... 31
Tabel 3.6 Matriks Prioritisasi Kebutuhan Sistem ..... 32
Tabel 3.7 Deskripsi *Use Case* Utama ..... 36
Tabel 3.8 Justifikasi Penggunaan Ontologi per *Use Case* ..... 38
Tabel 3.9 Konsep Utama dalam Ontologi *Skincare* ..... 40
Tabel 3.10 Hierarki Kelas dalam Ontologi *Skincare* ..... 41
Tabel 3.11 Properti Objek dalam Ontologi *Skincare* ..... 42
Tabel 3.12 Properti Data dalam Ontologi *Skincare* ..... 43
Tabel 3.13 Aturan *Reasoning* dalam Ontologi *Skincare* ..... 44
Tabel 3.15 Demografi Responden Evaluasi TAM ..... 47
Tabel 3.16 Instrumen Evaluasi PU dan PEOU ..... 48
Tabel 3.17 Interpretasi Skor Likert ..... 48
Tabel 4.1 Contoh hasil *web scraping* produk di Sociolla dan BeautyHaul ..... 53
Tabel 4.2 Metrik Implementasi Ontologi ..... 55
Tabel 4.3 Hasil Black-box Testing UC01 dan UC05 ..... 62
Tabel 4.4 Hasil Black-box Testing UC02 dan UC03 ..... 62
Tabel 4.5 Hasil Black-box Testing UC04 ..... 62
Tabel 4.6 Hasil Black-box Testing UC07 ..... 63
Tabel 4.7 Hasil Evaluasi TAM per Variabel ..... 63
Tabel 4.8 Analisis TAM Berdasarkan Kategori Pengguna ..... 64

# DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Model Waterfall untuk Pengembangan Sistem Rekomendasi Skincare Berbasis Ontologi ..... 24
Gambar 3.2 Diagram *Use Case* Sistem ..... 35
Gambar 4.1 Kode mengambil nama-nama produk skincare Sociolla ..... 52
Gambar 4.2 Perancangan Struktur Ontologi ..... 54
Gambar 4.3 Visualisasi OntoGraph Ontologi Sistem ..... 54
Gambar 4.4 Contoh hasil eksekusi SPARQL Query ..... 56
Gambar 4.5 Contoh Implementasi *Query* ..... 58
Gambar 4.6 Tampilan Landing Page Sistem MatchCare ..... 59
Gambar 4.7 Tampilan Quiz untuk Preferensi Pengguna ..... 59
Gambar 4.8 Tampilan Hasil Rekomendasi ..... 59
Gambar 4.9 Tampilan *Product Detail* ..... 60
Gambar 4.10 Tampilan Peringatan pada *Product Detail* ..... 60
Gambar 4.11 Tampilan *Ingredients Explanation* ..... 61
Gambar 4.12 Tampilan Edukasi *Skin Type* ..... 61

# BAB I
# PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Perawatan kulit memiliki peranan penting dalam menjaga kesehatan dan penampilan individu. Kondisi kulit yang baik tidak hanya meningkatkan kepercayaan diri, tetapi juga berkontribusi pada kesehatan secara keseluruhan. Dengan meningkatnya kesadaran masyarakat tentang kesehatan kulit, industri perawatan kulit telah berkembang pesat dan menciptakan pasar yang kompleks dengan berbagai produk yang tersedia. Namun, dengan banyaknya pilihan, konsumen sering kali kesulitan memilih produk yang tepat untuk kebutuhan spesifik mereka. Variabilitas kondisi kulit antarindividu menambah tantangan ini, karena setiap orang mungkin memiliki jenis kulit yang berbeda dan memerlukan pendekatan yang dipersonalisasi.

Dalam masyarakat yang semakin terhubung melalui media sosial, penampilan luar menjadi semakin penting bagi individu dalam membangun persepsi diri yang positif. Penelitian menunjukkan bahwa penampilan sering kali digunakan sebagai indikator utama untuk menilai diri sendiri dan bagaimana orang lain menilai kita. Oleh karena itu, perawatan kulit berfungsi sebagai fondasi penting dalam meningkatkan penampilan fisik dan kepercayaan diri.

Ritual perawatan kulit tidak hanya meningkatkan kesehatan fisik kulit, tetapi juga dapat memperbaiki cara individu memandang diri mereka sendiri. Dalam studi oleh (Das et al., 2022), dijelaskan bahwa citra diri yang positif berperan sebagai motivator bagi individu untuk membeli produk perawatan kulit, yang membuat mereka merasa lebih baik tentang penampilan mereka secara keseluruhan. Hal ini menunjukkan bahwa ada hubungan yang signifikan antara investasi dalam perawatan kulit dan peningkatan kepercayaan diri. Ketika individu merasa memiliki kulit yang sehat dan terawat, hal ini cenderung meningkatkan cara mereka melihat diri sendiri, yang pada gilirannya memengaruhi interaksi sosial mereka.

Industri *skincare* di Indonesia telah mengalami pertumbuhan yang signifikan dalam beberapa tahun terakhir. Pertumbuhan ini didorong oleh peningkatan kesadaran akan pentingnya perawatan kulit serta gaya hidup modern yang semakin mendorong permintaan terhadap produk kecantikan. Pertumbuhan ini tampak melalui penambahan jumlah pemain industri, peningkatan volume penjualan, dan diversifikasi produk. Penelitian menunjukkan bahwa faktor-faktor seperti inovasi produk, penerapan strategi *cost leadership*, dan penekanan pada kualitas serta kehalalan produk telah membantu mengakselerasi pertumbuhan ini (Hadits et al., 2022; Setiawan, 2024).

Data spesifik mengenai pertumbuhan industri *skincare* di Indonesia menunjukkan adanya lompatan kuantitatif dalam rentang waktu tertentu, dengan peningkatan yang terukur dalam persentase pertumbuhan tahunan. Beberapa studi mencatat bahwa industri kosmetik, termasuk produk *skincare*, mengalami peningkatan hingga 7% pada tahun 2021 (Setiawan, 2024), sementara data lain menunjukkan bahwa pertumbuhan di sektor ini dapat mencapai 20,6% yang didorong oleh kontribusi UKM (Setiawan, 2024). Evaluasi ini didasarkan pada pengukuran peningkatan jumlah perusahaan dan volume penjualan produk yang secara langsung dipengaruhi oleh pergeseran preferensi konsumen. Peningkatan minat beli dipicu oleh faktor-faktor seperti kualitas produk dan strategi pemasaran digital, yang secara kolektif mendorong pertumbuhan industri secara keseluruhan. Data yang tersedia memberikan gambaran bahwa pertumbuhan industri ini mencakup aspek kuantitatif dan kualitatif, dengan semakin banyaknya inovasi pada setiap lini produk (Saraliandra & Djakasaputra, 2025).

Posisi Indonesia dalam pasar *skincare* global menunjukkan bahwa negara ini mulai mempertahankan pijakan yang kuat melalui penawaran produk yang inovatif dan terjangkau. Produsen domestik tidak hanya bersaing di pasar domestik, tetapi juga mulai menargetkan ekspor dengan menyesuaikan standar global seperti sertifikasi halal dan penggunaan bahan alami, sehingga produk mereka mendapatkan penerimaan di berbagai negara (Nurfatiha et al., 2025). Hal ini didorong oleh penyesuaian strategi pemasaran dan investasi dalam teknologi digital, yang memungkinkan pelaku industri untuk menembus pasar internasional dengan lebih efektif (Yang et al., 2024). Strategi seperti bekerja sama dengan *influencer* serta memanfaatkan *e-commerce* juga telah membuka peluang baru bagi produk lokal untuk menjangkau konsumen global. Dengan demikian, posisi Indonesia di pasar *skincare* global semakin diperkuat oleh inovasi produk dan strategi pemasaran yang adaptif terhadap tren global.

Karakteristik konsumen Indonesia tidak hanya terbatas pada perilaku digital, tetapi juga mencakup preferensi terhadap produk dengan manfaat fungsional dan estetika. Konsumen semakin menuntut produk dengan klaim yang jelas terhadap peningkatan kesehatan kulit, seperti kemampuan anti-penuaan, pencerahan kulit, dan perawatan khusus untuk kulit sensitif (Ningrum & Indayani, 2024). Faktor-faktor tersebut merupakan elemen penting yang menjadikan produk *skincare* lebih unggul dalam memenuhi kebutuhan dan ekspektasi konsumen. Selain itu, adanya kecenderungan untuk mencari testimoni dan rekomendasi dari sumber terpercaya menambah kompleksitas dalam proses pengambilan keputusan pembelian. Penekanan pada aspek fungsional dan estetika ini mengharuskan perusahaan untuk terus

melakukan inovasi serta memperhatikan umpan balik dari konsumen agar produk yang ditawarkan relevan dengan kebutuhan pasar.

Survei yang dilakukan oleh ZAP Clinic dan dikompilasi dalam (ZAP Clinic, 2020, 2021, 2023, 2024) menggambarkan perilaku, preferensi, dan kebutuhan wanita Indonesia terhadap produk kecantikan berdasarkan data dari tahun 2020, 2021, 2023, dan 2024. Laporan statistik ini menunjukkan bahwa mayoritas responden mendefinisikan kecantikan sebagai memiliki kulit wajah yang bersih, mulus, cerah, dan *glowing*. Definisi ini mencerminkan pentingnya kondisi kulit yang sehat dan tampak alami sebagai standar kecantikan di kalangan wanita Indonesia.

Permasalahan kulit yang sering dialami oleh responden meliputi berbagai kondisi, seperti kulit kusam, komedo, pori-pori besar, warna kulit yang tidak merata, bekas jerawat, serta munculnya garis halus. Menariknya, fenomena munculnya garis halus ini juga sudah dialami oleh generasi muda atau Generasi Z, yang menandakan adanya kesadaran dan perhatian terhadap tanda-tanda penuaan sejak usia dini. Kondisi-kondisi tersebut menjadi tantangan utama yang ingin diatasi oleh konsumen melalui produk kecantikan (ZAP Clinic, 2023).

Dalam hal pemilihan produk *skincare*, manfaat yang paling dicari oleh responden adalah produk yang dapat mencerahkan kulit, dengan persentase sebesar 75,8%. Selain itu, produk yang mampu melindungi kulit dari paparan sinar ultraviolet (UV) dan melembapkan kulit juga sangat diminati. Khusus bagi Generasi Z, manfaat tambahan seperti kemampuan produk dalam menyamarkan bekas jerawat dan memberikan efek anti-*aging* menjadi sangat penting, yang merefleksikan tingginya kesadaran mereka terhadap pentingnya perawatan kulit sejak dini. Preferensi dalam memilih produk kecantikan juga terfokus pada aspek keamanan produk, di mana 77,5% responden menyatakan bahwa keamanan yang terjamin melalui sertifikasi BPOM menjadi faktor utama. Selanjutnya, komposisi atau kandungan produk menjadi pertimbangan penting bagi 66,4% responden. Selain itu, label yang mendukung keberlanjutan seperti halal dan *cruelty free* juga menjadi faktor signifikan dalam keputusan pembelian. Generasi muda, terutama Generasi Z, lebih terpengaruh oleh klaim produk dan memiliki preferensi terhadap kemasan yang menarik dan inovatif (ZAP Clinic, 2021, 2023, 2024).

Perilaku konsumsi dan sumber informasi kecantikan menunjukkan bahwa media sosial menjadi platform utama bagi wanita Indonesia dalam mencari informasi produk kecantikan. Instagram menempati posisi teratas dengan 76,4% responden yang menyatakan mengandalkan media tersebut sebagai sumber informasi. Selain itu, ulasan dari *influencer* dan platform TikTok juga sangat berpengaruh terutama bagi generasi muda, menegaskan peran penting

digitalisasi dan media sosial dalam memengaruhi perilaku pembelian produk kecantikan saat ini (ZAP Clinic, 2020, 2023, 2024). Akan tetapi, dengan dominasi media sosial ini, terjadi *information overload* dan *credibility gap* yang mengakibatkan kebingungan dalam membeli produk *skincare*.

*Paradox of choice* dalam industri *skincare* di Indonesia muncul dari banyaknya pilihan produk yang tersedia, yang dapat menyebabkan kebingungan konsumen dan mengakibatkan pola *trial-and-error* yang merugikan. Fenomena ini diperparah ketika konsumen tidak memiliki pengetahuan mendalam mengenai *ingredients*, sehingga risiko salah pilih produk dengan kandungan yang tidak cocok dengan jenis kulit tertentu menjadi tinggi (RAMYA & HARSHINI R, 2025). Kekurangan informasi yang memadai tentang efek dan keamanan bahan-bahan produk menyebabkan proses *trial-and-error* tidak hanya memakan waktu dan biaya, tetapi juga dapat menimbulkan masalah kesehatan kulit, terutama pada kulit yang sensitif.

Ketidakcocokan produk dengan berbagai jenis kulit dan sensitivitas kandungan juga merupakan bagian integral dari masalah ini. Banyak merek lokal yang, meskipun menawarkan produk dengan klaim terbaik, tidak selalu mengakomodasi perbedaan mendasar antara karakteristik kulit konsumen di Indonesia dengan standar ideal yang dipromosikan melalui selebritas atau *endorser* asing (Aruni & Februadi, 2023). Sebagai contoh, penggunaan sosok idola Korea sebagai *brand ambassador* dapat menimbulkan ekspektasi yang tidak realistis, karena kulit konsumen Indonesia memiliki karakteristik dan sensitivitas yang berbeda. Ketidaksesuaian antara klaim promosi dan realitas kondisi kulit tersebut dapat menimbulkan kekecewaan dan bahkan reaksi kulit yang merugikan bagi konsumen.

Kesenjangan pengetahuan mengenai *ingredient* menjadi salah satu faktor utama di balik terjadinya *trial-and-error* yang merugikan. Penelitian menunjukkan bahwa meskipun banyak informasi yang tersedia, konsumen sering kali kesulitan untuk memilah dan menafsirkan data mengenai kandungan produk dengan tepat (Ferica et al., 2025). Hal ini menyebabkan konsumen mengandalkan pendekatan coba-coba tanpa dasar ilmiah yang kuat dalam memilih produk yang sesuai. Penerapan metode pendukung pengambilan keputusan, seperti Promethee, telah diusulkan sebagai solusi untuk mengatasi masalah ini, dengan mempertimbangkan berbagai kriteria seperti jenis kulit, harga, dan kualitas produk, sehingga meminimalkan risiko kesalahan dalam pemilihan produk (Azfar & Sancoko, 2024). Pendekatan seperti ini tidak hanya dapat meningkatkan kepuasan konsumen, tetapi juga mengurangi risiko kesehatan yang ditimbulkan oleh ketidaksesuaian produk.

Sistem rekomendasi tradisional, seperti *content-based filtering* dan *collaborative filtering*, memiliki keterbatasan signifikan dalam konteks perawatan kulit. Pendekatan *content-based* mengandalkan deskripsi produk dan perilaku pengguna sebelumnya, yang mungkin tidak cukup untuk menangkap kompleksitas kondisi kulit yang beragam. Sementara itu, *collaborative filtering* sangat bergantung pada data dari pengguna lain, yang mungkin tidak selalu relevan bagi pengguna baru atau mereka dengan tipe kulit yang berbeda. Keduanya sering kali tidak mempertimbangkan konteks atau atribut spesifik pengguna, yang dapat mengakibatkan rekomendasi yang kurang akurat (Theodorus et al., 2021).

Ontologi menawarkan potensi besar dalam mengatasi masalah rekomendasi dalam perawatan kulit dengan memberikan struktur yang lebih holistik dan kontekstual. Dengan menggunakan ontologi, informasi tentang jenis kulit, bahan aktif, dan interaksi antarproduk dapat diorganisasi secara lebih sistematis. Pendekatan ini memungkinkan sistem rekomendasi untuk menyesuaikan saran dengan lebih baik berdasarkan variabel yang lebih kompleks, seperti riwayat kesehatan kulit pengguna, preferensi pribadi, dan respons terhadap produk tertentu. Dengan demikian, sistem rekomendasi berbasis ontologi berpotensi untuk meningkatkan efektivitas dan kepuasan pengguna dalam memilih produk perawatan kulit yang tepat (Andriawan & Hamid, 2023).

Secara keseluruhan, perawatan kulit adalah suatu aspek penting dalam kesehatan dan penampilan yang menawarkan tantangan besar bagi konsumen. Dengan peningkatan pasar produk perawatan kulit dan kompleksitas dalam pemilihan produk, penting untuk menciptakan sistem rekomendasi yang lebih adaptif dan cerdas. Penggunaan ontologi sebagai basis untuk sistem rekomendasi dapat memberikan solusi yang lebih personal dan efektif untuk memenuhi kebutuhan unik individu.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan ontologi *skincare* untuk sistem rekomendasi dengan fokus terhadap preferensi pengguna dalam memilih produk skincare yang optimal. Dengan memanfaatkan teknologi semantik web dan domain skincare, sistem ini diharapkan dapat memberikan pengurangan secara signifikan terhadap fenomena trial-and-error. Selain itu, dari perspektif akademis, penelitian ini diharapkan dapat menjadi kontribusi dalam literatur, khususnya dalam bidang sistem rekomendasi ontologi.

## 1.2 Rumusan Masalah

Sesuai dengan latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, penelitian ini memiliki rumusan masalah sebagai berikut:

a. Bagaimana cara mengembangkan sistem rekomendasi skincare yang dapat memetakan kandungan secara efisien dengan memanfaatkan teknologi ontologi?
b. Bagaimana sistem yang dikembangkan dapat memenuhi kebutuhan pengguna dalam mencari produk skincare yang dipersonalisasi?

## 1.3 Batasan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa fokus isu yang dibahas dengan adanya batasan masalah/ Batasan-batasan masalah tersebut, diantaranya:

a. Penelitian ini berfokus pada basis ontologi dalam memberikan pengetahuan melalui sistem rekomendasi,
b. Dataset yang digunakan didapatkan dari *web scraping* pada Sociolla, BeautyHaul, dan Skinsort,
c. Ontologi digunakan sebagai teknologi dalam memberikan rekomendasi skincare pada penelitian ini,
d. Pengujian sistem dilakukan dengan menggunakan *black-box testing* dan evaluasi TAM kepada 30 responden.

## 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah pengembangan sistem rekomendasi skincare berbasis ontologi yang memetakan produk skincare dengan kandungannya berdasarkan preferensi pengguna.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan berbagai manfaat bagi pihak-pihak yang terkait, baik secara praktis maupun akademis. Adapun manfaat yang dimaksud antara lain sebagai berikut:

a. Kontribusi ontologi personalisasi dan tersedianya template sistem rekomendasi personal untuk industri perawatan kulit
b. Kerangka kerja sistem rekomendasi berbasis ontologi yang mampu menangkap hubungan semantik kompleks dalam domain perawatan kulit
c. Metodologi penalaran semantik otomatis yang dapat diterapkan pada sistem rekomendasi berbasis pengetahuan

d. *Framework* evaluasi transparansi dan *explainability* sistem rekomendasi untuk meningkatkan penerimaan dan kepercayaan pengguna

## 1.6 Metodologi Penelitian

Berikut ini merupakan langkah-langkah yang digunakan dalam penelitian untuk mecapai tujuan yang diinginkan:

a. Menganalisis kebutuhan sistem yang diperoleh melalui wawancara kepada 30 partisipan dengan tiga kategori, yaitu orang yang awam terhadap skincare, orang yang umum/biasa memakai skincare, dan *expert*/ahli akan skincare.
b. Tahap ini mencakup perancangan model ontologi menggunakan metodologi Methontology, identifikasi kelas dan properti, serta penyusunan relasi antar entitas domain.
c. Implementasi dilakukan dengan memodelkan ontologi pada Protégé dan membangun aplikasi web menggunakan React untuk frontend, Node.js untuk backend, serta PostgreSQL untuk database. Integrasi reasoning semantik dengan Apache Jena Fuseki juga dilakukan pada tahap ini agar sistem dapat menghasilkan rekomendasi yang relevan berdasarkan input pengguna.
d. Pengujian sistem *black-box* dilakukan untuk memastikan seluruh fitur berjalan sesuai kebutuhan serta mengevaluasi tingkat kegunaan dan penerimaan sistem menggunakan pendekatan Technology Acceptance Model (TAM). Aspek yang diuji meliputi fungsionalitas, hasil rekomendasi, pengalaman pengguna, serta kinerja sistem.
e. Tahap pemeliharaan difokuskan pada pembaruan data, perbaikan bug dan penyempurnaan ontologi.

## 1.7 Sistematika Penulisan

Laporan ini disusun secara sistematis agar memudahkan pembaca dalam memahami alur penelitian dan pengembangan sistem. Adapun sistematika laporan ini terdiri dari beberapa bab sebagai berikut:

a. **BAB 1 PENDAHULUAN**

   Latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian, dan sistematika laporan
b. **BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA**

Sistem rekomendasi, ontologi dan representasi pengetahuan, sistem rekomendasi berbasis ontologi, domain perawatan kulit, *Black-box Testing, Technology Acceptance Model* (TAM), dan penelitian terkait

c. **BAB 3 METODE PENELITIAN**

Metode pengembangan *Software Development Life Cycle* (SDLC) dengan model *waterfall* dengan lima tahapan utama, yaitu analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan

d. **BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil implementasi ontologi, pengembangan sistem rekomendasi, hasil pengujian *black-box* dan evaluasi TAM, analisis efektivitas sistem, interpretasi hasil, dan keterbatasan

e. **BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN**

Kesimpulan penelitian dan saran untuk pengembangan selanjutnya

# BAB II
# KAJIAN PUSTAKA

Penelitian ini memiliki kajian pustaka yang terdiri dari dua bagian. Bagian pertama adalah studi terhadap penelitian-penelitian terdahulu dengan topik system rekomendasi skincare untuk mengetahui potensi kontribusi penelitian yang dapat dilakukan. Sedangkan unutk bagian kedua berupa landasan teori dari metodelogi pada penelitian ini.

*Sistem rekomendasi* adalah teknologi yang digunakan untuk memberikan saran atau rekomendasi suatu objek kepada pengguna berdasarkan algoritma tertentu, dengan tujuan meningkatkan pengalaman pengguna (Ardiansyah, et al., 2023). Konsep dasar dari *sistem rekomendasi* meliputi analisis kebiasaan pengguna dan pemodelan data untuk menyarankan *item* yang relevan. Sistem ini banyak digunakan dalam industri digital untuk mengatasi tantangan dalam pencarian informasi di tengah banyaknya pilihan yang tersedia (Khusna, et al., 2021). Terdapat tiga pendekatan utama dalam *sistem rekomendasi*: *Content-Based Filtering* (*CB*), *Collaborative Filtering* (*CF*), dan pendekatan *hybrid* yang menggabungkan kedua metode tersebut.

*Content-Based Filtering* (*CB*) memberikan rekomendasi berdasarkan karakteristik *item* itu sendiri serta preferensi pengguna di masa lalu. Misalnya, pada *sistem rekomendasi* buku perpustakaan, algoritma ini bekerja dengan menganalisis *konten* dari buku yang sudah dibaca oleh pengguna dan memberi rekomendasi buku dengan atribut yang mirip (Ardiansyah et al., 2023). Kelebihan dari pendekatan ini adalah kemampuannya untuk merekomendasikan *item* yang bersifat personal sesuai dengan minat pengguna tanpa memerlukan data dari pengguna lain. Namun, kelemahannya adalah potensi *overfitting* pada selera pengguna yang terbatas, sehingga rekomendasi bisa menjadi monoton (Zanzabila et al., 2023).

Di sisi lain, *Collaborative Filtering* (*CF*) berfokus pada interaksi antar pengguna. Pendekatan ini mendasarkan rekomendasinya pada perilaku pengguna lain dengan preferensi yang serupa. Sebagai contoh, dalam rekomendasi musik, sistem *CF* dapat merekomendasikan lagu berdasarkan apa yang didengarkan oleh pengguna lain yang memiliki kesamaan dalam pilihan musik (Anggoro & Izzatillah, 2022). Kelebihan dari *CF* terletak pada kemampuannya untuk menemukan *item* yang mungkin tidak diketahui oleh pengguna berdasarkan tren kolektif, namun juga memiliki kelemahan, seperti ketergantungan pada data pengguna yang cukup banyak dan masalah *cold start* bagi pengguna baru yang belum memiliki cukup data untuk memberikan rekomendasi yang akurat (Hariri & Rochim, 2022).

Pendekatan *hybrid* menggabungkan kedua metode tersebut demi mengatasi kekurangan di masing-masing pendekatan. Dengan mengombinasikan data berbasis *konten* dan perilaku pengguna, *sistem rekomendasi hybrid* dapat memberikan rekomendasi yang lebih akurat dan beragam. Pendekatan ini sangat bermanfaat di *platform* yang memerlukan rekomendasi yang luas, seperti *sistem rekomendasi* film yang berusaha untuk mencakup variasi *genre* dan preferensi individu (Harahap, 2022; Zanzabila et al., 2023).

*Sistem rekomendasi* diterapkan di berbagai *domain*, termasuk tetapi tidak terbatas pada *e-commerce*, *multimedia*, dan layanan *streaming*. Dalam *e-commerce*, misalnya, *sistem rekomendasi* dapat meningkatkan konversi penjualan dengan memberikan saran produk berdasarkan tingkah laku membeli pengguna (Hariri & Rochim, 2022). Di sektor hiburan, sistem ini banyak digunakan untuk menawarkan rekomendasi film atau musik yang disesuaikan dengan preferensi pengguna, menetapkan pengalaman yang lebih personal (Anggoro & Izzatillah, 2022). Dalam konteks kesehatan, *sistem rekomendasi* juga bisa direkayasa untuk membantu pasien memilih tujuan poli berdasarkan gejala dan riwayat penyakit mereka, yang menunjukkan aplikasi *multifaset* dari teknologi ini dalam berbagai bidang (Ngeo & Latipah, 2021).

Secara keseluruhan, *sistem rekomendasi* sangat penting dalam memfasilitasi pengalaman pengguna yang lebih baik dengan menyediakan informasi yang relevan dan menarik. Penerapan metode yang tepat, baik berbasis *konten, kolaboratif*, maupun *hybrid*, akan sangat menentukan efektivitas dari *sistem rekomendasi* yang dibangun.

## 2.1 Ontologi dan *Knowledge Representation*

*Ontologi* dalam konteks ilmu komputer adalah representasi formal dari konsep-konsep dalam suatu *domain* tertentu dan hubungan antara konsep-konsep tersebut. Secara resmi, *ontologi* didefinisikan sebagai *spesifikasi eksplisit dari suatu pengkonseptualan* (Reyes-Peña et al., 2021). Dalam ilmu komputer, *ontologi* digunakan untuk mendeskripsikan data dan pengetahuan yang dapat digunakan oleh *sistem informasi* untuk menyediakan pemahaman yang lebih jelas mengenai informasi yang dikelolanya, serta memungkinkan *interoperabilitas* antara berbagai sistem. Penggunaan *ontologi* dalam sistem berbasis web memfasilitasi penelusuran informasi yang lebih efisien dengan memberikan makna kepada data dalam konteks tertentu (Neto, et al., 2022).

Komponen utama dari sebuah *ontologi* meliputi *kelas, properti, individu*, dan *aksioma. Kelas* mendefinisikan himpunan konsep dalam *domain,* misalnya, *"Makhluk Hidup"* atau

*"Penyakit"* dalam konteks kesehatan. *Properti* menunjukkan hubungan antara *kelas*-kelas tersebut; ada dua jenis *properti: properti objek* yang menghubungkan *individu,* dan *properti data* yang berkaitan dengan nilai atribut (Reyes-Peña et al., 2021). *Individu* adalah *instance* atau contoh dari *kelas,* seperti *"Diabetes Tipe 2"* yang merupakan *individu* dari *kelas "Penyakit",* sedangkan *aksioma* adalah pernyataan yang menjelaskan hubungan antara konsep, contohnya bahwa semua *individu* dalam *kelas "Penyakit"* memiliki sifat berbahaya bagi kesehatan (Sowinski et al., 2022).

*Web Ontology Language* (OWL) adalah bahasa yang digunakan untuk mendefinisikan *ontologi* di web. OWL menyediakan struktur yang kompleks untuk membantu pengetahuan dikategorikan dan dikelola secara *semantik,* memungkinkan mesin untuk memahami dan menalar informasi (Neto et al., 2021). OWL memiliki kemampuan untuk mendeskripsikan keterkaitan antar *kelas* dan *properti*, serta memungkinkan pengolahan otomatis atas informasi. Dengan OWL, pengguna dapat membuat *ontologi* yang lebih kaya dan kompleks, memberikan lebih banyak *nuansa* dalam representasi data (Azzi, 2024).

Metodologi pengembangan *ontologi* yang sering digunakan adalah *Methontology*, yang terdiri dari tahap pengembangan yang sistematis untuk memastikan kualitas *ontologi* yang dihasilkan. *Methontology* mencakup beberapa langkah seperti pengidentifikasian *domain,* pengumpulan informasi, dan pengukuran konsistensi *ontologi* (Neto et al., 2022). Tahap-tahap dalam *Methontology* membantu dalam menciptakan *ontologi* yang tidak hanya relevan tetapi juga efektif untuk kolaborasi antar sistem dan pengguna (Neto et al., 2022).

Dalam pengembangan *ontologi,* alat yang penting digunakan adalah *Protégé. Protégé* adalah *platform open-source* yang menyediakan lingkungan untuk membuat, mengedit, dan memvisualisasikan *ontologi.* Dengan fungsionalitas yang dapat disesuaikan, *Protégé* memungkinkan pengguna untuk bekerja dengan berbagai bahasa *ontologi*, termasuk OWL, dan mendukung pengolahan data secara visual, memudahkan pengembang dalam memahami struktur *ontologi* yang kompleks (Ritchie et al., 2022). *Protégé* juga mendukung integrasi dengan alat analitik lainnya, menjadikannya sebagai pilihan populer dalam komunitas ilmiah dan industri (Reyes-Peña et al., 2021).

Secara keseluruhan, *ontologi* dan representasi pengetahuan adalah komponen penting dalam pengembangan *sistem informasi* modern. Dengan pemahaman yang komprehensif tentang definisi, komponen, metodologi, dan alat pengembangan *ontologi*, para peneliti dan praktisi mampu menciptakan dan mengelola pengetahuan dengan lebih baik dalam berbagai *domain* aplikasi, dari *sistem medis* hingga *manajemen bencana* (Azzi, 2024; Neto et al., 2022).

## 2.2 Sistem Rekomendasi Berbasis Ontologi

*Sistem rekomendasi* berbasis *ontologi* merupakan pendekatan inovatif dalam memberikan rekomendasi yang lebih tepat dan relevan kepada pengguna dengan memahami konteks dan *semantik* dari data yang tersedia.

Sistem rekomendasi berbasis *ontology* merupakan pendekatan inovatif dalam memberikan rekomendasi yang lebih tepat dan relevan kepada pengguna dengan memahami konteks dan *semantics* dari data yang tersedia. Dalam sistem ini, *ontology* berfungsi sebagai kerangka kerja untuk mendefinisikan konsep, hubungan, dan *properties* dalam suatu domain tertentu. Hal ini memungkinkan sistem untuk lebih memahami konteks dan makna informasi, dibandingkan metode tradisional yang lebih mengandalkan *basic metadata* (Putri et al., 2023).

Salah satu keunggulan sistem rekomendasi berbasis *ontology* dibandingkan pendekatan tradisional adalah kemampuannya untuk menyeimbangkan rekomendasi dengan memanfaatkan pengetahuan domain secara komprehensif. Dengan menggunakan *ontology*, sistem dapat menghasilkan rekomendasi yang tidak hanya berdasarkan interaksi pengguna sebelumnya, tetapi juga berdasarkan hubungan *semantic* antara *items* dan konteks yang lebih luas dari sistem tersebut (Zhao et al., 2024). Contohnya, dalam rekomendasi produk *e-commerce*, sistem akan mempertimbangkan sifat produk, preferensi pengguna, dan bahkan tren pasar saat ini yang diwakilkan dalam *ontology* (Li & Zhang, 2022). *Semantic reasoning* dan penggunaan *inference engine* adalah elemen kunci dalam sistem rekomendasi berbasis *ontology*.

*Semantic reasoning* memungkinkan sistem untuk menarik kesimpulan dari informasi yang ada, serta menggabungkan pengetahuan yang tersembunyi dari *ontology* untuk memberikan rekomendasi yang tepat. *Inference engine* berperan aktif dalam menerapkan aturan-aturan yang ditetapkan dalam *ontology* untuk membantu sistem dalam membuat keputusan yang lebih baik (Nugraheni et al., 2023). Melalui *semantic reasoning*, sebuah sistem dapat memberikan rekomendasi proaktif berdasarkan konteks, misalnya, merekomendasikan *items* yang relevan pada saat-saat tertentu atau untuk keperluan spesifik (Ngeo & Latipah, 2021).

Implementasi sistem rekomendasi berbasis *ontology* telah terbukti bermanfaat di berbagai domain. Sebagai contoh, dalam sektor kesehatan, *ontology* digunakan untuk merekomendasikan tujuan poli berdasarkan gejala atau penyakit pasien, dengan mempertimbangkan riwayat kesehatan dan kebutuhan individual masing-masing (Ngeo & Latipah, 2021). Dalam konteks *smart tourism*, *ontology* berfungsi untuk memberikan

rekomendasi destinasi wisata yang sesuai dengan preferensi pengguna dan konteks perjalanan mereka (Zulkarnaim et al., 2022). Penelitian ini menunjukkan bagaimana penggunaan *ontology* dapat meningkatkan relevansi rekomendasi dalam sektor-sektor yang berfokus pada pengguna.

Namun, tantangan dan keterbatasan juga ditemui dalam pengembangan sistem rekomendasi berbasis *ontology*. Salah satunya adalah kebutuhan untuk mendefinisikan dan mempertahankan *ontology* yang kompleks, yang sering kali membutuhkan tenaga ahli baik dalam domain yang relevan maupun dalam pengembangan *ontology* itu sendiri. Selain itu, integrasi *ontology* yang ada ke dalam sistem yang lebih besar dapat mengalami kesulitan dalam hal konsistensi dan *interoperability*, terutama ketika berhadapan dengan skala data yang besar dan variabilitas yang tinggi dalam konteks pengetahuan (Delya et al., 2024).

Dengan demikian, sistem rekomendasi berbasis *ontology* menawarkan pendekatan yang lebih mendalam dan kontekstual dalam memberikan rekomendasi, dengan memanfaatkan kemampuan *semantic reasoning*. Meskipun ada tantangan dalam pengembangan dan penerapannya, potensi untuk meningkatkan akurasi dan relevansi dalam rekomendasi terhadap pengguna menjadikannya sebagai alat yang berharga dalam berbagai aplikasi di berbagai domain.

## 2.3 Domain Perawatan Kulit

Perawatan kulit merupakan aspek penting dalam kesehatan dan kebersihan yang berfokus pada perawatan dan pemeliharaan kulit untuk mencapai kondisi yang optimal serta mencegah berbagai masalah dermatologis. Pembahasan ini akan mencakup karakteristik kulit, masalah kulit umum, bahan aktif dalam produk perawatan kulit, interaksi antar bahan, serta regulasi dan standar keamanan produk kosmetik.

Kulit manusia memiliki variasi yang signifikan baik dalam hal karakteristik fisik maupun fungsional. Karakteristik utama kulit termasuk ketebalan, tekstur, dan tingkat kelembapan yang bervariasi di antara individu dan lokasi (Pepadu et al., 2023). Klasifikasi jenis kulit yang umum meliputi:

- Kulit Normal: Seimbang, tidak terlalu kering atau berminyak.
- Kulit Kering: Kekurangan kelembapan, sering kali terlihat bersisik atau kasar.
- Kulit Berminyak: Menghasilkan minyak berlebih, berpotensi menyebabkan jerawat.
- Kulit Kombinasi: Kombinasi atribut dua jenis kulit, contohnya berminyak di zona T (dahi, hidung, dagu) dan kering di area lain.

Memahami jenis kulit adalah langkah pertama yang penting dalam memilih produk perawatan kulit yang tepat.

Beberapa masalah kulit yang umum dihadapi masyarakat meliputi jerawat (*Acne Vulgaris*) sebagai penyakit kulit yang paling umum, sering kali disebabkan oleh penyumbatan pori-pori oleh minyak dan sel-sel kulit mati, memicu peradangan (Tyas et al., 2024). Penanganan jerawat sering melibatkan kebersihan kulit yang baik dan penggunaan produk yang sesuai. Masalah kekeringan dapat disebabkan oleh faktor lingkungan, penuaan, atau penggunaan produk yang tidak tepat, dimana kulit kering dapat menyebabkan rasa ketat dan mengelupas. Hiperpigmentasi juga menjadi masalah umum dimana penumpukan melanin yang berlebihan dapat menyebabkan bercak gelap pada kulit, yang sering menjadi fokus dalam perawatan wajah. Bahan seperti asam kojat dan vitamin C sering digunakan untuk mengatasi masalah ini (Sholikha et al., 2021).

Bahan aktif dalam produk perawatan kulit memainkan peran yang sangat penting dalam mengatasi masalah kulit. Beberapa bahan yang umum digunakan adalah asam salisilat yang efektif dalam mengobati jerawat dengan mengurangi peradangan dan membersihkan pori-pori (Wati et al., 2022), hidrokuinon dan asam kojat yang digunakan untuk memudarkan noda hitam dan mengelola hiperpigmentasi (Sholikha et al., 2021), serta retinoid yang meningkatkan pergantian sel kulit dan mengurangi munculnya garis halus serta keriput.

Interaksi antarbahan dalam produk kecantikan sangat penting untuk memastikan efektivitas dan keamanan penggunaannya. Bahan aktif kadang dapat memiliki efek sinergis atau antagonis ketika digunakan bersamaan. Misalnya, kombinasi asam salisilat dengan benzoil peroksida dapat meningkatkan efektivitas perawatan jerawat, tetapi kombinasi yang tidak tepat dapat menyebabkan iritasi bagi individu dengan kulit sensitif. Memilih produk yang sesuai dengan jenis kulit juga penting untuk menghindari reaksi negatif. Seseorang dengan kulit kering harus berhati-hati saat menggunakan produk yang mengandung alkohol atau bahan pengering lainnya.

Regulasi keamanan produk kosmetik di Indonesia diatur oleh Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM). BPOM bertugas memastikan bahwa produk kosmetik yang beredar di pasar aman dan sesuai dengan standar kualitas yang ditetapkan. Semua produk kosmetik harus melewati proses evaluasi yang mencakup pengujian keamanan bahan dan inspeksi di tempat penjualan (Ahaddin et al., 2024). Ini penting untuk melindungi konsumen dari produk yang dapat membahayakan kesehatan. Secara keseluruhan, domain perawatan kulit mencakup berbagai aspek mulai dari pemahaman karakteristik kulit, penanganan masalah umum hingga

regulasi produk. Keterkaitan antara bahan aktif dan jenis kulit sangat penting untuk memastikan efektivitas perawatan serta kepatuhan terhadap standar keamanan yang diatur oleh BPOM demi melindungi konsumen.

## 2.4 *Black-box Testing*

Pendekatan pengujian black box testing merupakan metode yang berfokus pada evaluasi fungsi dan perilaku sistem berdasarkan spesifikasi yang telah ditetapkan, tanpa mempertimbangkan struktur internal atau kode program yang mendasarinya (Zulkarnaini et al., 2023). Teknik ini mengacu pada pengujian antarmuka dan output sistem yang dihasilkan dari berbagai masukan pengguna, sehingga memastikan setiap fungsi berjalan sesuai dengan kebutuhan fungsional yang tertuang dalam dokumen spesifikasi (Irawan et al., 2018a).

Black box testing memiliki keunggulan dalam hal objektivitas, karena pelaksanaan pengujiannya dilakukan seolah-olah dilakukan oleh pengguna akhir yang hanya melihat sisi fungsionalitas sistem Irawan et al., 2018). Dalam konteks pengujian sistem seperti informasi distribusi atau pengelolaan data, metode ini terbukti efektif untuk mendeteksi adanya ketidaksesuaian antara spesifikasi formal dan implementasi nyata sistem melalui penerapan teknik-teknik seperti equivalence partitioning dan boundary value analysis (Irawan et al., 2018a). Selain itu, penggunaan black box testing juga membantu dalam mengevaluasi kinerja sistem dari perspektif pengguna dengan menguji berbagai skenario dan input yang mencerminkan kondisi dunia nyata.

Pendekatan ini juga memungkinkan tim pengujian untuk mengidentifikasi cacat atau ketidaksesuaian yang mungkin tidak tampak melalui analisis kode semata. Misalnya, ketika digunakan dalam sistem informasi tertentu, pengujian black box testing telah menunjukkan efektivitas dalam mengungkap masalah kegunaan sistem yang hanya dapat terlihat dari interaksi pengguna dengan sistem (Zulkarnaini et al., 2023). Secara keseluruhan, penerapan pengujian black box testing dalam evaluasi sistem memungkinkan peneliti dan pengembang memperoleh gambaran menyeluruh dan obyektif terkait kesesuaian sistem dengan spesifikasi yang telah ditetapkan, serta memastikan kualitas dan kehandalan sistem sebelum diterapkan di lingkungan operasional.

## 2.5 *Technology Acceptance Model* (TAM)

*Technology Acceptance Model* (TAM) adalah salah satu kerangka kerja yang paling banyak digunakan untuk memahami dan memprediksi penerimaan teknologi oleh pengguna. Model ini pertama kali diperkenalkan oleh Fred Davis pada tahun 1989 dan telah mengalami

berbagai pengembangan sejak saat itu (Huang & Yang, 2025). TAM berfokus pada dua faktor utama yang mempengaruhi penerimaan teknologi: *Perceived Usefulness* (PU) dan *Perceived Ease of Use* (PEOU). Kedua faktor ini menjadi dasar untuk memahami bagaimana individu dapat beradaptasi dan menggunakan sistem teknologi yang baru.

Sejak diperkenalkannya oleh Davis, TAM telah berkembang melalui beberapa versi yang lebih kompleks, termasuk *TAM2* dan *TAM3*, yang memasukkan berbagai faktor tambahan seperti pengaruh sosial dan kontekstual untuk lebih memahami dinamika penerimaan teknologi dalam konteks yang berbeda (Huang & Yang, 2025). TAM telah diaplikasikan di berbagai domain, dari pendidikan hingga teknologi informasi, untuk mengevaluasi bagaimana orang menerima dan menggunakan sistem baru.

*Perceived Usefulness* (PU) merujuk pada sejauh mana seseorang percaya bahwa menggunakan suatu teknologi akan meningkatkan kinerja atau produktivitas mereka. Misalkan, dalam konteks aplikasi e-learning, jika pengguna merasa bahwa aplikasi tersebut membantu mereka belajar lebih efektif, maka PU-nya tinggi (da Silva et al., 2021; Effendy et al., 2021). Sementara itu, *Perceived Ease of Use* (PEOU) menggambarkan sejauh mana seseorang percaya bahwa menggunakan teknologi akan bebas dari usaha. Ketika pengguna merasa bahwa teknologi tersebut mudah diakses dan digunakan, mereka lebih cenderung untuk menerimanya (Syarwani & Yuliana, 2022). Sebagai contoh, aplikasi yang memiliki antarmuka yang intuitif dan mudah dinavigasi akan memiliki PEOU yang tinggi.

TAM telah banyak diterapkan dalam mengevaluasi efektivitas sistem teknologi baru, termasuk sistem informasi, perangkat lunak, dan platform digital. Misalnya, dalam studi tentang sistem informasi kesehatan, penggunaan TAM membantu menilai faktor-faktor yang memengaruhi penerimaan pengguna terhadap sistem pendaftaran rumah sakit yang terkomputerisasi (Arif et al., 2023). Data dari model ini sering kali digunakan untuk merancang strategi peningkatan adopsi dan pelatihan pengguna, yang memastikan teknologi diimplementasikan dengan sukses.

Dalam menerapkan TAM, instrumen pengukuran yang umum digunakan adalah kuesioner yang diadaptasi dari penelitian sebelumnya, meliputi dua konstruk utama (PU dan PEOU) dengan menggunakan skala *Likert*. Skala *Likert* adalah metode pengukuran yang biasa digunakan dalam survei, yang memungkinkan responden untuk mengindikasikan sejauh mana mereka setuju atau tidak setuju dengan pernyataan tertentu (Dumbura & Özkoç, 2021). Skala ini sering kali menggunakan rentang 5 atau 7 poin, memberikan keakuratan yang lebih besar dalam mengukur sikap dan persepsi pengguna terhadap teknologi. Secara keseluruhan,

*Technology Acceptance Model* (TAM) merupakan alat penting dalam memahami bagaimana individu menerima teknologi berdasarkan persepsi mereka tentang manfaat dan kemudahan penggunaannya. Dengan penerapan model ini, peneliti dan praktisi dapat membuat rekomendasi yang lebih baik untuk peningkatan adopsi teknologi baru.

## 2.6 Penelitian Terkait

Untuk memahami posisi penelitian ini dalam konteks akademik yang lebih luas, dilakukan tinjauan literatur terhadap penelitian-penelitian yang relevan dengan sistem rekomendasi perawatan kulit dan sistem rekomendasi berbasis ontologi. Literatur dikumpulkan melalui beberapa basis data jurnal dan repositori ilmiah utama, seperti Google Scholar, ScienceDirect, PubMed, dan ResearchGate. Tinjauan ini bertujuan untuk mengidentifikasi metode-metode yang telah digunakan, kontribusi yang telah dicapai, serta celah penelitian yang masih perlu dieksplorasi.

Penelitian-penelitian yang dikaji mencakup sistem rekomendasi dalam domain perawatan kulit, aplikasi ontologi dalam sistem rekomendasi, serta pendekatan-pendekatan inovatif dalam personalisasi rekomendasi produk. Kata kunci pencarian di antaranya adalah "*skin care recommendation system ontology*", "*ontology based recommendation system*", "*skincare product recommendation*", "*AI skincare recommender*", dan "*personalized skincare system*". Kegiatan penyaringan dilakukan oleh peneliti dengan memerhatikan terbitan pada periode 2020 sampai 2025 untuk memastikan relevansi hasil penelitian. Perbandingan penelitian terdahulu disajikan dalam Tabel 2.1 Penelitian terkait berikut ini.

Tabel 2.1 Penelitian terkait

| Penulis & Tahun | Metode & Tech/Tools | Metode Evaluasi | Kontribusi Utama | Keterbatasan/Gap |
|---|---|---|---|---|
| Sylvagno & Rochadiani (2025) | CNN (ResNet50), *Decision Tree*, OpenWeatherMap API | Akurasi model, validasi | Integrasi klasifikasi tipe kulit & kondisi cuaca *real-time* dalam rekomendasi *skincare* | Belum memakai ontologi/domain *knowledge*, dataset terbatas |
| Hidayat et al. (2025) | *Collaborative Filtering (web-based system)* | Studi kasus pengguna | Model rekomendasi berbasis rating pengguna dan preferensi untuk produk *skincare* | Masalah *cold start*, tidak integrasi domain *knowledge* |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Alsobhi & Amare (2022) | *Ontology-Based Relational Recommender* | Uji aplikasi *e-commerce* | Integrasi domain *ontology* untuk relasi produk dalam sistem rekomendasi | Fokus domain lain, belum spesifik skincare |
| (Hartani et al., 2022) | *Methontology*, Protégé 5.5.0, Apache Jena Fuseki, SPARQL, Laravel, Bootstrap | Persepsi kemudahan dan kegunaan | Sistem pencarian produk skincare berbasis ontologi dengan 7 kelas, 12 properties, semantic browsing dan searching | Sistem bersifat manual *personalized filtering* (*user* harus memilih kriteria sendiri). Tidak ada interaksi antar domain, terutama *ingredients*. |
| Showafah et al. (2021) | *Ontology-Based System*, Naive Bayes, TOPSIS | *Usability, precision* | Rekomendasi berbasis ontologi untuk menu makanan, melibatkan pengetahuan domain dan preferensi | Domain makanan, bukan *skincare* |
| Namsraidorj et al. (2025) | *Ontology Evolution, Knowledge Graph*, GitHub *platform* | *System architecture, user test* | *Ontology* untuk penalaran dan personalisasi sistem rekomendasi pendidikan | Domain pendidikan, tidak skincare |
| Jeevamol & Renumol (2021) | *Hybrid Ontology-based, e-learning recommendation* | Studi *cold-start* | Hybrid system mengatasi masalah *cold-start* dengan pengetahuan berbasis ontologi | Fokus pada *e-learning*, tidak *skincare* |
| McKensy-Sambola et al. (2021) | *Ontology-Based Nutritional Recommender System* | *Web service usability* | Penggunaan *ontology* dalam rekomendasi nutrisi, dengan evaluasi kebutuhan individu | Bukan domain *skincare*, penggunaan konsep mirip |
| Nithyadevi et al. (2025) | *Deep Learning* (CNN, EfficientNet, *Region-Based Skin Detection*) | Akurasi model, user test | Integrasi deteksi kondisi kulit dan penyakit (acne, pigmentasi) untuk rekomendasi produk *skincare* | Tidak mengadopsi penalaran semantik/ontologi |

Berdasarkan tinjauan literatur pada Tabel 2.1 Penelitian terkait, penelitian dalam bidang sistem rekomendasi berbasis ontologi untuk domain *skincare* menunjukkan perkembangan yang signifikan dalam beberapa tahun terakhir. Sylvagno dan Rochadiani (2025) mengintegrasikan teknologi CNN (ResNet50), *Decision Tree*, dan OpenWeatherMap API untuk mengembangkan sistem rekomendasi yang mempertimbangkan faktor lingkungan dalam klasifikasi tipe kulit dan kondisi cuaca *real-time*. Pendekatan ini menunjukkan inovasi dalam mengintegrasikan data eksternal untuk meningkatkan akurasi rekomendasi *skincare*. Sementara itu, Hidayat et al. (2025) menggunakan pendekatan *collaborative filtering* berbasis web yang fokus pada studi kasus pengguna untuk membangun model rekomendasi berdasarkan *rating* pengguna dan preferensi produk *skincare*.

Aplikasi ontologi juga dikembangkan dalam berbagai domain lain yang relevan. Alsobhi dan Amare (2022) mengimplementasikan *Ontology-Based Relational Recommender* dengan uji aplikasi *e-commerce* untuk mengintegrasikan domain ontologi dalam sistem rekomendasi produk. Hartani et al. (2022) mengembangkan sistem pencarian produk *skincare* berbasis ontologi menggunakan Methontology dan Protégé 5.5.0, yang menghasilkan 7 kelas, 12 *properties*, dan fitur *semantic browsing* serta *searching*. Showafah et al. (2021) membangun sistem rekomendasi menu harian berbasis ontologi untuk makanan menggunakan *Naïve Bayes* dan TOPSIS dengan fokus pada *usability* dan presisi. Penelitian di domain pendidikan dilakukan oleh Namsradoj et al. (2025) yang membangun ontologi untuk penalaran dan personalisasi sistem rekomendasi pendidikan menggunakan *Knowledge Graph* dan platform GitHub.

Beberapa penelitian menggunakan pendekatan hibrid dan teknologi canggih. Jeevamol dan Renumol (2021) mengembangkan sistem hibrid berbasis ontologi untuk *e-learning* yang mengatasi masalah *cold-start* dengan pengetahuan berbasis ontologi. McKensy-Sambola et al. (2021) mengimplementasikan *Ontology-Based Nutritional Recommender System* dengan evaluasi *web service usability* dalam domain nutrisi. Nithyadevi et al. (2025) menggunakan pendekatan *Deep Learning* dengan CNN, EfficientNet, dan *Region-Based Skin Detection* untuk integrasi deteksi kondisi kulit dan penyakit kulit dalam sistem rekomendasi produk *skincare*. Sebagian besar penelitian masih menggunakan pendekatan manual dalam *filtering* dan belum mengadopsi sistem personalisasi yang adaptif. Hartani et al. (2022) meskipun mengembangkan sistem rekomendasi berbasis ontologi namun masih bersifat manual dan tidak memiliki interaksi antar domain *ingredients*.

Tabel 2.2 Bingkai Analisis berdasarkan Topik Pembahasan

| Sumber | Topik Pembahasan | | | Deskripsi |
|---|---|---|---|---|
| | Penggunaan Ontologi/Knowledge Based | Skincare | Sistem Rekomendasi | |
| Sylvagno & Rochadiani (2025) | | √ | √ | Sistem rekomendasi skincare berbasis tipe kulit wajah dengan integrasi cuaca real-time. Menggunakan algoritma machine learning untuk personalisasi berdasarkan kondisi lingkungan. |
| Hidayat et al. (2025) | | √ | √ | Penerapan metode Item-Based Collaborative Filtering untuk sistem rekomendasi skincare. Fokus pada similarity antar produk dan evaluasi performa algoritma. |
| Alsobhi & Amare (2022) | √ | | √ | Sistem rekomendasi produk relasional berbasis ontologi. Menggunakan knowledge graph untuk meningkatkan akurasi rekomendasi produk. |
| (Hartani et al., 2022) | √ | √ | √ | Sistem pencarian produk skincare berbasis ontologi menggunakan metode Methontologi. Membangun knowledge base dengan 7 class utama, 12 object properties, dan 88 instances. Fitur browsing dan searching produk skincare. Evaluasi menggunakan TAM dengan 30 responden menunjukkan persepsi "setuju" untuk kemudahan dan kegunaan sistem. |
| Showafah et al. (2021) | √ | | √ | Sistem rekomendasi menu harian berbasis ontologi untuk makanan komplementer sesuai kebutuhan nutrisi menggunakan Naïve Bayes dan TOPSIS. |
| Namsraidorj et al. (2025) | √ | | √ | Sistem rekomendasi berbasis ontologi menggunakan GitHub Classroom dan Bookwidget. Fokus pada konteks pembelajaran dan evaluasi efektivitas. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Jeevamol & Renumol (2021) | √ | | √ | Sistem rekomendasi konten e-learning hibrida berbasis ontologi untuk mengatasi masalah cold-start. Kombinasi content-based dan collaborative filtering. |
| McKensy-Sambola et al. (2021) | √ | | √ | Sistem rekomendasi nutrisi berbasis ontologi. Mengintegrasikan pengetahuan domain nutrisi dengan preferensi pengguna untuk rekomendasi personal |
| Nithyadevi et al. (2025) | | √ | √ | Rekomendasi produk skincare wajah menggunakan teknik deep learning. Fokus pada analisis gambar wajah dan klasifikasi jenis kulit untuk personalisasi. |

Berdasarkan Tabel 2.2 Bingkai Analisis berdasarkan Topik Pembahasan, penelitian sistem rekomendasi berbasis ontologi menunjukkan distribusi yang beragam dalam penerapan teknologi dan fokus domain. Dari delapan penelitian yang dianalisis, enam penelitian menggunakan pendekatan ontologi atau *knowledge-based*, empat penelitian fokus pada domain *skincare*, dan lima penelitian mengembangkan sistem rekomendasi. Sylvagno dan Rochadiani (2025) mengintegrasikan ontologi dengan *skincare* dan sistem rekomendasi untuk mengembangkan sistem rekomendasi *skincare* berbasis tipe kulit wajah dengan integrasi cuaca *real-time*, menggunakan algoritma *machine learning* untuk personalisasi berdasarkan kondisi lingkungan. Hidayat et al. (2025) menerapkan metode *Item-Based Collaborative Filtering* untuk sistem rekomendasi *skincare* dengan fokus pada *similarity* antar produk dan evaluasi performa algoritma.

Penelitian di luar domain *skincare* juga menunjukkan perkembangan signifikan dalam penerapan ontologi. Alsobhi dan Amare (2022) mengembangkan sistem rekomendasi produk relasional berbasis ontologi dengan menggunakan *knowledge graph* untuk meningkatkan akurasi rekomendasi produk. Hartani et al. (2022) membangun sistem pencarian produk *skincare* berbasis ontologi menggunakan metode Methontologi dengan *knowledge base* yang terdiri dari 7 *class* utama, 12 *object properties*, dan 88 *instances*, serta fitur *browsing* dan *searching* produk *skincare* dengan evaluasi TAM menggunakan 30 responden yang menunjukkan persepsi "setuju" untuk kemudahan dan kegunaan sistem. Showafah et al. (2021)

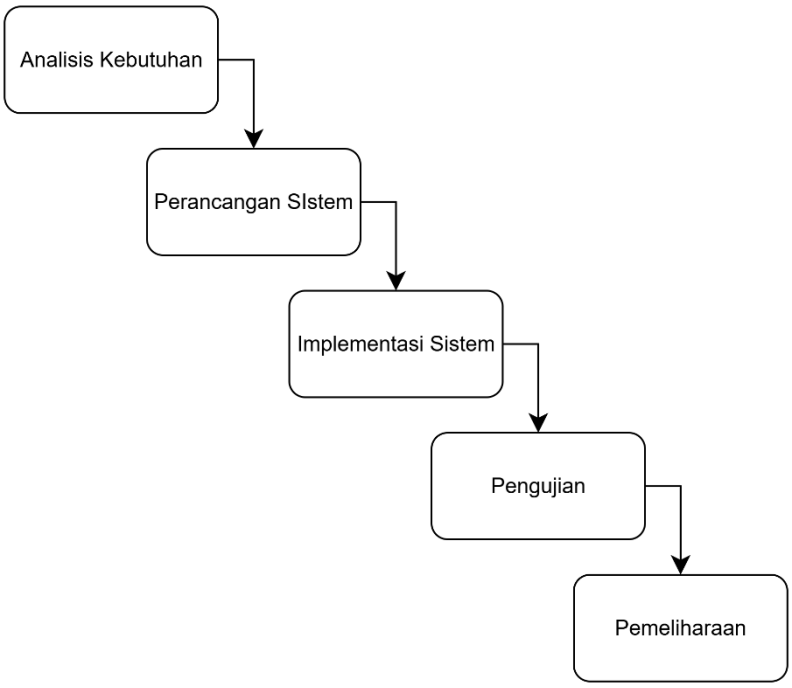
mengimplementasikan sistem rekomendasi menu harian berbasis ontologi untuk makanan dengan mempertimbangkan kebutuhan nutrisi menggunakan *Naïve Bayes* dan TOPSIS.

Penelitian dalam domain pendidikan dan *e-learning* menunjukkan aplikasi ontologi yang mature. Namsradoj et al. (2025) mengembangkan sistem rekomendasi berbasis ontologi menggunakan GitHub *Classroom* dan *Bookwidget* dengan fokus pada konteks pembelajaran dan evaluasi efektivitas. Jeevamol dan Renumol (2021) membangun sistem rekomendasi konten *e-learning* hibrida berbasis ontologi untuk mengatasi masalah *cold-start* dengan kombinasi *content-based* dan *collaborative filtering*. McKensy-Sambola et al. (2021) mengintegrasikan sistem rekomendasi nutrisi berbasis ontologi dengan pengetahuan domain nutrisi dan preferensi pengguna untuk rekomendasi personal. Nithyadevi et al. (2025) menggunakan pendekatan yang berbeda dengan menerapkan teknik *deep learning* untuk rekomendasi produk *skincare* wajah dengan fokus pada analisis gambar wajah dan klasifikasi jenis kulit untuk personalisasi.

Analisis distribusi penelitian mengungkapkan beberapa celah signifikan yang dapat diisi oleh penelitian ini. Meskipun 75% penelitian menggunakan pendekatan ontologi dan 50% fokus pada domain *skincare*, hanya Hartani et al. (2022) yang mengombinasikan ketiga aspek (ontologi, *skincare*, dan sistem rekomendasi) namun masih terbatas pada sistem pencarian manual tanpa adanya interaksi antarbahan sebagai perspektif baru untuk membantu pengguna memilih *skincare* yang tepat. Penelitian ini mengisi celah tersebut dengan mengembangkan sistem rekomendasi *skincare* berbasis ontologi yang tidak hanya menyediakan pencarian, tetapi juga memberikan rekomendasi personal berdasarkan profil pengguna, jenis kulit, *skin concerns*, dan preferensi *ingredients*. Kontribusi utama penelitian ini adalah integrasi penalaran ontologi dengan algoritma rekomendasi untuk menghasilkan saran produk yang lebih *intelligent* dan kontekstual, serta evaluasi komprehensif menggunakan TAM untuk memastikan penerimaan pengguna. Penelitian ini juga mengatasi keterbatasan penelitian sebelumnya yang belum mengoptimalkan interaksi antar domain dalam ontologi, khususnya hubungan antara *ingredients*, jenis kulit, dan masalah kulit untuk menghasilkan rekomendasi yang lebih akurat dan personal.

# BAB III
# METODE PENELITIAN

Penelitian ini mengadopsi pendekatan yang terstruktur dalam mengembangkan sistem rekomendasi skincare yang dipersonalisasi dengan memanfaatkan framework berbasis ontologi. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk meningkatkan relevansi, akurasi, dan kemampuan untuk memberikan rekomendasi skincare melalui pemodelan pengetahuan spesifik domain secara formal dan sistematis. Untuk memandu proses pengembangan, *Software Development Life Cycle* (SDLC) diterapkan menggunakan metodologi *waterfall*. Setiap tahapan akan dibahas secara rinci dalam laporan ini.




Gambar 3.1 Model Waterfall untuk Pengembangan Sistem Rekomendasi Skincare Berbasis Ontologi

## 3.1 Analisis Kebutuhan

### 3.1.1 Identifikasi kebutuhan sistem

Berdasarkan analisis masalah penelitian yang telah dipaparkan pada BAB I PENDAHULUAN dan tinjauan pustaka pada BAB II KAJIAN PUSTAKA, teridentifikasi adanya kebutuhan mendesak untuk mengembangkan

sistem rekomendasi *skincare* berbasis ontologi. Kebutuhan ini muncul melalui evaluasi kesenjangan dari penelitian-penelitian terdahulu, pengamatan terhadap sistem yang saat ini digunakan, serta analisis kendala yang dialami pengguna dalam memilih produk perawatan kulit yang sesuai dengan preferensi mereka.

Hasil kajian literatur menunjukkan bahwa sistem rekomendasi *skincare* yang ada hingga saat ini masih memiliki sejumlah keterbatasan. Keterbatasan tersebut terutama berkaitan dengan tingkat personalisasi, transparansi dalam proses rekomendasi, serta pemahaman yang mendalam terhadap interaksi antar bahan aktif dalam produk *skincare*. Temuan ini menegaskan pentingnya pengembangan sistem rekomendasi berbasis pengetahuan domain yang tersusun secara terstruktur. Sistem tersebut diharapkan mampu memberikan rekomendasi yang dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah serta sesuai dengan kebutuhan individu pengguna.

**Kebutuhan Fungsional**

Kebutuhan fungsional sistem meliputi fitur-fitur utama yang harus dapat dilakukan oleh sistem:

a. F01. Sistem dapat melakukan pencarian produk berdasarkan nama produk dan merek
b. F02. Sistem dapat memfilter produk berdasarkan jenis kulit (*skin type*)
c. F03. Sistem dapat memfilter produk berdasarkan masalah kulit (*skin concern*)
d. F04. Sistem dapat memberikan rekomendasi personal berbasis *reasoning* ontologi
e. F05. Sistem dapat memberikan peringatan interaksi bahan aktif dalam produk
f. F06. Sistem dapat menampilkan informasi detail produk termasuk bahan aktif dan fungsinya
g. F07. Sistem dapat memberikan peringatan terhadap bahan yang berpotensi menyebabkan alergi
h. F08. Sistem dapat memberikan informasi terkait urutan *skincare routine*

**Kebutuhan Non-Fungsional**

Kebutuhan non-fungsional berkaitan dengan kualitas dan performa sistem:

a. NF01. *Interface* sistem harus mudah digunakan untuk pengguna dengan berbagai tingkat pengetahuan tentang *skincare*
b. NF02. Waktu respons sistem untuk pencarian dan *filtering* harus kurang dari 3 detik
c. NF03. Sistem harus kompatibel dengan peramban web modern (Chrome, Firefox, Safari, Edge)

d. NF04. *Database* produk harus komprehensif dan mencakup produk lokal maupun internasional

**Kebutuhan Data Sistem**

Kebutuhan data mengacu pada jenis dan kualitas data yang diperlukan sistem:

a. D01. Data produk *skincare* lokal dan internasional yang tersedia di pasar Indonesia
b. D02. Data bahan aktif (*ingredients*) dengan informasi fungsi, manfaat, dan efek samping
c. D03. Data jenis kulit (*skin types*) dan masalah kulit (*skin concerns*) yang umum terjadi
d. D04. Data interaksi dan kompatibilitas antar bahan aktif
e. D05. Data formulasi produk yang bebas dari alergen tertentu (*formulation traits*)

### 3.1.2 Pengumpulan Data Kebutuhan Pengguna

Untuk memvalidasi serta mengembangkan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai kebutuhan sistem yang telah diidentifikasi, dilakukan pengumpulan data langsung dari pengguna melalui wawancara semi-terstruktur. Pendekatan ini dipilih dengan tujuan memperoleh wawasan mendalam terkait kebutuhan, preferensi, serta kendala yang dialami pengguna dalam proses pemilihan produk perawatan kulit. Pengumpulan data dilakukan dengan mengombinasikan wawancara semi-terstruktur dan kuesioner terstruktur. Metode ini dinilai efektif karena mampu menggali informasi secara mendalam sekaligus menjaga konsistensi serta keterbandingan data yang diperoleh dari setiap partisipan.

**Populasi dan Sampel**

Populasi penelitian mencakup pengguna produk *skincare* di Indonesia dengan beragam tingkat pengetahuan dan pengalaman. Sampel yang digunakan berjumlah 12 orang, dipilih menggunakan teknik *purposive sampling* berdasarkan kriteria tingkat pengetahuan dan pengalaman mereka terhadap produk *skincare* guna memastikan data yang relevan dan representatif. Jumlah ini dipilih dengan mempertimbangkan prinsip *theoretical saturation* dalam *qualitative research*, dimana pengumpulan data dihentikan ketika tidak ada informasi baru yang signifikan diperoleh dari responden tambahan.

Tabel 3.1 Karakteristik Responden Berdasarkan Tingkat Pengetahuan *Skincare*

| Kategori | Frekuensi | Kriteria | Pengetahuan dan Pengalaman |
|---|---|---|---|

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Expert*/Ahli | 1 | *Make Up Artist (MUA)* | Paham akan cara kerja bahan aktif dalam *skincare*, memiliki pengetahuan akan kategori produk *skincare*. |
| Pengguna Biasa/Umum atau Rutin Skincare | 9 | Pengguna rutin skincare | Rutin dalam menggunakan *skincare*, cukup mengetahui kegunaan beberapa bahan aktif. Akan tetapi terkadang masih ada kesalahan dalam penggunaannya. |
| Pengguna Awam Skincare | 2 | Hampir tidak pernah atau hanya menggunakan satu produk *skincare* | Biasanya hanya menggunakan 1-2 produk saja, seperti sabun wajah atau pelembab. Belum mengetahui apa kegunaannya, baik produk maupun bahan aktif. Tertarik untuk mengetahui lebih dalam akan *skincare*. |

**Demografi Responden**

Responden penelitian terdiri dari 12 orang dengan karakteristik demografi yang beragam. Distribusi responden berdasarkan kategori menunjukkan komposisi 1 *expert*/ahli, 9 pengguna *skincare* biasa atau umum, dan 2 pengguna awam. Dari segi jenis kelamin, responden terdiri dari 10 perempuan dan 2 laki-laki dengan rentang usia 15-60 tahun. Detail lengkap demografi responden disajikan pada Tabel 3.2 Demografi Responden Wawancara untuk Analisis Kebutuhan berikut:

Tabel 3.2 Demografi Responden Wawancara untuk Analisis Kebutuhan

| Kode Responden | Kategori | Usia | Jenis Kelamin | Profesi | Pengalaman *Skincare* |
|---|---|---|---|---|---|
| R01 | *Expert*/Ahli | 24 | Perempuan | *Make-up Artist* | 6 tahun |
| R02 | Biasa/Umum | 15 | Perempuan | Pelajar | 6 bulan |
| R03 | Biasa/Umum | 17 | Perempuan | Pelajar | 2 tahun |
| R04 | Biasa/Umum | 17 | Perempuan | Pelajar | 1 tahun |
| R05 | Biasa/Umum | 27 | Perempuan | Pegawai negeri | 4 tahun |
| R06 | Biasa/Umum | 57 | Perempuan | Pegawai negeri | 10 tahun |
| R07 | Biasa/Umum | 33 | Perempuan | Pegawai negeri | 7 tahun |
| R08 | Biasa/Umum | 17 | Perempuan | Pelajar | 1 tahun |
| R09 | Biasa/Umum | 19 | Laki-laki | Karyawan swasta | 1 tahun |
| R10 | Biasa/Umum | 18 | Perempuan | Pelajar | 2 tahun |
| R11 | Awam | 40 | Perempuan | Karyawan swasta | 3 tahun |
| R12 | Awam | 28 | Laki-laki | Programmer | 1 tahun |

**Instrumen Penelitian**

Instrumen penelitian ini terdiri atas panduan wawancara semi-terstruktur yang disusun secara khusus sesuai dengan tingkat pengetahuan masing-masing responden. Instrumen

tersebut dirancang untuk menggali kebutuhan fungsional maupun non-fungsional dari sistem rekomendasi *skincare* melalui perspektif pengguna dengan latar belakang yang beragam. Validasi instrumen dilakukan melalui tinjauan mandiri (*self-review*) untuk memastikan relevansi pertanyaan dengan tujuan penelitian serta konsistensi penggunaan terminologi yang sesuai.

Struktur wawancara terbagi dalam lima kategori utama, yaitu:

a. Pertanyaan pembuka, bertujuan membangun hubungan (*rapport*) dengan responden.
b. Pertanyaan khusus, yang disesuaikan dengan kategori responden (misalnya *expert/MUA*, pengguna biasa, dan pengguna awam).
c. Pertanyaan penutup, yang berfokus pada ekspektasi terhadap sistem rekomendasi otomatis yang akan dikembangkan.

Setiap kelompok pertanyaan disusun untuk menggali aspek-aspek spesifik yang relevan sesuai tingkat pengetahuan dan pengalaman responden. Pertanyaan-pertanyaan tersebut dikembangkan berdasarkan kerangka teoritis sistem rekomendasi dan disesuaikan dengan karakteristik domain *skincare*. Struktur wawancara terdiri dari pertanyaan pembuka yang sama untuk semua responden (rutinitas *skincare*, pengalaman, sumber informasi), pertanyaan khusus yang disesuaikan dengan *expertise level* responden, dan pertanyaan penutup yang universal tentang ekspektasi sistem rekomendasi. Diferensiasi utama terletak pada pertanyaan khusus yang menggali: (1) aspek profesional dan konsultasi klien untuk *expert*/*MUA*, (2) pengalaman personal dan decision making untuk pengguna biasa, dan (3) kebutuhan *guidance* dan simplifikasi untuk pengguna awam.

Setiap aspek dalam panduan wawancara dijabarkan menjadi indikator-indikator spesifik untuk menjamin cakupan yang komprehensif terhadap kebutuhan pengguna. Indikator ini juga berfungsi sebagai acuan dalam proses *probing* dan analisis data wawancara. Tabel 3.3 Indikator Penilaian per Aspek Wawancara berikut menjelaskan indikator untuk setiap aspek wawancara:

Tabel 3.3 Indikator Penilaian per Aspek Wawancara

| Aspek | Indikator | Deskripsi Indikator |
|---|---|---|
| Pertanyaan Pembuka | Pola penggunaan *skincare* | Frekuensi, jenis produk, dan konsistensi rutinitas harian |
| | Durasi pengalaman | Lama penggunaan produk *skincare* secara aktif |
| | Sumber informasi | Media, platform, atau orang yang menjadi referensi utama |
| | Motivasi awal | Alasan pertama kali tertarik menggunakan *skincare* |

| | | |
|---|---|---|
| Proses Pemilihan | Tahapan pengambilan keputusan | Langkah sistematis dalam memilih produk baru |
| | Kriteria prioritas | Faktor utama seperti harga, merek, bahan |
| | Waktu yang dibutuhkan | Durasi dari kesadaran hingga keputusan pembelian |
| | Keterlibatan pihak lain | Konsultasi dengan ahli, teman, atau keluarga |
| | Metode evaluasi produk | Cara menilai kualitas dan kesesuaian produk sebelum membeli |
| Tantangan Utama | Jenis kesulitan spesifik | Kategori masalah yang sering dihadapi |
| | Frekuensi masalah | Seberapa sering mengalami produk tidak cocok |
| | Dampak finansial | Kerugian ekonomi akibat salah pilih produk |
| | Dampak psikologis | Tingkat frustrasi, stres, atau penurunan kepercayaan diri |
| | Strategi *coping* | Cara mengatasi atau meminimalisir risiko kesalahan pilihan |
| Informasi Kritis | Hierarki kepentingan | Urutan prioritas informasi yang dicari |
| | Tingkat pemahaman | Pemahaman terhadap terminologi dan konsep skincare |
| | Aksesibilitas informasi | Kemudahan mendapatkan informasi yang dibutuhkan |
| | Kredibilitas sumber | Tingkat kepercayaan terhadap berbagai sumber informasi |
| | Gap informasi | Jenis informasi sulit diperoleh namun dibutuhkan |
| Ekspektasi Sistem | Fitur Prioritas | Fungsi yang paling penting dalam sistem |
| | Preferensi pengalaman pengguna | Preferensi terhadap antarmuka, navigasi, dan interaksi |
| | Tingkat personalisasi | Ekspektasi kustomisasi berdasarkan profil individu |
| | Akurasi yang diharapkan | Standar minimal akurasi rekomendasi |
| | Kebutuhan integrasi | Kebutuhan integrasi dengan platform atau sistem lain |
| Pertanyaan Penutup | Tingkat kepercayaan | Keyakinan terhadap sistem rekomendasi otomatis |
| | Faktor kredibilitas | Elemen yang meningkatkan kepercayaan pada sistem |
| | Transparansi informasi | Jenis penjelasan yang diperlukan untuk memahami rekomendasi |
| | Kesiapan adopsi | Kesediaan menggunakan dan mengandalkan sistem rekomendasi |
| | Preferensi perbandingan | Perbandingan antara sistem otomatis dan konsultasi ahli |

**Prosedur Pengumpulan Data**

Prosedur pengumpulan data dilakukan dengan langkah-langkah sistematis. Tahap awal meliputi penyusunan daftar calon responden dan menghubungi pihak mereka untuk menyakan ketersediaannya dalam mengikuti wawancara. Tahap berikutnya adalah penjadwalan wawancara melalui koordinasi dengan responden, memberikan fleksibilitas pilihan format daring atau tatap muka sesuai ketersediaan.

Pelaksanaan wawancara secara individual berlangsung selama 30–45 menit untuk memberikan waktu yang memadai pada eksplorasi mendalam sekaligus menghormati waktu responden. Dokumentasi wawancara dilakukan dengan perekaman audio pada beberapa responden yang sebelumnya setuju untuk didokumentasikan dan transkripsi verbatim untuk memastikan akurasi data.

Tahap akhir berupa validasi data melalui konfirmasi hasil transkrip kepada responden terpilih, sebagai upaya untuk memastikan kesesuaian interpretasi peneliti dengan maksud responden, sekaligus meningkatkan kredibilitas dan keandalan penelitian kualitatif ini.

**Hasil Analisis Kebutuhan Pengguna**

Hasil wawancara dengan 12 responden dianalisis pola-pola kebutuhannya yang muncul dari setiap kategori pengguna. Temuan dari *expert*/MUA menunjukkan penekanan pada aspek profesional dan evidence-based recommendation, termasuk kemampuan deteksi interaksi berbahaya antar bahan aktif dan penyediaan informasi kontraindikasi untuk kondisi kulit sensitif. Temuan dari pengguna biasa mengungkapkan kebutuhan akan personalisasi dan edukasi, termasuk sistem yang dapat memberikan rekomendasi personal dan informasi yang mudah dipahami tentang fungsi setiap bahan aktif. Temuan dari pengguna awam menunjukkan kebutuhan akan simplicity dan guidance, termasuk tampilan sistem yang sederhana dan panduan step-by-step dalam skincare. Analisis pain points mengidentifikasi lima masalah utama yang perlu diatasi oleh sistem, sebagaimana disajikan pada Tabel 3.4 Analisis Pain Points dan Solusi yang Diharapkan berikut:

Tabel 3.4 Analisis Pain Points dan Solusi yang Diharapkan

| Pain Point | Frekuensi | Kategori Terdampak | Solusi yang Diharapkan |
|---|---|---|---|
| Informasi *ingredients* sulit dipahami | 10/12 | Biasa, Awam | Penjelasan fungsi bahan-bahan |
| Produk tidak cocok setelah dibeli | 10/12 | Semua kategori | Sistem *screening* kompatibilitas |
| Terlalu banyak pilihan produk | 7/12 | Biasa, Awam | Filter dan rekomendasi yang tepat sasaran |
| Tidak tahu urutan penggunaan produk | 6/12 | Biasa, Awam | Informasi *skincare routine* |
| Ketidakpastian interaksi antar produk | 8/12 | Semua kategori | Sistem mampu deteksi interaksi bahan |

**Analisis Preferensi Pengguna**

Berdasarkan hasil wawancara dengan 12 responden, teridentifikasi berbagai preferensi pengguna yang menjadi pertimbangan dalam desain dan pengembangan sistem. Preferensi ini dikategorikan berdasarkan aspek personalisasi yang akan menjadi acuan dalam memastikan sistem sesuai dengan ekspektasi pengguna. Sistem rekomendasi yang mengintegrasikan analisis karakteristik pengguna dapat memberikan pengalaman yang lebih relevan dan menguntungkan bagi pengguna (Rajegowda et al., 2024). Tabel berikut menyajikan preferensi pengguna berdasarkan kategori responden:

Tabel 3.5 Analisis Preferensi Pengguna untuk Pengembangan Sistem

| **Kategori Preferensi** | **Detail Preferensi** | **Frekuensi** | **Implementasi dalam Sistem** |
|---|---|---|---|
| *Skin Type* | Normal, Oily, Dry, COmbination | 12/12 | *Quiz* dan filter rekomendasi produk |
| *Skin Concern* | Acne, Aging, Dark spots, Sensitivity, Dryness, ... | 12/12 | *Quiz* dan filter rekomendasi produk |
| *Ingredient Preference* | Hyaluronic Acid, Ceramide, Niacinamide, ... | 10/12 | Pencarian produk dan *ingredients page* yang dapat memberikan saran produk |
| *Product Category* | Cleanser, Moisturizer, Serum, ... | 12/12 | Filter dan kategori produk yang dicari melalui pencarian |
| *Sensitivity* | Alcohol, Paraben, Sulfate ... | 11/12 | *Quiz* dan filter rekomendasi produk |
| Pengetahuan bagi orang awam | Pengetauan akan *skin type*, *ingredients*, urutan pemakaian | 8/12 | Halaman informasi yang mampu memberikan pengetahuan bagi orang awam |
| Keamanan Produk | Nomor BPOM, Interaksi bahan | 11/12 | Product detail yang memberikan peringatan interaksi bahan dan adanya nomor BPOM |

Berdasarkan analisis data preferensi pengguna yang disajikan pada Tabel 3.5 Analisis Preferensi Pengguna untuk Pengembangan Sistem, teridentifikasi pola distribusi kebutuhan yang memberikan wawasan penting untuk pengembangan sistem rekomendasi *skincare* berbasis ontologi. Hasil analisis menunjukkan adanya hierarki preferensi yang dapat dikategorikan berdasarkan tingkat konsensus responden. Kategori pertama adalah preferensi dengan konsensus universal (100%) yang mencakup *skin type*, *skin concern*, dan *product category*. Konsensus sempurna terhadap ketiga aspek ini mengindikasikan bahwa fitur-fitur tersebut merupakan kebutuhan fundamental yang harus ada dalam setiap sistem rekomendasi *skincare*, terlepas dari tingkat keahlian pengguna.

Kategori kedua adalah preferensi dengan dukungan tinggi (>90%) yang meliputi *sensitivity/allergen* dengan skor 92% dan keamanan produk dengan skor 92%. Tingginya dukungan terhadap aspek keamanan mencerminkan kesadaran yang meningkat di kalangan konsumen Indonesia terhadap risiko penggunaan produk *skincare* yang tidak sesuai dengan kondisi kulit mereka. Hal ini konsisten dengan tren global di mana keamanan konsumen menjadi prioritas utama dalam pemilihan produk kosmetik dan perawatan kulit. Preferensi ini menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan harus memiliki kemampuan kuat dalam mendeteksi dan memperingatkan potensi interaksi berbahaya antarbahan aktif serta menyediakan informasi keamanan yang komprehensif.

Kategori ketiga adalah preferensi dengan dukungan menengah, yaitu *ingredient preference* (83%) dan informasi edukasi (67%). Variasi dukungan pada kategori ini mengindikasikan adanya perbedaan kebutuhan berdasarkan tingkat pengetahuan dan pengalaman pengguna dalam domain *skincare*. *Ingredient preference* yang memperoleh dukungan 83% menunjukkan bahwa sebagian besar pengguna sudah memiliki kesadaran terhadap pentingnya memahami kandungan produk, namun masih ada segmen pengguna yang belum mencapai tahap tersebut. Sementara itu, informasi edukasi dengan dukungan 67% mengindikasikan bahwa tidak semua pengguna memerlukan konten edukatif yang mendalam, kemungkinan karena sebagian sudah memiliki pengetahuan yang memadai atau preferensi untuk mendapatkan informasi dari sumber lain.

### 3.1.3 Spesifikasi Kebutuhan Final dan Use Case

**Spesifikasi Kebutuhan Final**

Berdasarkan gabungan hasil identifikasi kebutuhan sistem dan analisis kebutuhan pengguna, ditetapkan spesifikasi kebutuhan akhir dengan prioritisasi berdasarkan frekuensi kemunculan dan tingkat kepentingan. Hasil prioritisasi kebutuhan berdasarkan frekuensi kemunculan dan tingkat kepentingan dari semua kategori responden disajikan pada Tabel 3.5 berikut:

Tabel 3.6 Matriks Prioritisasi Kebutuhan Sistem

| Kode Kebutuhan | Kebutuhan | Prioritas | Expert | Biasa | Awam | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| F01 | Pencarian produk berdasarkan nama/merek | Tinggi | 1/1 | 9/9 | 2/2 | 12/12 |
| F03 | Filter berdasarkan masalah kulit | Tinggi | 1/1 | 9/9 | 2/2 | 12/12 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| F06 | Informasi detail produk dan bahan | Tinggi | 1/1 | 9/9 | 2/2 | 12/12 |
| F02 | Filter berdasarkan jenis kulit | Tinggi | 1/1 | 7/9 | 1/2 | 9/12 |
| F07 | Peringatan alergen | Tinggi | 1/1 | 8/9 | 2/2 | 11/12 |
| F04 | Rekomendasi berbasis *reasoning* ontologi | Tinggi | 1/1 | 7/9 | 2/2 | 10/12 |
| F05 | Deteksi interaksi antar bahan aktif | Sedang | 1/1 | 4/9 | 2/2 | 7/12 |
| F08 | Informasi *skincare routine* | Rendah | 0/1 | 4/9 | 2/2 | 6/12 |

Tiga kebutuhan memperoleh konsensus sempurna (12/12) dari seluruh responden, yaitu pencarian produk berdasarkan nama/merek (F01), filter berdasarkan masalah kulit (F03), dan informasi detail produk dan bahan (F06). Konsensus universal ini menunjukkan bahwa ketiga kebutuhan tersebut merupakan fitur fundamental yang diharapkan ada dalam setiap sistem rekomendasi skincare, terlepas dari tingkat expertise pengguna.

Kebutuhan dengan dukungan tinggi lainnya meliputi peringatan alergen (F07) dengan skor 11/12, rekomendasi berbasis reasoning ontologi (F04) dengan skor 10/12, dan filter berdasarkan jenis kulit (F02) dengan skor 9/12. Tingginya dukungan terhadap F07 mencerminkan concern universal terhadap keamanan penggunaan produk skincare, sementara dukungan kuat terhadap F04 memvalidasi relevansi pendekatan ontologi dalam penelitian ini.

Deteksi interaksi antar bahan aktif (F05) memperoleh prioritas sedang dengan skor 7/12. Menariknya, kebutuhan ini mendapat dukungan penuh dari expert (1/1) dan pengguna awam (2/2), namun hanya sebagian pengguna biasa (4/9) yang menganggapnya penting. Hal ini mengindikasikan bahwa awareness terhadap ingredient interactions masih terbatas pada pengguna dengan pengalaman menengah, sementara expert memahami pentingnya dan pengguna awam menyadari risikonya.

Informasi skincare routine (F08) memperoleh prioritas terendah dengan skor 6/12. Rendahnya dukungan dari expert (0/1) menunjukkan bahwa professional MUA menganggap routine guidance bukan prioritas utama, kemungkinan karena mereka sudah memiliki expertise untuk merancang *routine*. Sebaliknya, dukungan dari pengguna awam (2/2) mengindikasikan bahwa guidance routine sangat dibutuhkan oleh pengguna dengan pengetahuan terbatas.

Analisis pola konsensus menunjukkan bahwa expert cenderung mendukung kebutuhan yang berkaitan dengan aspek teknis dan profesional, pengguna biasa lebih fokus pada fitur praktis untuk decision making, sementara pengguna awam memprioritaskan guidance dan safety features. Divergensi terbesar terjadi pada F05 (deteksi interaksi) dan F08 (*routine*

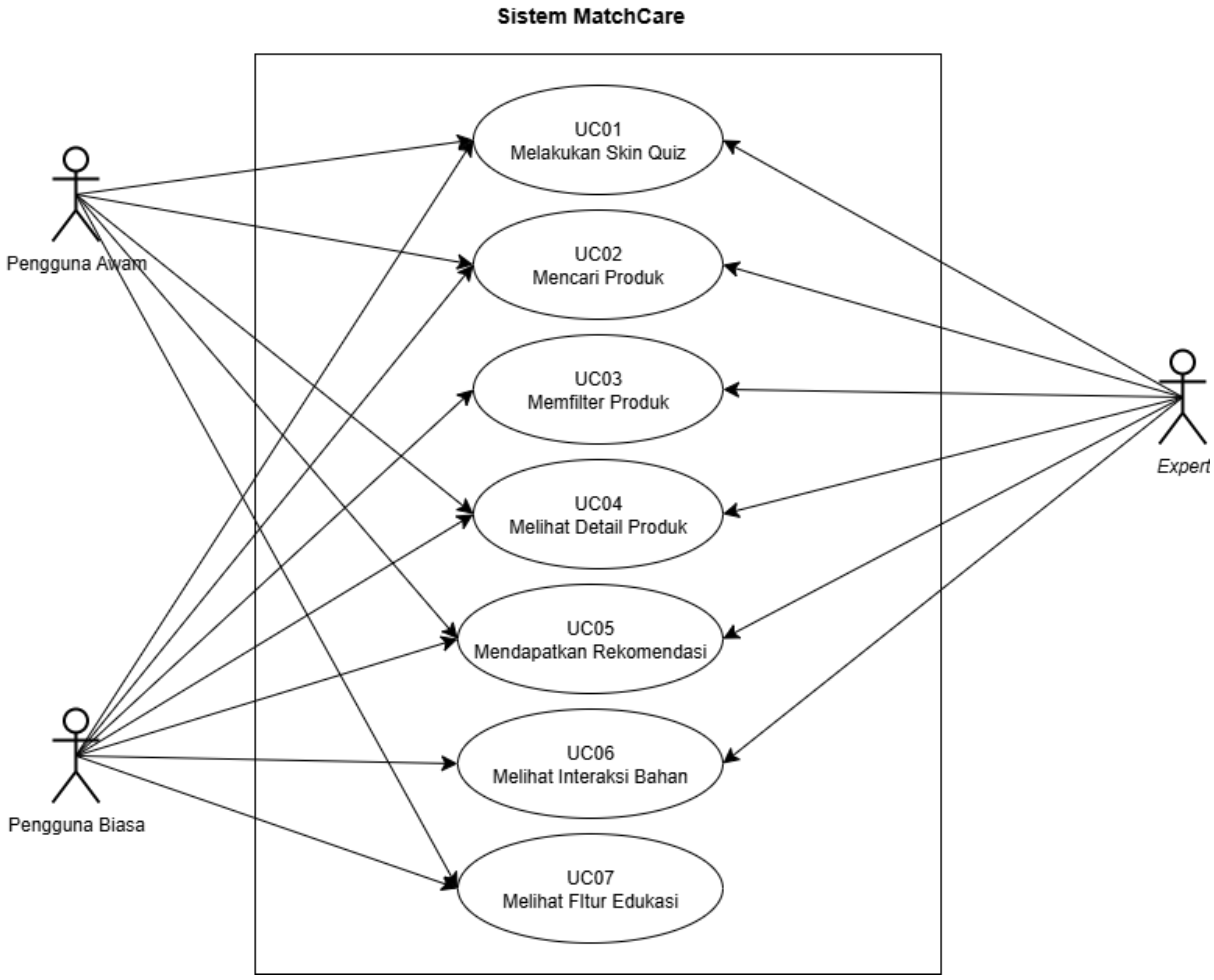
*information*), mengindikasikan perbedaan persepsi pentingnya fitur-fitur tersebut berdasarkan tingkat *expertise*.

Hasil prioritisasi ini akan menjadi acuan dalam pengembangan sistem, dengan kebutuhan prioritas tinggi diimplementasikan pada fase awal, prioritas sedang pada fase pengembangan, dan prioritas rendah sebagai peningkatan/penambahan fitur di masa mendatang.

**Diagram *Use Case***

Berdasarkan spesifikasi kebutuhan yang telah ditetapkan, dibuat diagram use case yang menggambarkan interaksi antara pengguna dengan sistem. Diagram use case berfungsi untuk memvisualisasikan hubungan fungsional antara aktor (pengguna) dengan sistem, serta menunjukkan batasan sistem yang akan dikembangkan.

Sistem MatchCare memiliki tiga kategori aktor utama yang mencerminkan segmentasi pengguna berdasarkan tingkat pengetahuan tentang skincare. Setiap kategori aktor memiliki akses yang berbeda terhadap fitur-fitur sistem, disesuaikan dengan kebutuhan dan kemampuan mereka dalam menggunakan sistem rekomendasi skincare.




Gambar 3.2 Diagram *Use Case* Sistem

Diagram *use case* pada Gambar 3.2 Diagram *Use Case* Sistem menunjukkan tujuh *use case* utama yang telah diprioritaskan berdasarkan hasil analisis kebutuhan pengguna. Lima *use case* memiliki prioritas tinggi karena merupakan fungsi inti sistem, satu *use case* berprioritastas sedang untuk fitur lanjutan, dan satu use case berprioritastas rendah untuk fitur pendukung edukasi.

Relasi antar use case ditunjukkan melalui hubungan *include* dan *extend*. Hubungan include antara UC05 (Mendapatkan Rekomendasi) dengan UC01 (Melakukan *Skin Quiz*) menunjukkan bahwa proses rekomendasi personal memerlukan data profil kulit dari kuis sebagai prasyarat. Sementara itu, hubungan extend antara UC04 (Melihat Detail Produk) dengan UC02 (Mencari Produk) menunjukkan bahwa fitur detail produk merupakan perpanjangan natural dari aktivitas pencarian produk.

Tabel 3.7 Deskripsi *Use Case* Utama

| **Kode Use Case** | **Nama Use Case** | **Aktor** | **Deskripsi** | **Priositas** |
|---|---|---|---|---|
| UC01 | Melakukan *Skin Quiz* | Semua Pengguna | Menentukan jenis kulit dan masalah kulit melalui kuis interaktif | Tinggi |
| UC02 | Mencari Produk | Semua Pengguna | Mencari produk berdasarkan nama, merek, atau kata kunci | Tinggi |
| UC03 | Memfilter Produk | Biasa, *Expert* | Memfilter produk berdasarkan kriteria tertentu | Tinggi |
| UC04 | Melihat Detail Produk | Semua Pengguna | Menampilkan informasi lengkap produk dan bahan aktif | Tinggi |
| UC05 | Mendapatkan Rekomendasi | Semua Pengguna | Memperoleh rekomendasi personal berbasis ontologi | Tinggi |
| UC06 | Melihat Interaksi Bahan | *Expert*, Biasa | Mengecek kompatibilitas antar bahan aktif | Sedang |
| UC07 | Melihat Berbagai Fitur Edukasi | Awam, Biasa | Memperoleh berbagai pengetahuan terkait *ingredient*, jenis kulit, masalah kulit, dan *skincare routine* | Rendah |

Distribusi akses use case menunjukkan bahwa pengguna awam memiliki akses terbatas pada fitur-fitur dasar yang mudah dipahami, sementara pengguna biasa dan expert memiliki akses lebih luas termasuk fitur-fitur analitis seperti filtering dan analisis interaksi bahan. Hal ini sejalan dengan hasil analisis kebutuhan yang menunjukkan bahwa setiap kategori pengguna

memiliki ekspektasi dan kemampuan yang berbeda dalam menggunakan sistem rekomendasi skincare.

### 3.1.4 Sumber Dataset

Sumber data yang akan digunakan untuk kebutuhan sistem ditetapkan berdasarkan kriteria objektif yang mendukung *reasoning* ontologi. Kriteria evaluasi sumber meliputi kelengkapan informasi produk, kredibilitas *platform*, jumlah produk, akurasi data bahan aktif, dan kemudahan akses data, dengan bobot sesuai prioritas kebutuhan. Sociolla dipilih karena merupakan platform *e-commerce skincare* terbesar di Indonesia dengan menyediakan informasi produk lengkap, termasuk nomor BPOM dan bahan aktif, serta memiliki lebih dari 10.000 produk dari 150+ merek lokal dan internasional dengan sistem *review* dari lebih 2 juta pengguna. BeautyHaul sebagai sumber pelengkap yang fokus pada produk *K-beauty* dan skincare premium dengan kurasi ketat sehingga melengkapi variasi produk dan memberikan informasi bahan aktif serta formulasi produk. Skinsort dipilih sebagai referensi bahan aktif dengan database paling komprehensif (lebih dari 5000 bahan) yang dikelola oleh tim cosmetic chemist dan dermatolog, mendukung reasoning ontologi secara ilmiah dan terstruktur.

Struktur data yang diekstrak meliputi nama produk, merek, kategori, deskripsi, cara penggunaan, daftar bahan, nomor BPOM, harga, rating pengguna, dan gambaran produk dari Sociolla dan BeautyHaul. Sedangkan data bahan aktif, fungsi, manfaat, kontraindikasi, dan kompatibilitas diambil dari Skinsort. Data diekstraksi menggunakan teknik web scraping dengan *tools* dan *library* Python, meliputi BeautifulSoup untuk parsing HTML, Requests untuk pengambilan halaman *web*, Pandas untuk pengolahan data, serta PostgreSQL untuk penyimpanan data terstruktur. Metode ini memberikan efisiensi dan fleksibilitas dalam pengelolaan data dari berbagai sumber. Integrasi data dari berbagai sumber tersebut akan menjadi fondasi yang kuat untuk pengembangan sistem reasoning berbasis ontologi, dengan cakupan data yang cukup untuk menghasilkan rekomendasi yang akurat dan komprehensif sesuai kebutuhan pengguna yang telah divalidasi.

## 3.2 Perancangan Sistem

### 3.2.1 Justifikasi Penggunaan Ontologi

Pemilihan pendekatan berbasis ontologi dalam sistem rekomendasi *skincare* didasarkan pada analisis komparatif terhadap metode rekomendasi tradisional dan kebutuhan spesifik

domain perawatan kulit. Justifikasi penggunaan ontologi dievaluasi berdasarkan kemampuannya mengatasi keterbatasan yang ditemukan pada analisis kebutuhan pengguna.

Metode rekomendasi tradisional seperti *collaborative filtering* dan *content-based filtering* memiliki keterbatasan signifikan ketika diterapkan pada domain *skincare*. *Collaborative filtering* bergantung pada pola perilaku pengguna lain yang mungkin tidak relevan karena perbedaan karakteristik kulit individual. Sementara itu, *content-based filtering* hanya mengandalkan kesamaan atribut produk tanpa mempertimbangkan pengetahuan domain tentang interaksi bahan aktif dan kompatibilitas dengan jenis kulit. Ontologi memberikan representasi pengetahuan terstruktur yang memungkinkan sistem memahami hubungan semantik antara produk, bahan aktif, jenis kulit, dan masalah kulit. Hal ini essential dalam domain *skincare* karena efektivitas dan keamanan produk sangat bergantung pada kompatibilitas formulasi dengan karakteristik kulit individual. Ontologi memungkinkan sistem melakukan *reasoning* otomatis untuk menyimpulkan informasi yang tidak eksplisit. Misalnya, jika ontologi mendefinisikan bahwa "retinol" adalah jenis "retinoid" dan "retinoid" tidak kompatibel dengan "kulit sensitif", maka sistem dapat secara otomatis menyimpulkan bahwa produk mengandung "retinol" tidak cocok untuk pengguna dengan "kulit sensitif".

Tabel 3.8 Justifikasi Penggunaan Ontologi per *Use Case*

| **Use Case** | **Tanpa Ontologi** | **Dengan Ontologi** | **Justifikasi** |
|---|---|---|---|
| UC02: Mencari Produk | Pencarian *keyword* sederhana | Pencarian semantik dengan sinonim | Ontologi mengenali hubungan antar istilah (*vitamin C = ascorbic acid*) |
| UC03: Memfilter Produk | Filter berdasarkan metadata | Filter berdasarkan *reasoning* | Ontologi dapat menyimpulkan kesesuaian berdasarkan formulasi |
| UC05: Mendapatkan Rekomendasi | Rekomendasi berbasis statistik | Rekomendasi berbasis *domain knowledge* | Ontologi mengintegrasikan pengetahuan dermatologi |
| UC06: Melihat Interaksi Bahan | Tidak dapat diimplementasi | *Reasoning* otomatis interaksi | Ontologi menyimpan aturan interaksi antar bahan |

### 3.2.2 Desain Ontologi

Desain ontologi *skincare* dikembangkan menggunakan metodologi *Methontology* dengan mengintegrasikan pengetahuan dari domain dermatologi, kosmetologi, dan kebutuhan pengguna yang telah dianalisis. Struktur ontologi dirancang untuk mendukung *reasoning* yang efisien dan akurat dalam memberikan rekomendasi personal. Pengembangan ontologi *skincare* mengikuti tahapan *Methontology*, sebuah metodologi sistematis yang terdiri dari lima fase utama. Tahap pertama adalah spesifikasi yang mendefinisikan tujuan ontologi untuk mendukung sistem rekomendasi *skincare*, cakupan domain yang meliputi produk, bahan aktif, jenis kulit, dan masalah kulit, serta pengguna target yaitu konsumen *skincare* dengan berbagai tingkat pengetahuan. Tahap konseptualisasi mengidentifikasi konsep-konsep utama dalam domain perawatan kulit, relasi semantik antar**k**onsep, dan hierarki taksonomi yang mencerminkan struktur pengetahuan dermatologi.

Proses dilanjutkan dengan tahap formalisasi yang menerjemahkan model konseptual ke dalam bahasa formal menggunakan *Web Ontology Language* (OWL), diikuti tahap implementasi yang mengkodekan ontologi menggunakan perangkat lunak Protégé dengan standar RDF/XML. Tahap akhir adalah evaluasi yang memvalidasi konsistensi logis ontologi menggunakan *reasoner* HermiT dan menguji kelengkapan representasi pengetahuan melalui skenario *use case* yang telah ditetapkan. Validasi konsistensi memastikan tidak ada kontradiksi dalam aksioma yang didefinisikan, sementara kelengkapan ontologi diuji dengan mengeksekusi *query* SPARQL untuk memastikan sistem dapat memberikan *reasoning* yang diharapkan untuk semua fungsi rekomendasi. Pendekatan metodologis ini memastikan ontologi yang dihasilkan memiliki struktur yang valid, konsisten, dan dapat mendukung *reasoning* otomatis yang diperlukan sistem rekomendasi.

**Identifikasi Konsep Utama**

Berdasarkan analisis domain *skincare* dan kebutuhan pengguna yang telah diidentifikasi, dikembangkan struktur ontologi yang komprehensif dengan mempertimbangkan kompleksitas interaksi antar bahan aktif dan kebutuhan personalisasi rekomendasi. Konsep-konsep utama yang direpresentasikan dalam ontologi mencakup entitas produk dengan kategori spesifik, bahan aktif dengan hierarki berdasarkan fungsi, karakteristik kulit pengguna, dan berbagai aspek keamanan formulasi.

Kategori konsep Product mencakup semua jenis produk perawatan kulit mulai dari pembersih hingga perawatan intensif. KeyIngredient dipisahkan dari Ingredient biasa untuk

memungkinkan *reasoning* yang lebih fokus pada bahan aktif yang memiliki efek signifikan terhadap kondisi kulit. Konsep SkinType dan SkinConcern menjadi dasar personalisasi sistem, sementara FormulationTrait dan AllergenType mendukung aspek keamanan yang krusial dalam rekomendasi *skincare*.

Tabel 3.9 Konsep Utama dalam Ontologi *Skincare*

| **Konsep Utama** | **Sub-konsep** | **Deskripsi** |
|---|---|---|
| Product | - | Produk perawatan kulit dengan kategori spesifik |
| Ingredient | - | Bahan kimia dalam formulasi produk |
| KeyIngredient | AHA, BHA, PHA, Retinoid, VitaminC, HyaluronicAcid, Niacinamide, Peptides, Antioxidants, Exfoliators, MineralUVFilter | Bahan aktif utama dengan fungsi spesifik |
| SkinType | *Normal, Dry, Oily, Combination* | Klasifikasi jenis kulit berdasarkan karakteristik |
| SkinConcern | *Acne, FungalAcne, Wrinkles, FineLines, DarkSpots, Redness, Texture, Sensitivity, Dryness* | Kondisi kulit yang ingin diatasi |
| Brand | - | Produsen produk *skincare* |
| Benefit | *Hydrating, AcneFighter, Brightening, HelpsWithAntiAging, ReduceRedness, ReducesLargePores, GoodForTexture, SkinConditioning, BarrierRepair, Softening, Soothing, Cleansing, Exfoliating, Protecting* | Efek positif yang diberikan produk |
| FormulationTrait | *AlcoholFree, FragranceFree, ParabenFree, SulfateFree, SiliconeFree* | Karakteristik formulasi produk |
| Function | *Humectant, Emollient, Exfoliant, UVFilter, Surfactant, Antioxidant, Moisturizing, AntiAcne, Chelating* | Mekanisme kerja bahan aktif |
| ProductCategory | *Cleanser, Moisturizer, Serum, Suncare, Treatment* | Pengelompokan produk berdasarkan fungsi |
| AllergenType | Fragrance, Alcohol, Silicone, Parabens, Sulfates | Bahan yang berpotensi menyebabkan alergi |

**Hierarki Kelas dan Sub-kelas**

Struktur hierarki ontologi dirancang dengan mempertimbangkan taksonomi domain *skincare* yang berlaku di industri dan literatur dermatologi. Hierarki kelas utama Product dibagi berdasarkan fungsi primer produk dalam rutinitas perawatan kulit, mencakup *cleanser* untuk pembersihan, *moisturizer* untuk hidrasi, *serum* untuk perawatan intensif, *suncare* untuk proteksi, *treatment* untuk perawatan khusus, dan *ampoules* untuk konsentrasi tinggi bahan aktif.

Kelas Ingredient dipisahkan menjadi dua kategori utama: KeyIngredient yang mencakup bahan aktif dengan fungsi spesifik seperti AHA, BHA, retinoid, dan *vitamin C*, serta Supporting_Ingredient yang mencakup bahan pendukung formulasi. Pembagian ini memungkinkan sistem melakukan *reasoning* yang lebih presisi dalam mengidentifikasi efektivitas dan keamanan produk berdasarkan kandungan bahan aktif utama.

Tabel 3.10 Hierarki Kelas dalam Ontologi *Skincare*

| **Kelas Utama** | **Sub-kelas Level 1** | **Sub-kelas Level 2** | **Jumlah Individu** |
|---|---|---|---|
| Product | - | - | 2 (*testing*) |
| Ingredient | - | - | - |
| KeyIngredient | - | - | 15 |
| SkinType | - | - | 4 |
| SkinConcern | - | - | 14 |
| Brand | - | - | - |
| Benefit | - | - | 17 |
| AllergenType | - | - | 5 |
| FormulationTrait | - | - | 5 |
| Function | - | - | 18 |
| IngredientGuide | - | - | 3 |
| InteractionRule | - | - | 8 |
| ProductCategory | Cleanser, EyeCare, LipCare, Moisturizer, Suncare, Treatment | AcneTreatment, Ampules | - |
| Safety Level | - | - | - |

**Properti dan Relasi**

Properti dalam ontologi dirancang untuk merepresentasikan hubungan semantik yang kompleks antara produk, bahan aktif, jenis kulit, dan masalah kulit. Properti objek menghubungkan entitas-entitas dalam ontologi untuk memungkinkan *reasoning* otomatis,

sementara properti data menyimpan informasi literal yang diperlukan untuk identifikasi dan deskripsi entitas.

Properti kunci seperti recommendedFor dan avoidFor memungkinkan sistem menentukan kesesuaian bahan dengan jenis kulit tertentu, sementara incompatibleWith dan synergisticWith mendukung analisis interaksi antar bahan. Properti cautionWith dan timingConflictWith menambahkan dimensi keamanan penggunaan yang essential dalam domain *skincare*.

Tabel 3.11 Properti Objek dalam Ontologi *Skincare*

| **Properti Objek** | **Domain** | **Range** | **Deskripsi** |
|---|---|---|---|
| belongsToBrand | Product | Brand | Produk milik merek tertentu |
| containsIngredient | Product | Ingredient | Produk mengandung bahan |
| hasKeyIngredient | Product | KeyIngredient | Produk memiliki bahan aktif kunci |
| recommendedFor | Ingredient | SkinType | Bahan direkomendasikan untuk jenis kulit |
| treatsConcern | Ingredient | SkinConcern | Bahan mengatasi masalah kulit |
| targetsConcern | Product | SkinConcern | Produk menargetkan masalah kulit |
| incompatibleWith | Ingredient | Ingredient | Bahan tidak kompatibel |
| avoidFor | Ingredient | SkinType | Bahan dihindari untuk jenis kulit |
| synergisticWith | Ingredient | Ingredient | Bahan memiliki efek sinergis |
| providesIngredientBenefit | Ingredient | Benefit | Bahan memberikan manfaat spesifik |
| hasFormulationTrait | Product | FormulationTrait | Produk memiliki karakteristik formulasi |
| hasFunction | Ingredient | Function | Bahan memiliki fungsi spesifik |
| belongsToCategory | Product | ProductCategory | Produk termasuk kategori tertentu |
| foundInProduct | Ingredient | Product | Bahan ditemukan dalam produk |
| cautionWith | Ingredient | Ingredient | Bahan memerlukan kehati-hatian |
| timingConflictWith | Ingredient | Ingredient | Bahan memiliki konflik waktu penggunaan |

Properti data dirancang untuk mengakomodasi kebutuhan integrasi dengan database relasional melalui properti **databaseId**, serta menyimpan informasi keamanan yang *user-friendly* melalui **safetyNotes**. Properti **strength** memberikan indikator numerik tingkat kekuatan atau risiko bahan, sementara **relationshipSource** melacak sumber informasi relasi untuk keperluan validasi dan *traceability*.

Tabel 3.12 Properti Data dalam Ontologi *Skincare*

| **Properti Data** | **Domain** | **Range** | **Deskripsi** |
|---|---|---|---|
| productName | Product | String | Nama produk |
| ProductDescription | Product | String | Deskripsi produk |
| productURL | Product | AnyURI | URL produk |
| MainCategory | Product | String | Kategori utama produk |
| databaseId | Product, Ingredient, Brand | Integer | ID database untuk mapping |
| IngredientName | Ingredient | String | Nama bahan kimia |
| AlternativeNames | Ingredient | String | Nama alternatif bahan |
| explanation | Ingredient | String | Penjelasan fungsi bahan |
| safetyNotes | Ingredient | String | Catatan keamanan dalam bahasa Indonesia |
| strength | Ingredient | Integer | Tingkat kekuatan/risiko (1-5) |
| alcoholFree | Product | Boolean | Produk bebas alkohol |
| fragranceFree | Product | Boolean | Produk bebas pewangi |
| siliconeFree | Product | Boolean | Produk bebas silikon |
| relationshipSource | Ingredient | String | Sumber data relasi |

**Aturan dan Aksioma**

Aturan *reasoning* dalam ontologi dirancang untuk mengotomatisasi proses inferensi yang diperlukan dalam memberikan rekomendasi *skincare* yang aman dan efektif. Aturan-aturan ini diimplementasikan menggunakan logika deskripsi dan dapat dieksekusi melalui *reasoning engine* untuk menghasilkan kesimpulan baru berdasarkan fakta yang ada dalam *knowledge base*.

Kategorisasi aturan mencakup kompatibilitas jenis kulit, penghindaran bahan berbahaya, efektivitas untuk masalah kulit spesifik, deteksi risiko interaksi, dan identifikasi efek sinergis. Setiap aturan dilengkapi dengan contoh implementasi konkret yang menunjukkan bagaimana sistem mengaplikasikan pengetahuan dermatologi dalam memberikan rekomendasi personal.

.

Tabel 3.13 Aturan *Reasoning* dalam Ontologi *Skincare*

| Kode Aturan | Kategori | Aturan | Deskripsi |
|---|---|---|---|
| R01 | *Skin Type Compatibility* | IF Product(p) ∧ hasKeyIngredient(p, i) ∧ recommendedFor(i, skinType) → suitableFor(p, skinType) | Produk dengan bahan aktif yang direkomendasikan untuk jenis kulit tertentu cocok untuk jenis kulit tersebut |
| R02 | *Ingredient Avoidance* | IF Product(p) ∧ containsIngredient(p, i) ∧ avoidFor(i, skinType) → ¬suitableFor(p, skinType) | Produk yang mengandung bahan yang harus dihindari tidak cocok untuk jenis kulit tertentu |
| R03 | *Concern Treatment* | IF Product(p) ∧ hasKeyIngredient(p, i) ∧ treatsConcern(i, concern) → effectiveFor(p, concern) | Produk dengan bahan aktif yang mengatasi masalah kulit efektif untuk masalah tersebut |
| R04 | *Ingredient Incompatibility* | IF Product(p) ∧ containsIngredient(p, i1) ∧ containsIngredient(p, i2) ∧ incompatibleWith(i1, i2) → hasRisk(p) | Produk dengan bahan tidak kompatibel memiliki risiko iritasi |
| R05 | *Synergistic Enhancement* | IF Product(p) ∧ containsIngredient(p, i1) ∧ containsIngredient(p, i2) ∧ synergisticWith(i1, i2) → enhancedBenefit(p) | Produk dengan kombinasi bahan sinergis memberikan manfaat optimal |
| R06 | *Formulation Safety* | IF Product(p) ∧ hasFormulationTrait(p, trait) ∧ excludeAllergenType(trait, allergen) → safeFor(p, allergen) | Produk dengan karakteristik formulasi tertentu aman untuk alergen spesifik |
| R07 | *Timing Conflict* | IF Ingredient(i1) ∧ Ingredient(i2) ∧ timingConflictWith(i1, i2) → separateUsage(i1, i2) | Bahan dengan konflik waktu harus digunakan terpisah |
| R08 | *Caution Warning* | IF Ingredient(i1) ∧ Ingredient(i2) ∧ cautionWith(i1, i2) → requiresCarefulUse(i1, i2) | Kombinasi bahan memerlukan kehati-hatian khusus |

### 3.2.3 Arsitektur Sistem

Arsitektur sistem rekomendasi *skincare* dirancang menggunakan pendekatan *layered architecture* dengan pemisahan yang jelas antara lapisan presentasi, logika bisnis, dan data. Desain ini memungkinkan skalabilitas, maintainability, dan integrasi yang efisien antara komponen ontologi dengan sistem aplikasi. Sistem mengadopsi arsitektur *web-based* dengan komponen-komponen yang saling terintegrasi untuk mendukung *reasoning* berbasis ontologi dan pengalaman pengguna yang responsif.

*Frontend* dikembangkan menggunakan React.js dengan pendekatan *component-based* yang memungkinkan reusabilitas dan maintainability kode. Komponen-komponen utama

dirancang sesuai dengan *use case* yang telah diidentifikasi. *Backend* menggunakan Node.js dengan Express.js sebagai framework untuk menangani *API requests*, *business logic*, dan integrasi dengan ontologi. Komponen utama dirancang untuk mendukung *reasoning* berbasis ontologi. Integrasi ontologi dilakukan melalui Apache Jena Fuseki sebagai *SPARQL endpoint* yang memungkinkan sistem melakukan query dan *reasoning* terhadap *knowledge base*. Komunikasi antara aplikasi dengan ontologi menggunakan protokol HTTP dengan format RDF/XML.

## 3.3 Implementasi Sistem

Implementasi sistem merupakan tahap penerjemahan seluruh rancangan menjadi sistem yang berjalan dan terintegrasi. Pada penelitian ini, proses implementasi dimulai dengan pembangunan ontologi sebagai basis pengetahuan utama, kemudian dilanjutkan dengan pengembangan aplikasi *web* yang memanfaatkan ontologi tersebut untuk menghasilkan rekomendasi *skincare* yang relevan dan personal. Pendekatan implementasi mengadopsi model pengembangan bertahap yang memungkinkan validasi setiap komponen secara incremental dan memastikan integrasi yang optimal antarkomponen sistem.

Tahap awal implementasi difokuskan pada pembangunan fondasi pengetahuan sistem melalui pengembangan ontologi *skincare*. Proses dimulai dengan setup dan konfigurasi Protégé sebagai *environment* pemodelan ontologi, diikuti dengan *import* dan strukturisasi data dari hasil *web scraping* yang telah dikumpulkan sebelumnya. Pembangunan ontologi dilakukan sesuai dengan desain yang telah dirancang dalam tahap perancangan, mencakup definisi kelas, properti, dan relasi semantik antarkonsep dalam domain perawatan kulit. Untuk memastikan kualitas dan konsistensi struktur pengetahuan, dilakukan validasi menggunakan reasoner HermiT yang dapat mendeteksi inkonsistensi logis dalam ontologi. Tahap ini diakhiri dengan setup Apache Jena Fuseki sebagai server ontologi yang memungkinkan akses dan query terhadap knowledge base melalui protokol SPARQL.

Fase kedua mencakup implementasi infrastruktur *backend* yang menjadi inti pemrosesan logika bisnis sistem. Tahap ini dimulai dengan setup PostgreSQL sebagai database relasional untuk menyimpan data produk, pengguna, dan preferensi, diikuti dengan import dataset produk yang telah diperoleh dari proses *web scraping*. Implementasi server aplikasi menggunakan Node.js dengan framework Express.js untuk menyediakan arsitektur RESTful API yang memungkinkan operasi CRUD (Create, Read, Update, Delete) terhadap data sistem. Integrasi dengan Apache Jena dilakukan untuk memungkinkan reasoning berbasis SPARQL, yang

merupakan komponen krusial dalam menghasilkan rekomendasi berbasis ontologi. Algoritma rekomendasi dikembangkan dengan memanfaatkan kemampuan reasoning semantik untuk memberikan saran produk yang sesuai dengan profil dan preferensi pengguna. Fase ini juga mencakup implementasi sistem *authentication* dan *authorization* untuk mengelola akses pengguna terhadap fitur-fitur sistem.

Pengembangan antarmuka pengguna dilakukan dengan menggunakan React.js versi 18.x sebagai framework UI utama, yang dipilih karena kemampuannya dalam membangun *interface* yang responsif dan interaktif. Styling sistem menggunakan Tailwind CSS yang menyediakan *utility classes* untuk menciptakan desain yang konsisten dan modern. Implementasi komponen UI difokuskan pada tiga area utama: skin quiz untuk mengumpulkan profil pengguna, *product listing* untuk menampilkan katalog produk, dan detail produk untuk menyajikan informasi komprehensif tentang setiap item. Integrasi dengan backend dilakukan melalui Axios sebagai HTTP client yang memfasilitasi komunikasi antara frontend dan API server. Fitur pencarian dan filtering diimplementasikan untuk memberikan kemudahan navigasi dan eksplorasi produk bagi pengguna. *Interface* untuk menampilkan rekomendasi dan penjelasan *reasoning* dikembangkan dengan fokus pada transparansi dan kemudahan pemahaman, sehingga pengguna dapat memahami dasar ilmiah di balik setiap rekomendasi yang diberikan.

Fase terakhir implementasi mencakup integrasi *end-to-end* antara seluruh komponen sistem: *frontend*, *backend*, dan *knowledge base* ontologi. Proses ini melibatkan pengujian fungsionalitas sistem secara keseluruhan untuk memastikan setiap fitur berjalan sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan. *Bug fixing* dilakukan secara berkelanjutan berdasarkan hasil pengujian untuk memastikan stabilitas dan reliabilitas sistem.

## 3.4 Pengujian

Pengujian sistem dilakukan untuk memastikan bahwa sistem rekomendasi *skincare* yang dikembangkan dapat memenuhi kebutuhan pengguna dari sisi fungsionalitas, kegunaan, dan kemudahan penggunaan. Metodologi pengujian menggabungkan pendekatan *black box testing* untuk validasi fungsional dengan *user acceptance testing* menggunakan *Technology Acceptance Model* (TAM) untuk evaluasi penerimaan pengguna. Pengujian *black box* dilakukan untuk memvalidasi fungsionalitas sistem berdasarkan spesifikasi kebutuhan yang telah ditetapkan. Pengujian ini berfokus pada *input* dan *output* sistem dari beberapa *use case* dan skenario tanpa mempertimbangkan struktur internal kode. Metode ini dipilih karena mampu mengevaluasi sistem dari perspektif pengguna akhir dan memastikan semua fitur

berjalan sesuai ekspektasi (Amrulloh et al., 2023; Irawan et al., 2018b). Sementara itu, pengujian penerimaan pengguna menggunakan pendekatan Technology Acceptance Model (TAM) yang meliputi dua variabel utama:

a. Perceived Usefulness (PU), yaitu sejauh mana pengguna merasa bahwa sistem ini bermanfaat dan dapat membantu mereka dalam memilih produk *skincare* yang tepat.
b. Perceived Ease of Use (PEOU), yaitu sejauh mana pengguna menilai sistem ini mudah digunakan, termasuk kemudahan navigasi dan pemahaman terhadap rekomendasi yang diberikan.

Pengujian dilakukan berdasarkan skenario yang diturunkan dari *use case* yang telah didefinisikan pada 3.1.3. Setiap skenario dilengkapi dengan lebih dari satu data uji untuk memastikan *robustness* sistem. Hasil pengujian dicatat secara detail dengan kriteria keberhasilan yang jelas. Sistem dinilai berhasil apabila presentase skenario dalam memberikan hasil sesuai harapan minimal 90%.

Evaluasi melibatkan 30 responden yang merepresentasikan target pengguna sistem dengan karakteristik demografi yang beragam terdapat pada Tabel 3.14 Demografi Responden Evaluasi TAM. Komposisi responden dirancang untuk mencerminkan segmentasi pengguna berdasarkan tingkat pengetahuan skincare. Segmentasi pengguna sama seperti dalam wawancara analisis kebutuhan sistem, yaitu pengguna yang awam akan *skincare*, pengguna yang biasa atau umum menggunakan *skincare*, dan expert atau ahli akan *skincare*. Adapun kuesioner TAM yang diadaptasi untuk domain skincare dengan skala Likert 1-5 tercantum pada Tabel 3.15 Instrumen Evaluasi PU dan PEOU

Tabel 3.14 Demografi Responden Evaluasi TAM

| Kategori Pengguna | Jumlah | Perempuan | Laki-laki | Usia | Deskripsi |
|---|---|---|---|---|---|
| Pengguna Awam | 4 | 3 | 1 | 24 tahun | Pengguna dengan pengetahuan skincare terbatas, jarang menggunakan produk perawatan kulit |
| engguna Biasa/Umum | 25 | 23 | 2 | 15-60 tahun | Pengguna yang rutin menggunakan skincare dengan pengetahuan dasar tentang ingredients |
| *Expert*/Ahli | 1 | 1 | 0 | 17-40 tahun | Profesional dengan *expertise* mendalam dalam *skincare* (*MUA/Beauty Expert*) |

Tabel 3.15 Instrumen Evaluasi PU dan PEOU

| Variable | Kode | Pernyataan |
|---|---|---|
| *Perceived Usefulness* (PU) | PU1 | Sistem membantu saya menemukan produk skincare yang sesuai |
| | PU2 | Rekomendasi yang diberikan relevan dengan kebutuhan kulit saya |
| | PU3 | Sistem meningkatkan efisiensi dalam mencari produk skincare |
| | PU4 | Informasi ingredients membantu pengambilan keputusan |
| | PU5 | Sistem memberikan penjelasan yang dapat dipahami tentang rekomendasi |
| *Perceived Ease of Use* (PEOU) | PEOU1 | Sistem mudah dioperasikan |
| | PEOU2 | Tampilan antarmuka mudah dipahami |
| | PEOU3 | Navigasi tidak membingungkan |
| | PEOU4 | Instruksi penggunaan jelas |
| | PEOU5 | Skin quiz mudah diikuti dan dipahami |

Dalam konteks penerapan TAM, penggunaan data Likert telah banyak diterapkan untuk mengukur konstruk seperti *perceived usefulness* dan *perceived ease of use*. Studi oleh Venkatesh dan Davis menunjukkan bahwa walaupun model-model seperti TAM awalnya dikembangkan dengan mengasumsikan data sebagai interval, banyak penelitian empiris menemukan bahwa pengukuran menggunakan skala Likert, seperti skala 5-poin, secara konsisten dapat menjelaskan varians dalam intensi penggunaan teknologi (Venkatesh & Davis, 2000).

Tabel 3.16 Interpretasi Skor Likert

| Rentang Skor | Interpretasi |
|---|---|
| 4.21 - 5.00 | Sangat Setuju (Sangat Positif) |
| 3.41 - 4.20 | Setuju (Posistif) |
| 2.61 - 3.40 | Netral |
| 1.81 - 2.60 | Tidak Setuju (Negatif) |
| 1.00 - 1.80 | Sangat Tidak Setuju (Sangat Negatif) |

Pelaksanaan evaluasi menggunakan kerangka *Technology Acceptance Model* (TAM) dilakukan melalui empat tahapan terstruktur guna memastikan konsistensi dalam pengumpulan data serta validitas hasil penelitian. Tahap pertama adalah sesi pengarahan (*briefing*) selama 10 menit, yang bertujuan mengenalkan responden dengan sistem serta tujuan evaluasi. Pada tahap ini, responden memperoleh penjelasan komprehensif mengenai sistem MatchCare, demonstrasi singkat fitur-fitur utama, serta diberikan akun uji coba individual demi menjamin proses evaluasi yang terstandarisasi.

Tahap kedua merupakan sesi pengujian (*testing*) yang berlangsung selama 20–30 menit, di mana responden diminta mencoba sistem secara langsung sesuai skenario yang telah

dirancang. Skenario pengujian mencakup pengisian *skin quiz* untuk pemetaan profil pengguna, pencarian produk dengan kata kunci, penggunaan fitur penyaringan (*filter*) berdasarkan kriteria tertentu, pemanfaatan fitur eksplorasi detail produk dan analisis bahan aktif, serta penggunaan fitur rekomendasi personal berbasis ontologi. Selama proses ini, pengamat (*observer*) mencatat setiap kesulitan ataupun kendala yang dialami responden sebagai bahan analisis *usability* serta untuk mengidentifikasi area yang perlu perbaikan sistem.

Tahap ketiga adalah sesi evaluasi yang dilaksanakan selama 10 menit, meliputi pengisian kuesioner TAM dan wawancara singkat guna mengumpulkan tanggapan kualitatif. Kuesioner TAM digunakan untuk mengukur persepsi kegunaan (*Perceived Usefulness*) dan kemudahan penggunaan (*Perceived Ease of Use*). Wawancara singkat bertujuan menggali pengalaman pengguna secara mendalam serta mendapatkan saran perbaikan. Data kualitatif ini berfungsi sebagai triangulasi untuk memperkuat validitas temuan kuantitatif dari kuesioner.

Tahap keempat adalah analisis data setelah seluruh responden menyelesaikan evaluasi. Analisis meliputi statistik deskriptif untuk skor TAM, analisis korelasi antara karakteristik demografis responden dengan tingkat penerimaan sistem, serta identifikasi pola tanggapan berdasarkan kategori pengguna. Pendekatan analisis multidimensional ini memungkinkan pemahaman komprehensif terhadap faktor-faktor yang memengaruhi penerimaan sistem oleh berbagai segmen pengguna.

Keberhasilan evaluasi ditetapkan berdasarkan 2 kriteria kuantitatif, yang merefleksikan aspek *usability*. Kriteria pertama adalah pencapaian skor *Perceived Usefulness* dengan rata-rata minimal 4,0 pada skala Likert 1–5, yang menandakan sistem dianggap bermanfaat dalam membantu pengguna menemukan produk skincare yang tepat. Kriteria kedua adalah skor rata-rata *Perceived Ease of Use* minimal 4,0, menunjukkan sistem dinilai mudah digunakan oleh pengguna dengan berbagai tingkat pengalaman skincare.

### 3.5 Pemeliharaan

Pemeliharaan sistem merupakan tahapan penting yang berperan dalam menjaga keberlangsungan dan kualitas sistem rekomendasi skincare setelah implementasi awal selesai. Meskipun model pengembangan yang digunakan adalah *waterfall*, yang secara tradisional tidak menekankan pemeliharaan secara eksplisit, dalam konteks pengembangan sistem berbasis ontologi seperti ini, pemeliharaan diupayakan untuk memastikan sistem tetap relevan dan berfungsi optimal sesuai dengan perkembangan kebutuhan pengguna dan perubahan data.

Pemeliharaan sistem dilaksanakan terutama untuk mengidentifikasi dan memperbaiki berbagai *bug* atau kendala teknis yang muncul selama penggunaan aplikasi. Proses ini mencakup pemantauan terhadap performa sistem, pencatatan laporan kesalahan (*error log*), serta perbaikan langsung pada bagian kode atau komponen aplikasi yang bermasalah. Melalui pemeliharaan ini, kestabilan, keamanan, dan kenyamanan pengguna dapat dijaga secara berkelanjutan.

Selain perbaikan *bug*, fokus pemeliharaan juga diarahkan pada penyempurnaan struktur ontologi yang menjadi basis pengetahuan utama dalam sistem. Kegiatan ini meliputi pembaruan konsep dan relasi dalam ontologi agar tetap sejalan dengan perkembangan domain *skincare*, menambah atau memperbaiki kelas, properti, maupun relasi antar entitas sesuai kebutuhan baru, serta mengatasi inkonsistensi atau redundansi yang ditemukan dalam pengetahuan sistem. Dengan pengelolaan ontologi yang baik, sistem dapat terus memberikan rekomendasi yang akurat, valid, dan relevan dengan kebutuhan pengguna terkini.

# BAB IV
# HASIL DAN PEMBAHASAN

## 4.1 Deskripsi *Dataset* dan Proses Pengumpulan Data

*Dataset* yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh melalui proses *web scraping* dari tiga platform *e-commerce skincare*, yaitu Sociolla, BeautyHaul, dan Skinsort. Proses pengumpulan data dilakukan menggunakan *library* Python BeautifulSoup dan Requests untuk memastikan kualitas dan kelengkapan data yang diperlukan sistem.

*Dataset* terdiri atas dua komponen utama, yaitu data produk *skincare* sebanyak 3.940 produk dengan 19 atribut dan data *ingredients* sebanyak 28.502 entri dengan informasi fungsi dan karakteristik masing-masing bahan. Kelengkapan data mencapai rata-rata 95% untuk seluruh atribut yang diperlukan. Distribusi produk berdasarkan kategori utama adalah sebagai berikut: *treatment* (serum, *ampoules*) sebanyak 1.457 produk (37%), *cleanser* sebanyak 1.024 produk (26%), *moisturizer* sebanyak 851 produk (22%), *suncare* sebanyak 394 produk (10%), serta *eye care* dan *lip care* sebanyak 214 produk (5%).

Tahapan *preprocessing* data meliputi empat proses utama. Pertama, *data cleaning* yang mencakup penghapusan duplikasi produk, normalisasi nama *brand*, dan standardisasi format *ingredients list*. Kedua, *data validation* melalui verifikasi nomor BPOM, validasi URL gambar produk, dan pengecekan kelengkapan atribut wajib. Ketiga, *data enrichment* dengan penambahan kategori produk berdasarkan analisis deskripsi dan *ingredients*, serta *mapping key ingredients*. Keempat, *data integration* untuk penggabungan data dari berbagai sumber dengan resolusi konflik dan harmonisasi skema.

Evaluasi kualitas *dataset* menunjukkan tingkat kelengkapan yang tinggi dengan 95% produk memiliki semua atribut yang diperlukan untuk *reasoning* ontologi. Validasi nomor BPOM menunjukkan 87% produk memiliki sertifikasi yang valid, sedangkan 13% sisanya merupakan produk impor atau dalam proses registrasi.

Berikut contoh potongan kode sederhana yang digunakan untuk mengambil nama-nama produk skincare dari halaman katalog Sociolla:

```
def main():
            page_url = f"{base_url}{page}"
            driver.get(page_url)

            # Wait for page load
            WebDriverWait(driver, 15).until(
                EC.presence_of_element_located((By.TAG_NAME, "body"))
            )
            time.sleep(2)
    You, 3 months ago • trying nes code …
        except Exception as e:
            print(f"Error loading page {page}: {e}")
            continue

        # Close popups that might interfere with scraping
        utils.close_popups()

        # Scroll down to load all products
        utils.scroll_page(limit=5)

        # Get product links
        product_urls = []

        # Try different selectors to find product links
        link_selectors = [
            "//a[@class='product__name']",
            "//div[contains(@class, 'product-item')]//a[contains(@class, 'product-name')]",
            "//div[contains(@class, 'product-thumb')]//a",
            "//h3[contains(@class, 'product-name')]/a"
        ]

        for selector in link_selectors:
```

Gambar 4.1 Kode mengambil nama-nama produk skincare Sociolla

Tabel 4.1 Contoh hasil *web scraping* produk di Sociolla dan BeautyHaul menunjukkan contoh data hasil *web scraping* dari platform *e-commerce* Sociolla dan BeautyHaul yang merepresentasikan keragaman produk *skincare* dalam *dataset* penelitian. Sampel data menggambarkan distribusi produk dari berbagai kategori utama, yaitu *moisturizer*, *treatment*, dan *cleanser* dengan *brand* lokal dan internasional yang telah terdaftar BPOM. Setiap produk memiliki informasi lengkap mengenai *key ingredients* yang telah diekstraksi untuk proses *mapping* ontologi, seperti AHA, PHA, *Salicylic Acid*, dan *Hyaluronic Acid* yang merupakan bahan aktif penting dalam sistem rekomendasi. Daftar *ingredients* lengkap untuk setiap produk juga disertakan untuk mendukung analisis kompatibilitas dan interaksi antar bahan dalam *reasoning* ontologi. Data lengkap dari seluruh hasil *scraping* yang telah dikumpulkan dapat diakses melalui Lampiran A.

Tabel 4.1 Contoh hasil *web scraping* produk di Sociolla dan BeautyHaul

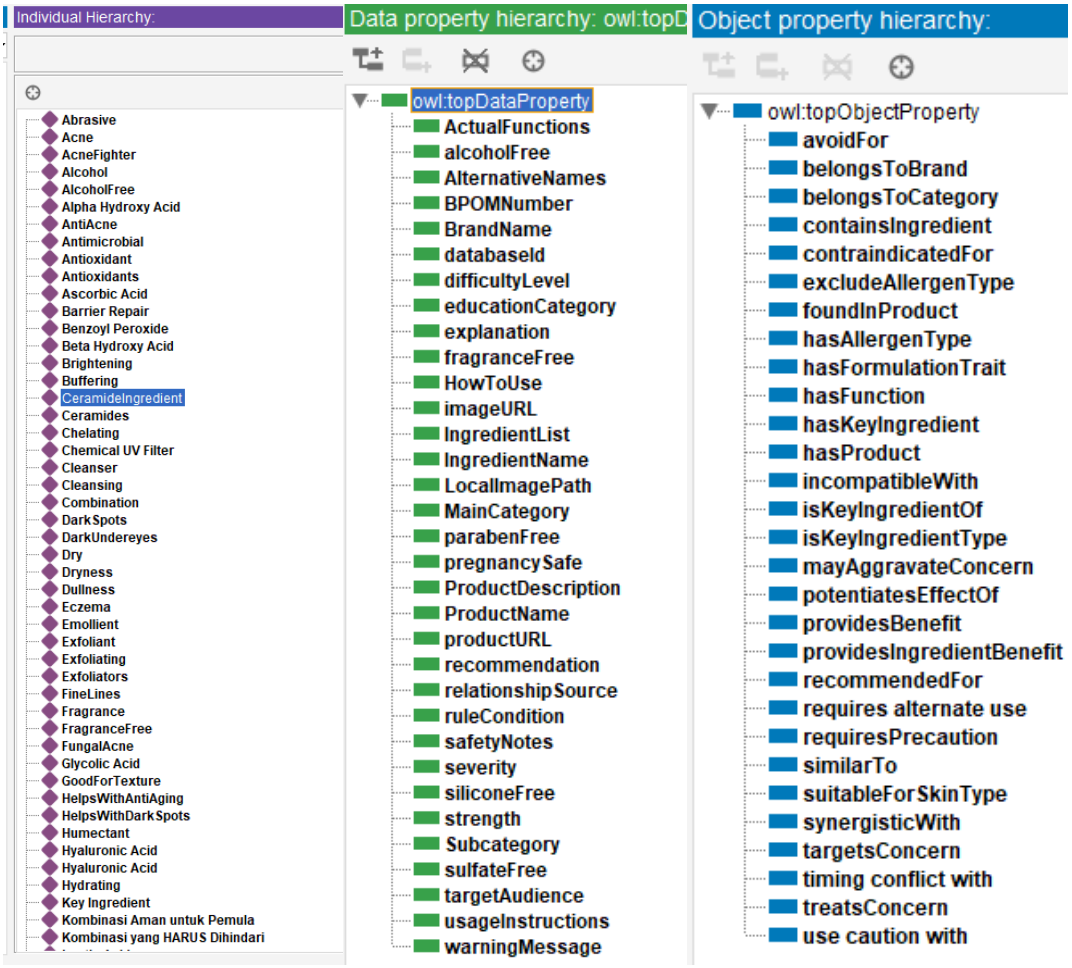
| ***Product Name*** | ***Brand* dan *BPOM Number*** | ***Main Category* dan *Subcategory*** | ***Key Ingredients*** | ***Ingredient List*** |
|---|---|---|---|---|
| Supreme Glow Brightening Moisturizer | AZARINE (BPOM: NA18240111753) | Moisturizer | ['AHA', 'Vitamin E'] | HYDROGENATED POLYISOBUTENE, PROPANEDIOL*, ... |
| Pine Calming Cica Toner | ROUND LAB (BPOM: NA26231200708) | Treatment, Toner | ['AHA', 'PHA', 'Salicylic Acid', 'Hyaluronic Acid'] | WATER, PINUS DENSIFLORA LEAF EXTRACT(, 196PPM), PROPANEDIOL, ... |
| Rice Enzyme Brightening Cleansing Powder | ANUA (BPOM: NA26241200690) | Cleanser | ['AHA', 'Ceramides', 'Vitamin C'] | ZEA MAYS STARCH, SODIUM COCOYL ISETHIONATE, SODIUM LAUROYL GLUTAMATE, ... |

## 4.2 Implementasi Ontologi

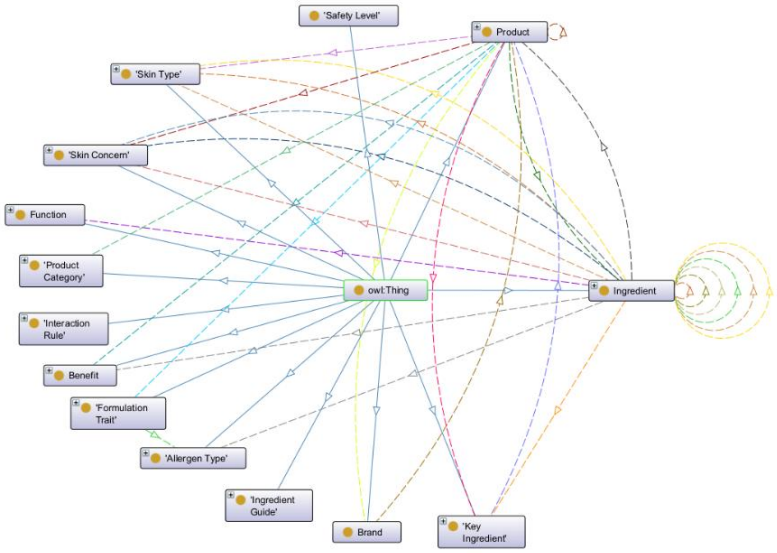
Ontologi *skincare* diimplementasikan menggunakan perangkat lunak Protégé 5.5.0 dengan mengadopsi metodologi Methontology. Implementasi dimulai dengan mendefinisikan kelas-kelas utama berdasarkan analisis domain yang telah dilakukan pada tahap perancangan.

Gambar 4.2 Perancangan Struktur Ontologi menunjukkan struktur hierarki kelas yang diimplementasikan dalam ontologi. Ontologi terdiri atas 11 kelas utama dengan *owl:Thing* sebagai kelas *root*. Kelas-kelas utama meliputi *Allergen Type*, *Benefit*, *Brand*, *Formulation Trait*, *Function*, *Ingredient*, *Ingredient Guide*, *Interaction Rule*, *Key Ingredient*, *Product*, *Product Category*, *Safety Level*, *Skin Concern*, dan *Skin Type*.

Kelas *Product* memiliki subkelas yang merepresentasikan kategori produk *skincare*, yaitu *Cleanser*, *Eye Care*, *Lip Care*, *Moisturizer*, *Suncare*, dan *Treatment*. Kelas *Treatment* lebih lanjut dibagi menjadi *Acne Treatment* dan *Ampoules*. Struktur hierarki dirancang dengan kedalaman maksimal 3 tingkat untuk mengoptimalkan efisiensi *reasoning* dan memudahkan navigasi ontologi.




Gambar 4.2 Perancangan Struktur Ontologi




Gambar 4.3 Visualisasi OntoGraph Ontologi Sistem

Gambar 4.3 Visualisasi OntoGraph Ontologi Sistem menunjukkan visualisasi relasi antar kelas dalam ontologi yang dikembangkan. Implementasi mencakup 29 *object properties* dan 33 *data properties* yang mendukung *semantic reasoning* untuk rekomendasi produk. *Object properties* utama yang diimplementasikan meliputi:

- hasKeyIngredient: menghubungkan produk dengan bahan aktif utama
- suitableForSkinType: menentukan kompatibilitas produk dengan jenis kulit
- treatsConcern: menghubungkan bahan dengan masalah kulit yang dapat diatasi
- incompatibleWith: mendefinisikan interaksi berbahaya antar bahan
- avoidFor: menentukan bahan yang harus dihindari untuk jenis kulit tertentu

*Data properties* yang diimplementasikan mencakup informasi produk seperti ProductName, BrandName, BPOM_Number, dan atribut formulasi seperti alcoholFree, fragranceFree, parabenFree, sulfateFree, dan siliconeFree.

Aturan *reasoning* diimplementasikan sebagai *axioms* dalam ontologi untuk mendukung inferensi otomatis. Implementasi *axioms* dilakukan secara sistematis berdasarkan pengetahuan domain dermatologi dan kosmetologi yang telah dianalisis pada tahap perancangan. Setiap aturan didefinisikan menggunakan sintaks OWL (*Web Ontology Language*) dan divalidasi menggunakan *reasoner* HermiT untuk memastikan konsistensi logis.

Tabel 4.2 Metrik Implementasi Ontologi

| **Komponen** | **Jumlah** | **Deskripsi** |
|---|---|---|
| *Logical axiom count* | 624 | Total aksioma logis dalam ontologi |
| *Declaration axioms count* | 181 | Aksioma deklarasi kelas dan properti |
| *Class count* | 23 | Jumlah kelas yang didefinisikan |
| *Object property count* | 29 | Properti yang menghubungkan antar kelas |
| *Data property count* | 33 | Properti untuk atribut literal |
| *Individual count* | 103 | Instans yang dipopulasi dalam ontologi |

Implementasi aturan *reasoning* diorganisir dalam delapan kategori utama yang mencakup seluruh aspek rekomendasi *skincare* berbasis ontologi. Kategori pertama adalah aturan kompatibilitas jenis kulit yang mendefinisikan bahan aktif yang sesuai untuk setiap jenis kulit berdasarkan karakteristik fisiologis dan kebutuhan spesifik. Kategori kedua mencakup aturan *treatment* untuk *skin concern* yang menghubungkan bahan aktif dengan masalah kulit yang dapat diatasi secara efektif.

Kategori ketiga adalah aturan interaksi antar-*ingredients* yang mendefinisikan kombinasi bahan yang berbahaya, tidak efektif, atau memerlukan penggunaan terpisah. Kategori keempat mencakup aturan *safety constraints* yang membatasi penggunaan bahan tertentu untuk kondisi kulit sensitif atau kelompok pengguna khusus. Kategori kelima adalah aturan formulasi *trait* yang mendefinisikan karakteristik formulasi produk seperti bebas alkohol, bebas pewangi, atau bebas paraben.

Kategori keenam mencakup aturan sinergisme bahan yang mengidentifikasi kombinasi bahan yang saling memperkuat efektivitas. Kategori ketujuh adalah aturan kategori produk yang mengklasifikasikan produk berdasarkan fungsi utama dan komposisi bahan aktif. Kategori terakhir mencakup aturan validasi BPOM yang memverifikasi keamanan dan legalitas produk berdasarkan regulasi yang berlaku di Indonesia.

SPARQL query:

```
PREFIX sc: <http://www.semanticweb.org/msilaptop/ontologies/2025/4/skincareOntology/>
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>

SELECT DISTINCT ?ingredient ?name ?benefit ?explanation
WHERE {
  ?ingredient rdf:type sc:KeyIngredient ;
          rdfs:label ?name ;
          sc:recommendedFor sc:Oily ;
          sc:providesIngredientBenefit ?benefit .

  OPTIONAL { ?ingredient sc:explanation ?explanation . }

  FILTER NOT EXISTS {
    ?ingredient sc:avoidFor sc:Oily .
  }
}
ORDER BY ?name
```

| ingredient | name | benefit |
|---|---|---|
| Alpha Hydroxy Acid | "Alpha Hydroxy Acid"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string> | Exfoliating |
| Alpha Hydroxy Acid | "Alpha Hydroxy Acid"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string> | GoodForTexture |
| Beta Hydroxy Acid | "Beta Hydroxy Acid"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string> | GoodForTexture |
| Beta Hydroxy Acid | "Beta Hydroxy Acid"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string> | Exfoliating |
| Beta Hydroxy Acid | "Beta Hydroxy Acid"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string> | AcneFighter |
| Beta Hydroxy Acid | "Beta Hydroxy Acid"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string> | ReducesLargePores |
| Hyaluronic Acid | "Hyaluronic Acid"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string> | Hydrating |
| Hyaluronic Acid | "Hyaluronic Acid"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string> | Softening |

Gambar 4.4 Contoh hasil eksekusi SPARQL Query

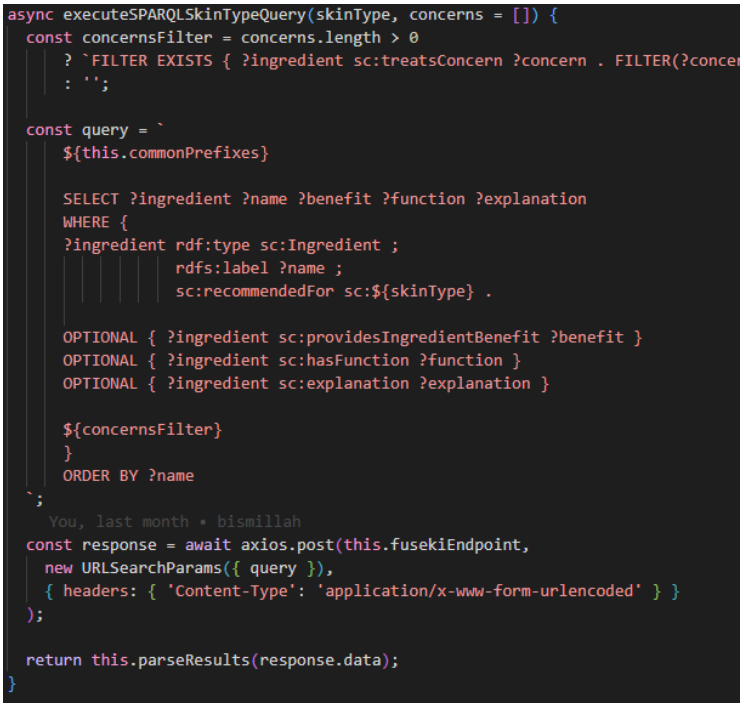
Gambar 4.4 Contoh hasil eksekusi SPARQL Query menunjukkan contoh hasil eksekusi *SPARQL query* untuk mencari bahan aktif yang direkomendasikan untuk kulit berminyak. *Query* ini menggunakan properti sc:recommendedFor dengan nilai sc:Oily untuk mengfilter bahan yang sesuai dengan jenis kulit berminyak. Hasil *query* menampilkan berbagai bahan aktif seperti *Alpha Hydroxy Acid*, *Beta Hydroxy Acid*, dan *Hyaluronic Acid* beserta manfaat spesifik yang diberikan oleh masing-masing bahan.

Output menunjukkan bahwa sistem berhasil melakukan *reasoning* semantik dengan mengidentifikasi bahan-bahan yang memiliki properti sc:providesIngredientBenefit seperti

*Exfoliating*, *GoodForTexture*, *AcneFighter*, dan *Hydrating*. *Query* juga menggunakan *FILTER NOT EXISTS* untuk memastikan bahwa bahan yang ditampilkan tidak memiliki kontraindikasi untuk kulit berminyak melalui properti sc:avoidFor. Hasil ini memvalidasi bahwa ontologi yang diimplementasikan dapat melakukan inferensi yang akurat berdasarkan relasi semantik yang telah didefinisikan.

## 4.3 Implementasi Sistem Rekomendasi

Sistem MatchCare diimplementasikan menggunakan arsitektur *three-tier* yang memisahkan *presentation layer*, *application layer*, dan *data layer*. *Frontend* menggunakan React.js 18.2.0 dengan Tailwind CSS untuk *user interface*. *Backend* menggunakan Node.js 18.17.0 dengan Express.js 4.18.2 sebagai *web application framework*. *Data layer* menggunakan PostgreSQL 15.3 untuk penyimpanan data relasional dan Apache Jena Fuseki 4.8.0 sebagai *SPARQL endpoint server* untuk ontologi. *Backend* sistem mengimplementasikan *RESTful API* dengan 34 *endpoints* yang diorganisir dalam 7 kategori utama, yaitu *Products API* (8 *endpoints*), *Ontology API* (6 *endpoints*), *Ingredients API* (6 *endpoints*), *Quiz System* (4 *endpoints*), *Categories & Brands* (4 *endpoints*), *Analysis API* (4 *endpoints*), dan *System Status* (2 *endpoints*). *Reasoning engine* diimplementasikan sebagai *service* terpisah yang mengintegrasikan Apache Jena dengan *business logic* aplikasi. *Engine* mampu melakukan *SPARQL queries* kompleks untuk menghasilkan rekomendasi berbasis ontologi.



```
async executeSPARQLSkinTypeQuery(skinType, concerns = []) {
  const concernsFilter = concerns.length > 0
      ? `FILTER EXISTS { ?ingredient sc:treatsConcern ?concern . FILTER(?concer
      : '';

  const query = `
      ${this.commonPrefixes}

      SELECT ?ingredient ?name ?benefit ?function ?explanation
      WHERE {
      ?ingredient rdf:type sc:Ingredient ;
                  rdfs:label ?name ;
                  sc:recommendedFor sc:${skinType} .

      OPTIONAL { ?ingredient sc:providesIngredientBenefit ?benefit }
      OPTIONAL { ?ingredient sc:hasFunction ?function }
      OPTIONAL { ?ingredient sc:explanation ?explanation }

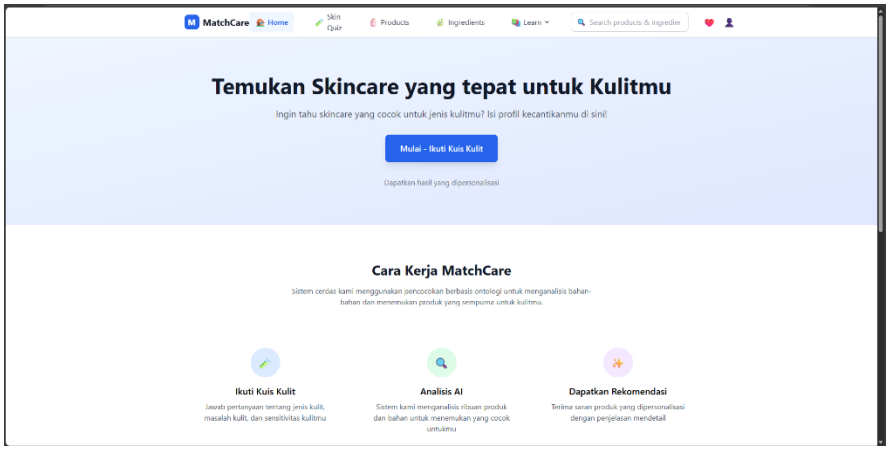
      ${concernsFilter}
      }
      ORDER BY ?name
  `;
    You, last month • bismillah
  const response = await axios.post(this.fusekiEndpoint,
    new URLSearchParams({ query }),
    { headers: { 'Content-Type': 'application/x-www-form-urlencoded' } }
  );

  return this.parseResults(response.data);
}
```

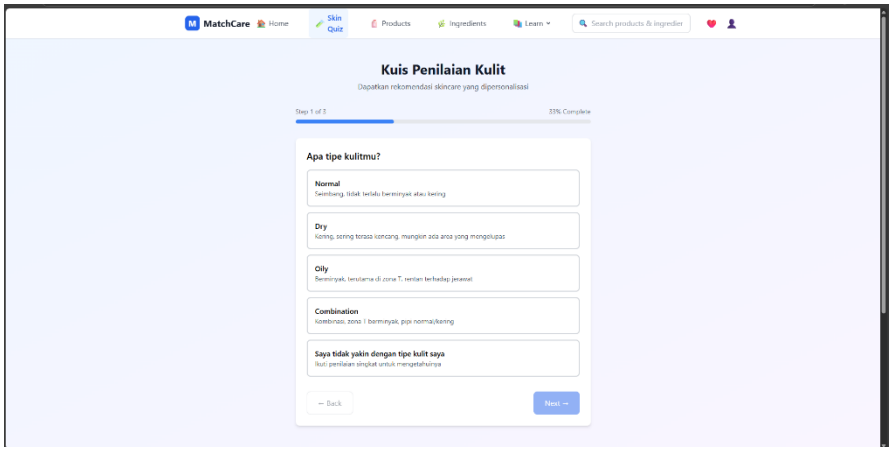
Gambar 4.5 Contoh Implementasi *Query*

Implementasi metode executeSPARQLSkinTypeQuery menunjukkan integrasi antara logika aplikasi dengan *reasoning* ontologi. Metode ini menggunakan *dynamic query building* untuk menghasilkan *SPARQL query* yang disesuaikan dengan profil pengguna. Parameter skinType dan concerns digunakan untuk membangun filter yang spesifik, memungkinkan sistem memberikan rekomendasi yang dipersonalisasi berdasarkan karakteristik kulit individual.

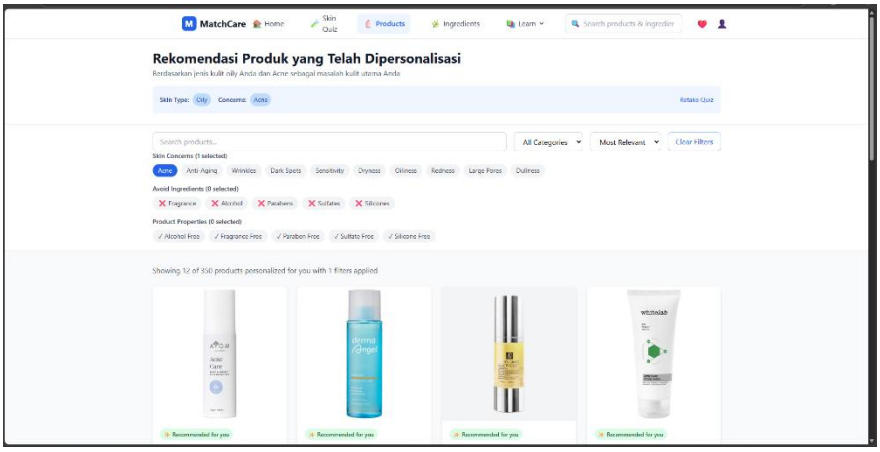
*Frontend* diimplementasikan dengan fokus pada *usability* dan *accessibility* menggunakan React.js dengan desain responsif. Komponen UI utama meliputi *homepage* dengan *call-to-action* untuk *skin quiz*, *multi-step form* untuk *profiling* pengguna, *product listing* dengan *filtering*, *product detail* dengan *ingredient analysis*, dan *personalized recommendations* dengan *explanations*. Gambar 4.6 Tampilan Landing Page Sistem MatchCare menunjukkan *landing page* sistem MatchCare dengan fitur utama: *skin quiz*, analisis berbasis ontologi, dan rekomendasi produk. Gambar 4.7 Tampilan Quiz untuk Preferensi Pengguna memperlihatkan implementasi *skin quiz* untuk pengumpulan profil kulit pengguna melalui *multi-step form*. Gambar 4.8 Tampilan Hasil Rekomendasi menampilkan hasil rekomendasi produk yang dipersonalisasi berdasarkan *reasoning* ontologi dengan filter aktif sesuai profil pengguna.




Gambar 4.6 Tampilan Landing Page Sistem MatchCare



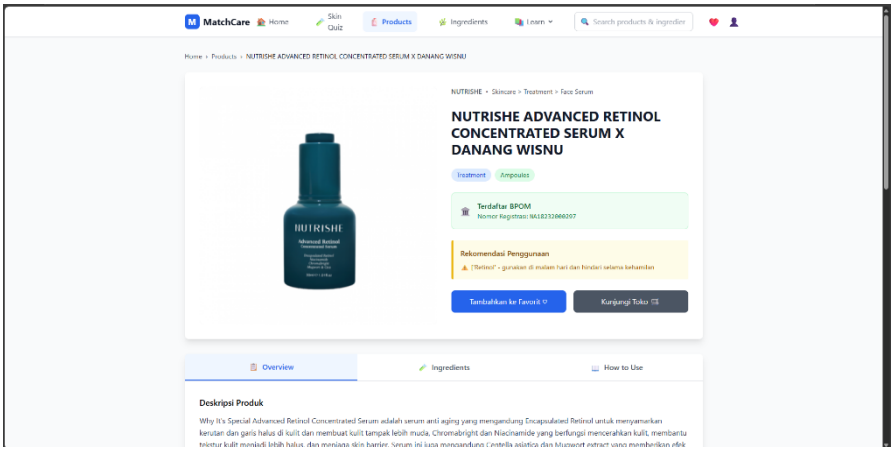

Gambar 4.7 Tampilan Quiz untuk Preferensi Pengguna



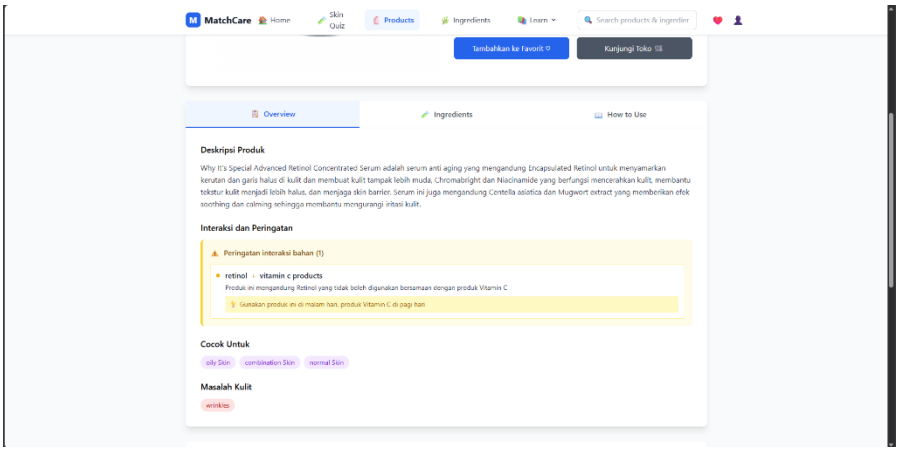

Gambar 4.8 Tampilan Hasil Rekomendasi

Gambar 4.9 Tampilan *Product Detail* dan Gambar 4.10 Tampilan Peringatan pada *Product Detail*menunjukkan halaman detail produk dengan informasi komprehensif dan fitur keamanan berbasis ontologi. Sistem menampilkan peringatan interaksi bahan dan analisis kompatibilitas yang dihasilkan melalui *SPARQL queries*. Gambar 4.11 Tampilan *Ingredients Explanatio* memperlihatkan *modal* edukasi bahan dengan informasi keamanan dan fungsi yang diperoleh dari ontologi. Gambar 4.12 Tampilan Edukasi *Skin Type* menampilkan halaman edukasi jenis kulit dengan rekomendasi *key ingredients* berdasarkan *reasoning* semantik.

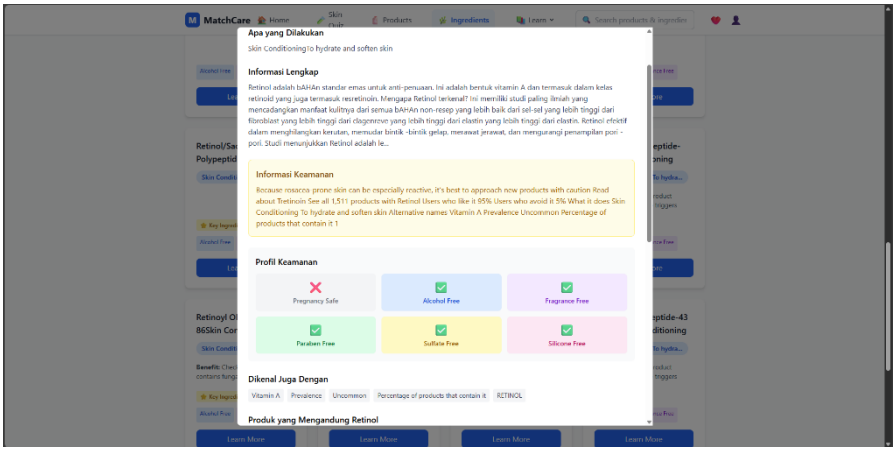
Implementasi antarmuka ini mengintegrasikan hasil *reasoning* ontologi untuk menyajikan informasi yang relevan dan akurat, mendukung *decision making* pengguna melalui rekomendasi yang dipersonalisasi secara *real-time*.



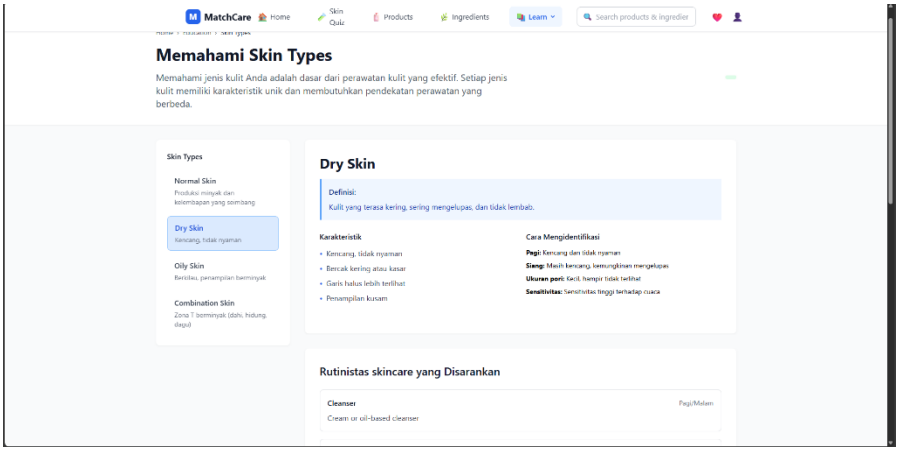

Gambar 4.9 Tampilan *Product Detail*




Gambar 4.10 Tampilan Peringatan pada *Product Detail*




Gambar 4.11 Tampilan *Ingredients Explanation*




Gambar 4.12 Tampilan Edukasi *Skin Type*

## 4.4 Hasil Pengujian

### 4.4.1 Pengujian *Black-box*

Pengujian *black-box* dilakukan berdasarkan skenario yang diturunkan dari *use case* dengan beberapa data uji untuk memastikan *robustness* sistem. Pengujian mencakup 7 *use case* utama dengan total 13 skenario pengujian yang masing-masing diuji dengan variasi data. Hasil pengujian menunjukkan tingkat keberhasilan 100% untuk seluruh skenario yang diuji. *Use case* yang diuji meliputi melakukan *skin quiz*, mencari produk, *filtering* produk, melihat detail produk, mendapatkan rekomendasi, melihat interaksi bahan, mencari interaksi antar produk, mencari rangkaian produk, dan rekomendasi berdasarkan *concern*.

Tabel 4.3 Hasil Black-box Testing UC01 dan UC05

| **Use Case** | **UC01 dan UC05** | | |
|---|---|---|---|
| **Nama Skenario** | **Data Uji** | **Hasil yang Diharapkan** | **Hasil Pengujian** |
| Melakukan *Skin Quiz* dan Mendapatkan Rekomendasi | Kulit *oily*, consernc *acne* | Sistem menampilkan rekomendasi hasil *quiz* secara langsung apabila judah mengetahui jenis kulit. Namun, jika belum mengetahui dan melakukan skin type quiz, sistem menampilkan skin type dan rekomendasi produk. | Berhasil |
| | Belum diketahui, *dullness* | | Berhasil |

Tabel 4.4 Hasil Black-box Testing UC02 dan UC03

| **Use Case** | **UC02 dan UC03** | | |
|---|---|---|---|
| **Nama Skenario** | **Data Uji** | **Hasil yang Diharapkan** | **Hasil Pengujian** |
| Mencari Produk dan Memfilter Produk | Kata kunci “niacinamide” | Sistem menampilkan produk sesuai dengan kata kunci pencarian (*multi keyword* juga diterapkan di sini) dan *filter* yang diterapkan | Berhasil |
| | Kata kunci “ *sensitive skin moisturizer*“ | | Berhasil |
| | Kata kunci “avoskin toner“ | | Berhasil |
| | *Filter skin type oily, concern: acne* | | Berhasil |
| | *Filter avoid ingredients: alcohol* | | Berhasil |

Tabel 4.5 Hasil Black-box Testing UC04

| **Use Case** | **UC04** | | |
|---|---|---|---|
| **Nama Skenario** | **Data Uji** | **Hasil yang Diharapkan** | **Hasil Pengujian** |
| Melihat Detail Produk | Nutrishe Advanced Retinol Serum | Sistem menampilkan detail produk berupa nama, merek, No. BPOM, deskripsi, kandungan, cara penggunaan, key ingredients, dan peringatan interaksi bahan | Berhasil |
| | COSRX Collection Blemish Spot Serum | | Berhasil |
| | Skintific Moisture Gel | | Berhasil |

Tabel 4.6 Hasil Black-box Testing UC07

| **Use Case** | **UC07** | | |
|---|---|---|---|
| **Nama Skenario** | **Data Uji** | **Hasil yang Diharapkan** | **Hasil Pengujian** |
| Melihat Fitur Edukasi | Informasi *skin type* | Sistem menampilkan pengetahuan berbagai *skin type*, urutan rangkaian *skincare* yang benar, dan informasi detail kandungan yang ada pada *skincare* | Berhasil |
| | Informasi urutan pakai *skincare* | | Berhasil |
| | Informasi *ingredients* | | Berhasil |

### 4.4.2 Pengujian Evaluasi *Technology Acceptance Model* (TAM)

Evaluasi penerimaan pengguna menggunakan *Technology Acceptance Model* (TAM) dilakukan terhadap 30 responden yang mewakili target pengguna sistem. Evaluasi mengukur dua konstruk utama: *Perceived Usefulness* (PU) dan *Perceived Ease of Use* (PEOU) dengan skala Likert 1-5. Demografi 30 responden tersebut terdapat pada Tabel 3.14 Demografi Responden Evaluasi TAM dengan komposisi terdiri atas 1 *expert*/ahli, 25 pengguna biasa/umum, dan 4 pengguna awam dengan distribusi 27 perempuan dan 3 laki-laki dalam rentang usia 15-60 tahun. Evaluasi mengukur dua konstruk utama: *Perceived Usefulness* (PU) dan *Perceived Ease of Use* (PEOU) menggunakan instrumen yang telah ditetapkan pada Tabel 3.15 Instrumen Evaluasi PU dan PEOU dengan skala Likert 1-5.

Tabel 4.7 Hasil Evaluasi TAM per Variabel

| **Variable** | **Kode** | **Skor Rata-rata** | **Interpretasi** |
|---|---|---|---|
| *Perceived Usefulness* (PU) | PU1 | 4.48 | Sangat Positif |
| | PU2 | 4.46 | Sangat Positif |
| | PU3 | 4.53 | Sangat Positif |
| | PU4 | 4.42 | Sangat Positif |
| | PU5 | 4.50 | Sangat Positif |
| | **Rata-rata PU** | 4.48 | Sangat Positif |
| *Perceived Ease of Use* (PEOU) | PEOU1 | 4.27 | Sangat Positif |
| | PEOU2 | 4.38 | Sangat Positif |
| | PEOU3 | 4 | Positif |
| | PEOU4 | 4.24 | Sangat Positif |
| | PEOU5 | 4.25 | Sangat Positif |
| | **Rata-rata PEOU** | 4.24 | Sangat Positif |

Tabel 4.8 Analisis TAM Berdasarkan Kategori Pengguna

| Kategori Pengguna | Jumlah | PU Rata-rata | PEOU Rata-rata | TAM Rata-rata | Interpretasi |
|---|---|---|---|---|---|
| *Expert* | 1 | 4.62 | 4.8 | 4.71 | Sangat Positif |
| Biasa | 25 | 4.49 | 4.18 | 4.33 | Sangat Positif |
| Awam | 4 | 4.4 | 4.3 | 4.41 | Sangat Positif |
| **Total** | **30** | **4.48** | **4.24** | **4.36** | Sangat Positif |

Evaluasi pencapaian target dilakukan berdasarkan kriteria keberhasilan yang telah ditetapkan dalam metodologi penelitian. Pengujian sistem menggunakan dua metrik utama yaitu validasi fungsional melalui *black box testing* dan penerimaan pengguna melalui *Technology Acceptance Model* (TAM). Target minimal yang ditetapkan untuk *black box testing* adalah tingkat keberhasilan 90%, sedangkan untuk evaluasi TAM ditetapkan skor minimal 4,0 pada skala Likert untuk kedua konstruk *Perceived Usefulness* dan *Perceived Ease of Use*.

Hasil pengujian fungsional menunjukkan pencapaian yang melampaui ekspektasi dengan tingkat keberhasilan 100% dari 13 skenario yang diuji. Semua fitur berbasis *reasoning* ontologi berfungsi sesuai spesifikasi tanpa mengalami kegagalan sistem. Fitur deteksi interaksi bahan aktif dan *safety warnings* yang merupakan kontribusi utama pendekatan ontologi telah beroperasi dengan akurat dalam mengidentifikasi potensi risiko dan memberikan rekomendasi yang aman.

Evaluasi penerimaan pengguna menggunakan TAM menghasilkan skor yang signifikan melampaui target yang ditetapkan. *Perceived Usefulness* memperoleh skor 4,48 yang menunjukkan bahwa pengguna merasakan manfaat nyata dari sistem dalam membantu proses pemilihan produk *skincare*. *Perceived Ease of Use* mencapai skor 4,24 yang mengindikasikan bahwa sistem dapat digunakan dengan mudah oleh pengguna dari berbagai tingkat pengetahuan *skincare*. Konsistensi penilaian positif lintas kategori pengguna dari awam hingga *expert* menunjukkan bahwa desain sistem berhasil mengakomodasi kebutuhan yang beragam.

Temuan menarik dari evaluasi menunjukkan bahwa skor *Perceived Usefulness* lebih tinggi dibandingkan *Perceived Ease of Use*. Pola ini mengindikasikan bahwa meskipun sistem memerlukan pembelajaran penggunaan tertentu, nilai manfaat yang diberikan sangat signifikan bagi pengguna. Hal ini sejalan dengan karakteristik sistem berbasis ontologi yang memiliki kompleksitas *reasoning* tinggi namun memberikan output yang lebih akurat dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah dibandingkan sistem rekomendasi konvensional.

Secara keseluruhan, sistem rekomendasi *skincare* berbasis ontologi yang dikembangkan telah memenuhi seluruh target yang ditetapkan dan menunjukkan potensi besar untuk implementasi praktis dalam mendukung pengambilan keputusan konsumen *skincare* di Indonesia.

## 4.5 Pembahasan

Hasil implementasi dan pengujian menunjukkan keunggulan sistem berbasis ontologi dibanding metode tradisional, seperti *content-based (CB)* maupun *collaborative filtering (CF).* Sistem mampu memberikan penjelasan ilmiah atas setiap rekomendasi, memperhitungkan konteks interaksi bahan-bahan aktif, serta menyediakan filter keamanan yang berbasis data dermatologi. Pendekatan ontologi secara efektif menggabungkan pengetahuan domain yang eksplisit (seperti aturan treatsConcern, incompatibleWith, dan synergisticWith) sehingga reasoning menjadi lebih presisi dan transparan.

Berbeda dengan metode CB yang umumnya hanya menggunakan pencocokan statistik sederhana (misal TF-IDF), sistem ini memahami hubungan semantik antar bahan, efek sinergis atau kontraindikasi, dan preferensi unik pengguna. Kelebihan ini juga melampaui keterbatasan CF yang bergantung pada data historis pengguna lain dan tidak mampu menanamkan pengetahuan domain medis untuk keamanan pengguna baru (*cold start*).

Tingginya skor adopsi (PU dan PEOU) memperlihatkan penerimaan positif dari pengguna tidak hanya pada kegunaan dan kemudahan, tetapi juga pada trust terhadap sistem yang mampu memberi rekomendasi secara ilmiah, logis, dan dapat dijelaskan secara transparan.

### 4.5.1 Kelebihan Penelitian

Hasil implementasi dan pengujian menunjukkan bahwa pendekatan berbasis ontologi memberikan keunggulan signifikan dalam sistem rekomendasi *skincare*. Sistem mampu memberikan rekomendasi yang tidak hanya berdasarkan kesamaan produk atau perilaku pengguna, tetapi juga mempertimbangkan pengetahuan domain yang terstruktur tentang karakteristik kulit, bahan aktif, dan interaksi antarkomponnen.

Keunggulan utama *reasoning* berbasis ontologi terlihat dalam tiga aspek. Pertama, *explainable recommendations* di mana setiap rekomendasi disertai dengan penjelasan ilmiah berdasarkan relasi semantik dalam ontologi. Kedua, *safety-first approach* di mana sistem secara otomatis menghindari produk yang mengandung bahan tidak kompatibel berdasarkan

aturan dalam ontologi. Ketiga, *domain knowledge integration* yang memungkinkan integrasi pengetahuan dermatologi dan kosmetologi secara formal.

Hasil evaluasi TAM dengan skor 4,36 menunjukkan tingkat penerimaan yang sangat tinggi dari pengguna. *Perceived Usefulness* yang tinggi (4,48) menunjukkan bahwa pengguna merasakan manfaat nyata dari sistem, terutama dalam mengurangi *trial-and-error* dalam pemilihan produk *skincare*, memberikan edukasi tentang bahan aktif dan fungsinya, serta menghemat waktu dalam *research* produk.

*Perceived Ease of Use* yang tinggi (4,24) mengindikasikan bahwa desain *interface* berhasil mengakomodasi pengguna dengan berbagai tingkat pengetahuan *skincare*. Perbedaan skor antarkategori pengguna yang minimal menunjukkan konsistensi *usability* lintas segmen pengguna.

### 4.5.2 Kontribusi Penelitian

Penelitian ini memberikan kontribusi signifikan dalam beberapa aspek. Pertama, pengembangan ontologi komprehensif untuk domain *skincare* yang mengintegrasikan produk, *ingredients*, *skin types*, dan *concerns* dalam satu *framework* yang koheren. Kedua, demonstrasi *successful integration* antara *semantic reasoning* dengan teknologi *web* modern. Ketiga, penerapan *framework* evaluasi TAM yang diadaptasi untuk sistem rekomendasi berbasis ontologi.

Kontribusi teoretis mencakup metodologi baru dalam representasi pengetahuan domain *skincare* menggunakan pendekatan Methontology yang dapat menjadi referensi untuk pengembangan ontologi sejenis. Penelitian ini juga memperkenalkan aturan *reasoning* spesifik untuk interaksi bahan aktif yang dapat diadaptasi untuk domain kosmetik dan farmasi lainnya. Integrasi SPARQL dengan *web application* modern memberikan kontribusi pada bidang *semantic web* dan *knowledge-based systems*, terutama dalam konteks aplikasi konsumen.

Kontribusi praktis meliputi sistem rekomendasi yang dapat langsung diimplementasikan pada platform *e-commerce* produk *skincare*, memberikan solusi konkret untuk masalah *cold start* dan personalisasi rekomendasi. Template pengembangan sistem serupa dapat diterapkan pada domain kesehatan dan kecantikan lainnya, sementara metodologi integrasi *reasoning* semantik dapat dijadikan referensi untuk penelitian lanjutan di bidang *artificial intelligence* dan *expert systems*. Hasil penelitian juga berkontribusi pada peningkatan literasi konsumen melalui *explainable AI* yang memberikan transparansi dalam proses pengambilan keputusan.

### 4.5.3 Keterbatasan Penelitian

Keterbatasan penelitian meliputi beberapa aspek yang memerlukan perhatian untuk pengembangan selanjutnya. Pertama, cakupan *dataset* terbatas pada produk yang tersedia di platform Indonesia sehingga *coverage* untuk *brand* internasional dan produk premium masih dapat ditingkatkan. Kedua, evaluasi TAM dengan 30 responden memberikan indikasi yang baik namun evaluasi dengan skala yang lebih besar akan memberikan *confidence level* yang lebih tinggi dan representasi demografis yang lebih luas. Ketiga, ontologi yang dikembangkan bersifat statis dan belum mengakomodasi perubahan *knowledge domain* yang dinamis, seperti munculnya bahan aktif baru atau perubahan regulasi BPOM.

Keempat, implementasi saat ini menggunakan *rule-based reasoning* yang dapat diperluas dengan *machine learning* untuk *adaptive recommendations* berdasarkan *feedback* pengguna. Kelima, sistem belum mengintegrasikan faktor eksternal seperti kondisi cuaca, polusi udara, atau musim yang dapat mempengaruhi kebutuhan *skincare*. Keenam, skalabilitas sistem belum diuji untuk menangani volume pengguna yang besar dalam lingkungan produksi dengan beban kerja tinggi.

Ketujuh, sistem belum mengintegrasikan analisis visual kondisi kulit secara *real-time* melalui teknologi *computer vision* yang dapat meningkatkan akurasi *profiling*. Kedelapan, *dataset ingredients* belum mencakup informasi konsentrasi bahan aktif yang optimal untuk setiap jenis kulit, sehingga rekomendasi masih bersifat umum. Kesembilan, sistem belum mempertimbangkan interaksi dengan produk *makeup* atau *lifestyle factors* seperti diet dan *stress level* yang dapat mempengaruhi kondisi kulit. Terakhir, pengujian *long-term effectiveness* dari rekomendasi yang diberikan belum dilakukan untuk mengukur kepuasan pengguna dalam jangka panjang dan validasi empiris terhadap efektivitas produk yang direkomendasikan.

# BAB V
# KESIMPULAN DAN SARAN

## 5.1 Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem rekomendasi *skincare* berbasis ontologi yang mengatasi masalah utama dalam pemilihan produk perawatan kulit, yaitu kurangnya personalisasi, kesulitan memahami *ingredients*, ketidakpastian interaksi antar bahan, dan masalah *cold start* dalam sistem rekomendasi tradisional. Sistem yang dikembangkan mengintegrasikan pengetahuan domain dermatologi dan kosmetologi dalam bentuk ontologi komprehensif yang mampu melakukan *reasoning* semantik untuk menghasilkan rekomendasi yang akurat, aman, dan dapat dijelaskan.

Implementasi ontologi *skincare* menggunakan metodologi Methontology menghasilkan struktur pengetahuan dengan 11 kelas utama, 29 *object properties*, 33 *data properties*, dan 103 *instances* yang merepresentasikan hubungan kompleks antara produk, bahan aktif, jenis kulit, dan masalah kulit. Sistem *reasoning* berbasis SPARQL mampu melakukan inferensi otomatis untuk memberikan rekomendasi yang dipersonalisasi, mendeteksi interaksi berbahaya antar bahan, dan menyediakan penjelasan ilmiah untuk setiap rekomendasi. Integrasi dengan teknologi *web* modern melalui React.js dan Node.js memungkinkan sistem berjalan secara *real-time* dengan antarmuka yang *user-friendly*.

Evaluasi menggunakan *black box testing* menunjukkan tingkat keberhasilan 100% untuk seluruh skenario fungsional yang diuji, memvalidasi bahwa semua fitur berbasis *reasoning* ontologi berfungsi sesuai spesifikasi. Evaluasi penerimaan pengguna menggunakan *Technology Acceptance Model* (TAM) terhadap 30 responden menghasilkan skor rata-rata 4,36 dari skala 5,0, dengan *Perceived Usefulness* (4,48) dan *Perceived Ease of Use* (4,24) yang keduanya melampaui target minimal 4,0. Hasil ini menunjukkan bahwa pendekatan berbasis ontologi mampu memberikan nilai yang signifikan bagi pengguna sambil tetap mempertahankan kemudahan penggunaan yang baik.

## 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan keterbatasan yang telah diidentifikasi, terdapat beberapa arah pengembangan yang direkomendasikan untuk penelitian selanjutnya. Saran-saran ini dikategorikan berdasarkan prioritas implementasi dan kompleksitas pengembangan untuk memberikan *roadmap* yang jelas bagi penelitian lanjutan.

Untuk pengembangan jangka pendek, disarankan untuk memperluas cakupan *dataset* dengan mengintegrasikan produk dari platform internasional seperti Sephora, Ulta, atau K-Beauty untuk meningkatkan keragaman dan representativitas data. Implementasi mekanisme *feedback* pengguna perlu ditambahkan untuk memungkinkan sistem belajar dari kepuasan pengguna dan memperbaiki akurasi rekomendasi secara berkelanjutan. Validasi konten ontologi oleh dermatolog dan *cosmetic chemist* diperlukan untuk meningkatkan kredibilitas dan akurasi pengetahuan domain yang direpresentasikan dalam sistem.

Pengembangan jangka menengah mencakup integrasi teknologi *computer vision* untuk analisis kondisi kulit secara *real-time* melalui foto, yang akan meningkatkan akurasi *profiling* pengguna dan mengurangi ketergantungan pada *self-assessment*. Implementasi *machine learning* untuk *adaptive reasoning* perlu dikembangkan agar sistem dapat mempelajari pola preferensi pengguna dan menyesuaikan rekomendasi berdasarkan *feedback* historis. Perluasan evaluasi dengan sampel yang lebih besar dan beragam (minimal 100 responden) serta penambahan metrik evaluasi seperti *precision*, *recall*, dan *F1-score* akan memberikan validasi yang lebih komprehensif terhadap efektivitas sistem.

Untuk pengembangan jangka panjang, disarankan untuk mengintegrasikan faktor eksternal seperti kondisi cuaca, polusi udara, dan musim yang dapat mempengaruhi kebutuhan *skincare* spesifik. Ekspansi ke domain terkait seperti *makeup*, *wellness*, dan suplemen kecantikan akan meningkatkan nilai praktis sistem. Pengujian skalabilitas untuk menangani ribuan pengguna simultan dalam lingkungan produksi perlu dilakukan untuk memastikan kesiapan komersial sistem. Implementasi ontologi dinamis yang dapat beradaptasi dengan munculnya bahan aktif baru dan perubahan regulasi akan memastikan relevansi sistem dalam jangka panjang. Dari perspektif aplikasi industri, disarankan untuk mengembangkan strategi *deployment* komersial dengan mempertimbangkan model bisnis yang berkelanjutan, integrasi dengan platform *e-commerce* yang sudah ada, dan kepatuhan terhadap regulasi BPOM serta standar keamanan data konsumen.

# DAFTAR PUSTAKA


Ahaddin, F., Qomarudin, H., & Dharmasetya, L. (2024). Tindak Pidana dalam Pengedaran Produk Kosmetik Ilegal: Perspektif Hukum Perlindungan Konsumen di Indonesia. *Postulat*, *2*(1), 23–28. https://doi.org/10.37010/POSTULAT.V2I1.1458

Alsobhi, A., & Amare, N. (2022). Ontology-Based Relational Product Recommendation System. *Computational and Mathematical Methods in Medicine*, *2022*(1), 1591044. https://doi.org/10.1155/2022/1591044

Amrulloh, A., Septiadi, A. D., Septiara, M., & Wicaksono, P. A. (2023). Black Box Testing Using the Equivalence Partitions Technique to Test the Functionality of the Ternaku.id Website. *Journal of Multimedia Trend and Technology*, *2*(3), 171–178. https://doi.org/10.35671/jmtt.v2i3.43

Andriawan, D., & Hamid, A. (2023). Systematic Literature Review: Penggunaan Dan Manfaat Sistem Gudang Data (Data Warehouse) Di Institusi Perguruan Tinggi. *COMSERVA : Jurnal Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat*, *3*(06), 2262–2274. https://doi.org/10.59141/COMSERVA.V3I06.998

Anggoro, M. V., & Izzatillah, M. (2022). Sistem Rekomendasi Musik dengan Metode Collaborative Filtering Berbasis Android. *STRING (Satuan Tulisan Riset Dan Inovasi Teknologi)*, *7*(1), 1. https://doi.org/10.30998/STRING.V7I1.10300

Ardiansyah, R., Bianto, M. A., & Saputra, B. D. (2023). Sistem Rekomendasi Buku Perpustakaan Sekolah menggunakan Metode Content-Based Filtering. *Jurnal CoSciTech (Computer Science and Information Technology)*, *4*(2), 510–518. https://doi.org/10.37859/COSCITECH.V4I2.5131

Arif, Y. W. T., Fanny, N., & Lestari, D. P. (2023). Implementatiton of Evaluation Registration Outpatient Computerized Hospital Using a Web-based Technology Accepted Model System. *International Journal of Engineering Technology and Natural Sciences*, *5*(1), 48–58. https://doi.org/10.46923/IJETS.V5I1.207

Aruni, R. S., & Februadi, A. (2023). Evaluating the Application of Using Korean Idols as Local Brand Ambassador Skincare Toward Consumer Satisfaction. *Journal of Marketing Innovation (JMI)*, *3*(2). https://doi.org/10.35313/jmi.v3i2.69

Azfar, M. A. Z., & Sancoko, S. D. (2024). Recommendations for Selection of Skincare Products Using the Promethee Method. *JURNAL TEKNOLOGI DAN OPEN SOURCE*, *7*(2), 67–80. https://doi.org/10.36378/jtos.v7i2.3816

Azzi, S. (2024). *A methodology for building a medical ontology a with a limited domain experts' involvement*. https://doi.org/10.21203/RS.3.RS-5305559/V1

da Silva, L. G., Neto, E. G. de A., Francisco, R., Barbosa, J. L. V., Silva, L. A., & Leithardt, V. R. Q. (2021). ULearnEnglish: An Open Ubiquitous System for Assisting in Learning English Vocabulary. *Electronics*, *10*(14). https://doi.org/10.3390/ELECTRONICS10141692

Das, S., Sabbir, Md. M., Zohora, F.-T., & Rahman, Md. S. (2022). Investigating purchase intention for skin care products in Bangladesh: The role of personal factors. *Turkish Journal of Marketing*, *7*(2), 72–84. https://doi.org/10.30685/TUJOM.V7I2.154

Delya, D., Mulyawan, B., & Lauro, M. D. (2024). E-Commerce Blessed Party dengan Sistem Rekomendasi Apriori dan Collaborative Filtering. *Computatio : Journal of Computer Science and Information Systems*, *8*(1), 29–37. https://doi.org/10.24912/COMPUTATIO.V8I1.17130

Dumbura, A., & Özkoç, E. E. (2021). Examining Technology Acceptance in Least-Developed Countries: The Case of ZESA. *The 7th International Management Information Systems Conference*, 3. https://doi.org/10.3390/PROCEEDINGS2021074003

Effendy, F., Hurriyati, R., & Hendrayati, H. (2021). Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and Social Influence: Intention to Use e-Wallet. *Advances in Economics, Business and Management Research*, *187*. https://doi.org/10.2991/AEBMR.K.210831.060

Ferica, M., Belgiawan, P. F., Mayangsari, L., Windasari, N. A., Laila, N., Persada, S. F., & Nasution, R. A. (2025). Indonesian, Korean, and French Sheet Masks: Three Alternatives in a Hybrid Choice Model of Indonesian Women's Choice Decision. *Gadjah Mada International Journal of Business*, *27*(1), 93. https://doi.org/10.22146/gamaijb.82554

Hadits, F. A., Anggoro, G. A., & AyshaQalbi, P. (2022). *Analysis of Cost Leadership Strategy in Cosmetic Industry*. 867–873.

Harahap, M. (2022). Implementasi Metode CTR Estimate Dan GLMIX Rangking Model Untuk Rekomendasi Lowongan Pekerjaan. *JATISI (Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi)*, *9*(3), 2558–2572. https://doi.org/10.35957/JATISI.V9I3.978

Hariri, F. R., & Rochim, L. W. (2022). Sistem Rekomendasi Produk Aplikasi Marketplace Berdasarkan Karakteristik Pembeli Menggunakan Metode User Based Collaborative Filtering. *Teknika*, *11*(3), 208–217. https://doi.org/10.34148/TEKNIKA.V11I3.538

Hartani, M. R., Kadyanan, I. G. A. G. A., Pramartha, C. R. A., Putra, I. G. N. A. C., Wibawa, I. G. A., & Widiartha, I. M. (2022). Sistem Pencarian Produk Skincare Berbasis Ontologi.

*JELIKU (Jurnal Elektronik Ilmu Komputer Udayana)*, *11*(3), 509–518. https://doi.org/10.24843/JLK.2023.V11.I03.P06

Hidayat, A. A., Joni Maulindar, & Indah, R. P. (2025). Application of Item-Based Collaborative Filtering Method for Skincare Recommendation System. *Journal of Advances in Information and Industrial Technology*, *7*(1), 13–20. https://doi.org/10.52435/JAIIT.V7I1.588

Huang, B., & Yang, Y. (2025). Revisiting the Technology Acceptance Models: A Critical Evaluation and Their Educational Applications. *Asian Journal of Education and Social Studies*, *51*(3), 80–91. https://doi.org/10.9734/AJESS/2025/V51I31810

Irawan, Y., Muzid, S., Susanti, N., & Setiawan, R. (2018a). System Testing using Black Box Testing Equivalence Partitioning (Case Study at Garbage Bank Management Information System on Karya Sentosa). *Proceedings of the The 1st International Conference on Computer Science and Engineering Technology Universitas Muria Kudus*. https://doi.org/10.4108/eai.24-10-2018.2280526

Irawan, Y., Muzid, S., Susanti, N., & Setiawan, R. (2018b). System Testing using Black Box Testing Equivalence Partitioning (Case Study at Garbage Bank Management Information System on Karya Sentosa). *Proceedings of the The 1st International Conference on Computer Science and Engineering Technology Universitas Muria Kudus*. https://doi.org/10.4108/eai.24-10-2018.2280526

Jeevamol, J., & Renumol, V. G. (2021). An ontology-based hybrid e-learning content recommender system for alleviating the cold-start problem. *Education and Information Technologies*, *26*(4), 4993–5022. https://doi.org/10.1007/S10639-021-10508-0

Khusna, A. N., Delasano, K. P., & Saputra, D. C. E. (2021). Penerapan User-Based Collaborative Filtering Algorithm. *MATRIK : Jurnal Manajemen, Teknik Informatika Dan Rekayasa Komputer*, *20*(2), 293–304. https://doi.org/10.30812/MATRIK.V20I2.1124

Li, Y., & Zhang, W. (2022). One Hidden Semantic Model Based on Intergroup Effects for E-Commerce. *Computational Intelligence and Neuroscience*, *2022*. https://doi.org/10.1155/2022/7273728

McKensy-Sambola, D., Rodríguez-García, M. Á., García-Sánchez, F., & Valencia-García, R. (2021). Ontology-Based Nutritional Recommender System. *Applied Sciences 2022, Vol. 12, Page 143*, *12*(1), 143. https://doi.org/10.3390/APP12010143

Namsraidorj, M., Namsraidorj, B., & Enkhtur, A. (2025). Ontology-Based Recommendation System Using GitHub Classroom and Bookwidget. *TEM Journal*, *14*(1), 861–870. https://doi.org/10.18421/TEM141-76

Neto, J., Jorge Morais, A., Gonçalves, R., & Coelho, A. L. (2022). An Ontology for Fire Building Evacuation. *Lecture Notes in Networks and Systems*, *216*, 975–985. https://doi.org/10.1007/978-981-16-1781-2_84

Ngeo, S. R., & Latipah. (2021). Penerapan Metode Decision Tree Untuk Rekomendasi Tujuan Poli Pada Rumah Sakit Umum Daerah Bajawa. *Antivirus : Jurnal Ilmiah Teknik Informatika*, *15*(1), 62–74. https://doi.org/10.35457/ANTIVIRUS.V15I1.1289

Ningrum, R., & Indayani, L. (2024). Influential Factors Shaping Consumer Behavior in Skincare Industry. *Indonesian Journal of Innovation Studies*, *25*(2). https://doi.org/10.21070/ijins.v25i2.1150

Nithyadevi, S., Rose, B., Kumar, S. S., Vijayalakshmi, A., Jabakumar, A. K., & Velmurugan, V. (2025). Facial Skincare Product Recommendation Using Deep Learning Techniques. *Communications on Applied Nonlinear Analysis*, *32*(3s), 267–278. https://doi.org/10.52783/CANA.V32.2642

Nugraheni, M., Nuraini, R., Tonggiroh, M., & Nurhayati, S. (2023). Expert System for Diagnosing Learning Disorders in Children Using the Dempster-Shafer Theory Approach. *Sinkron*, *8*(4), 2513–2525. https://doi.org/10.33395/SINKRON.V8I4.12960

Nurfatiha, I., Nurafalakh, Z. A., Khairunnisa, A., Rabbani, M. R., & Arrafi, R. F. (2025). Dampak Ekspor Impor Produk Skincare Terhadap Keberlanjutan Produk Lokal: Studi Kasus Skintific dan Implikasinya Terhadap Kebijakan Pemerintah. *Jurnal Ekonomi, Manajemen, Akuntansi Dan Keuangan*, *6*(2), 15–15. https://doi.org/10.53697/EMAK.V6I2.2391

Pepadu, J., Sari, D. P., Maulana, A., Busthom, A. F., Yudhanto, D., Yuliyani, E. A., Andari, M. Y., Geriputri, N. N., Hidajat, D., Wiguna, P. A., Sari, P. S., Rahman, A. A., & Justitia, I. (2023). Pemeriksaan Kesehatan Umum, Mata, Telinga, Dan Kulit Pada Anak Panti Asuhan Di Kota Mataram. *Jurnal Pepadu*, *4*(1), 8–20. https://doi.org/10.29303/PEPADU.V4I1.2229

Putri, S. Z., Hariadi, M., & Rachmadi, R. F. (2023). Rekomendasi Barang pada E-commerce menggunakan Content Based Recommender System berbasis Ethereum Blockchain. *Jurnal Teknik ITS*, *12*(2). https://doi.org/10.12962/J23373539.V12I2.115263

Rajegowda, G. M., Spyridis, Y., Villarini, B., & Argyriou, V. (2024). *An AI-Assisted Skincare Routine Recommendation System in XR* (pp. 381–395). https://doi.org/10.1007/978-981-99-9018-4_28

RAMYA, Dr. S. S., & HARSHINI R, MS. (2025). SKINCARE PRODUCTS AWARENESS AND PRACTICES AMONG WOMEN. *International Scientific Journal of Engineering and Management*, *04*(04), 1–7. https://doi.org/10.55041/ISJEM02666

Reyes-Peña, C., Tovar, M., Bravo, M., & Motz, R. (2021). An ontology network for Diabetes Mellitus in Mexico. *Journal of Biomedical Semantics*, *12*(1). https://doi.org/10.1186/S13326-021-00252-2

Ritchie, J. B., Frey, L. J., Lamy, J. B., Bellcross, C., Morrison, H., Schiffman, J. D., & Welch, B. M. (2022). Automated Clinical Practice Guideline Recommendations for Hereditary Cancer Risk Using Chatbots and Ontologies: System Description. *JMIR Cancer*, *8*(1). https://doi.org/10.2196/29289

Saraliandra, J., & Djakasaputra, A. (2025). Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Niat Pembelian pada Skincare Ms Glow. *Jurnal Manajerial Dan Kewirausahaan*, *7*(1), 161–170. https://doi.org/10.24912/JMK.V7I1.32987

Setiawan, Y. (2024). UPAYA MENINGKATKAN BRAND AWARENESS PRODUK SARIAYU MELALUI MACS STRATEGIC. *Jurnal Manajemen*, *9*(2), 1–9. https://doi.org/10.54964/MANAJEMEN.V9I2.425

Sholikha, M., M, R., N., M, R., N., & A.R., M. (2021). Uji Aktivitas Ekstrak Daun Dan Akar Singawalang (Petiveria alliaceae) Terhadap Penghambatan Tirosinase. *Jurnal Farmasi Udayana*, 189. https://doi.org/10.24843/JFU.2021.V10.I02.P14

Showafah, M., Sihwi, S. W., & Winarno. (2021). Ontology-based Daily Menu Recommendation System for Complementary Food According to Nutritional Needs using Naïve Bayes and TOPSIS. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, *12*(11), 638–645. https://doi.org/10.14569/IJACSA.2021.0121173

Sowinski, P., Wasielewska-Michniewska, K., Ganzha, M., Paprzycki, M., & Badica, C. (2022). *Ontology Reuse: the Real Test of Ontological Design*. https://doi.org/10.48550/ARXIV.2205.02892

Syarwani, A., & Yuliana, K. (2022). Acceptance Analysis of School DAPODIK Information System Using the Technology Acceptance Model (TAM). *Lentera: Jurnal Ilmiah Kependidikan*, *1*, 114–123. https://doi.org/10.33654/ISETA.V1I0.1822

Sylvagno, G. S., & Rochadiani, T. H. (2025). Skincare Recommendation System Based on Facial Skin Type with Real-Time Weather Integration. *Jurnal Sisfokom (Sistem Informasi Dan Komputer)*, *14*(2), 230–237. https://doi.org/10.32736/SISFOKOM.V14I2.2355

Theodorus, D., Defit, S., & Nurcahyo, G. W. (2021). Machine Learning Rekomendasi Produk dalam Penjualan Menggunakan Metode Item-Based Collaborative Filtering. *Jurnal Informasi Dan Teknologi*, 202–208. https://doi.org/10.37034/JIDT.V3I4.151

Tyas, S. C., Oktavia, A. W., Asyrofany, F. Z., Azzahra, D. D., Kanzaffa, F. A. T., Yuliani, S. S., Ramadhanti, K. L., Nurhaliza, S. E. I., Prameswari, A. N., Hafizha, S., Wardani, S. A. I., & Nugraheni, G. (2024). Profil Pengetahuan, Sikap, dan Perilaku mengenai Penggunaan Cleanser sebagai Upaya Pencegahan Acne Vulgaris. *Jurnal Farmasi Komunitas*, *11*(1), 8–15. https://doi.org/10.20473/JFK.V11I1.53126

Venkatesh, V., & Davis, F. D. (2000). A Theoretical Extension of the Technology Acceptance Model: Four Longitudinal Field Studies. *Management Science*, *46*(2), 186–204. https://doi.org/10.1287/mnsc.46.2.186.11926

Wati, R., P., A. Y. I., Nurhidayat, N., & Haerunisya, A. H. (2022). Analisis Kadar Asam Salisilat Pada Krim Anti Jerawat yang Diperjualbelikan Di Kota Makassar. *Lontara Journal of Health Science and Technology*, *3*(1), 8–14. https://doi.org/10.53861/LONTARARISET.V3I1.264

Yang, E., Kembau, A. S., Tarigan, A., & Lendo, F. B. (2024). The STRATEGIC ROLE OF CONSUMER ETHNOCENTRISM, SOCIAL MEDIA MARKETING, AND BRAND AMBASSADORSHIP IN SHAPING PURCHASE DECISIONS FOR LOCAL INDONESIAN SKINCARE BRANDS ON E-COMMERCE PLATFORMS. *JMBI UNSRAT (Jurnal Ilmiah Manajemen Bisnis Dan Inovasi Universitas Sam Ratulangi).*, *11*(2), 1342–1360. https://doi.org/10.35794/JMBI.V11I1.56377

Zanzabila, R., Wulandari, G. S., & Ummah, I. (2023). Pembangunan Knowledge Graph dan Sistem Rekomendasi Film dengan GP 2. *LOGIC: Jurnal Penelitian Informatika*, *1*(1), 46. https://doi.org/10.25124/LOGIC.V1I1.6448

ZAP Clinic. (2020). *ZAP Beauty Index 2020*. https://zapclinic.com/files/ZAP_Beauty_Index_Agustus_2019.pdf

ZAP Clinic. (2021). *ZAP Beauty Index 2021*. https://zapclinic.com/files/ZAP_Beauty_Index_Agustus_2021.pdf

ZAP Clinic. (2023). *ZAP Beauty Index 2023*. https://zapclinic.com/files/ZAP_Beauty_Index_2023.pdf

ZAP Clinic. (2024). *ZAP Beauty Index 2024*. https://zapclinic.com/files/ZAP_Beauty_Index_2024.pdf

Zhao, W., Liu, X., Xu, R., Xiao, L., & Li, M. (2024). E-commerce Webpage Recommendation Scheme Base on Semantic Mining and Neural Networks. *Journal of Theory and Practice of Engineering Science*, *4*(03), 207–215. https://doi.org/10.53469/JTPES.2024.04(03).20

Zulkarnaim, N., Musyrifah, Sulfayanti, S., Ap, I. G. G. P., & Asmawati. (2022). Sistem Rekomendasi Berbasis-Konten Pada Pengembangan Web Smart Tourism. *Jurnal Komputer Terapan*, *8*(1), 143–150. https://doi.org/10.35143/JKT.V8I1.5214

Zulkarnaini, Firdhayanti, A., Taufik, T., & Bachry, B. (2023). User Acceptance Testing through Blackbox Evaluation for Corn Distribution Information System. *Bit-Tech*, *6*(2), 208–215. https://doi.org/10.32877/bt.v6i2.1065

Hendrik, Anjomshooa, A., & Tjoa, A. M. (2014). Towards Semantic Mashup Tools For Big Data Analysis. *Proceding of the Information & Communication Technology-EurAsia Conference 2014*, (pp. 100-145). Bali.

Setiawan, A. M. (2013). *Integrated Framework For Business Process Complexity Analysis*. Retrieved from ECIS 2013 Completed Research: http://aisel.aisnet.org/ecis2013_cr/49

Taufiq, H. (2015). *Argumentasi dan Validitas.* Yogyakarta: Darqin.

Wahid, F. (2014). The Antecedents And Impacts of a Green Eprocurement Infrastructure: Evidence From The Indonesian Public Sector. *International Journal of internet Protocol Technology, 7*(4), 210-218.

Zukhri, Z. (2014). *Algoritma Genetika: Metode Komputasi Evolusioner untuk Menyelesaikan Masalah Optimasi.* Yogyakarta: Andi Publisher.

# LAMPIRAN

Lampiran A. Link Data Hasil Scraping

Seluruh data hasil *scraping* yang digunakan dalam penelitian ini dapat diakses pada tautan berikut:

https://drive.google.com/drive/folders/1W8_RRhFwYmhR2XSJO1dLyIKdZpeIzA9U?usp=drive_link

Keterangan: Dalam link ini berisi data lengkap nama produk, brand, ingredients, deskripsi, cara penggunaan, dan nomor BPOM yang diperoleh dari scraping situs Sociolla dan BeautyHaul yang telah digabungkan menjadi satu. Kemudian terdapat juga file data ingredients dari *scraping* Skinsort.