

Pengembangan Sistem Pendukung Keputusan Berbasis e-Health untuk Skrining Risiko Diabetes Tipe 2

Demiawan Rachmatta Putro Mudiono¹, Mudafiq Riyan Pratama², Gamasiano Alfiansyah³,
Selvia Juwita Swari⁴

¹Jurusan Kesehatan, Politeknik Negeri Jember, demiawanrpm@polije.ac.id

²Jurusan Kesehatan, Politeknik Negeri Jember, mudafiq.riyan@polije.ac.id

³Jurusan Kesehatan, Politeknik Negeri Jember, gamasiano.alfiansyah@polije.ac.id

⁴Jurusan Kesehatan, Politeknik Negeri Jember, selvia@polije.ac.id

Keywords:

Diabetes Melitus Tipe 2,
Sistem Pendukung Keputusan,
Rule-Based Scoring,
Skrining Risiko,
e-Health

ABSTRAK

Diabetes melitus tipe 2 merupakan masalah kesehatan global yang terus meningkat dan memerlukan strategi skrining dini yang efektif. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem pendukung keputusan klinis (*Clinical Decision Support System/CDSS*) berbasis e-Health untuk menilai risiko diabetes tipe 2 menggunakan metode *rule-based scoring*. Sistem dikembangkan menggunakan pendekatan pengembangan sistem *prototype* yang meliputi pengumpulan kebutuhan, proses desain, membangun *prototype*, serta evaluasi dan perbaikan. Penentuan risiko dilakukan menggunakan enam faktor utama yaitu usia, jenis kelamin, indeks massa tubuh, riwayat keluarga diabetes, hipertensi, dan riwayat diabetes gestasional berdasarkan pedoman ADA dan PERKENI. Evaluasi sistem dilakukan melalui pengujian *black box* untuk menilai fungsi sistem serta pengujian *usability* menggunakan metode *System Usability Scale* (SUS) terhadap pengguna. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu menghasilkan skor risiko, mengklasifikasikan tingkat risiko, serta memberikan rekomendasi tindak lanjut sesuai pedoman klinis. Sistem yang dikembangkan berpotensi menjadi alat skrining e-Health yang praktis dalam mendukung deteksi dini diabetes di pelayanan kesehatan primer.

Kata Kunci:

Type 2 Diabetes Mellitus,
Decision Support System,
Rule-Based Scoring,
Risk Screening,
e-Health

ABSTRACT

Type 2 diabetes mellitus is a growing global health problem that requires effective early screening strategies. This study aimed to develop an e-Health-based Clinical Decision Support System (CDSS) for assessing type 2 diabetes risk using a rule-based scoring method. The system was developed using a prototype-based system development approach, involving requirement analysis, system design, prototype development, and system evaluation. Risk determination was performed using six major factors including age, sex, body mass index, family history of diabetes, hypertension, and history of gestational diabetes based on ADA and PERKENI guidelines. System evaluation was conducted using black box testing to assess functional performance and usability evaluation using System Usability Scale (SUS) involving end users. The developed system successfully generated risk scores, categorized risk levels, and provided follow-up recommendations aligned with clinical guidelines. Evaluation results indicated that the system functions properly and demonstrates good usability performance. Therefore, the proposed CDSS shows potential as a practical e-Health screening tool to support early diabetes detection in primary healthcare settings.

Korespondensi Penulis:

Demiawan Rachmatta Putro Mudiono,
Politeknik Negeri Jember, Jl. Mastrip 164 Jember
Telepon : +6282139959552
Email: demiawanrpm@polije.ac.id

Submitted : 01-12-2025; Accepted : 12-02-2026; Published
: 14-02-2026

Copyright (c) 2024 The Author (s) This article is distributed
under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0
International License (CC BY-SA 4.0)

1. PENDAHULUAN

Diabetes adalah penyakit kronis yang terjadi ketika pankreas tidak memproduksi cukup insulin atau ketika tubuh tidak dapat menggunakan insulin yang dihasilkannya secara efektif. Pada tahun 2022, 14% orang dewasa berusia 18 tahun ke atas hidup dengan diabetes, meningkat dari 7% pada tahun 1990. Lebih dari separuh (59%) orang

dewasa berusia 30 tahun ke atas yang hidup dengan diabetes tidak mengonsumsi obat untuk diabetes mereka pada tahun 2022. Pada tahun 2021, diabetes merupakan penyebab langsung dari 1,6 juta kematian dan 47% dari semua kematian akibat diabetes terjadi sebelum usia 70 tahun [1].

Sebanyak 530.000 kematian akibat penyakit ginjal lainnya disebabkan oleh diabetes, dan kadar glukosa darah tinggi menyebabkan sekitar 11% kematian akibat kardiovaskular. Sejak tahun 2000, angka kematian akibat diabetes terus meningkat. Sebaliknya, probabilitas kematian akibat salah satu dari empat penyakit tidak menular utama (penyakit kardiovaskular, kanker, penyakit pernapasan kronis, atau diabetes) antara usia 30 dan 70 tahun menurun sebesar 20% secara global antara tahun 2000 dan 2019 [2].

International Diabetes Federation memberikan penekanan dalam peran skrining berbasis faktor risiko pada diabetes melitus tipe 2 (misalnya usia, IMT/BMI, riwayat keluarga dan komorbid) [3]. Dalam beberapa tahun terakhir, sistem pendukung keputusan klinis (*Clinical Decision Support/CDS*) berbasis rekam medis elektronik (RME) terbukti meningkatkan proses skrining. CDS memberikan peningkatan dalam deteksi dini dalam skrining penyakit diabetes melitus tipe 2. Hal ini menegaskan peran CDS sebagai pengungkit untuk memperbaiki kepatuhan skrining dan memfasilitasi deteksi dini [4]. Kemajuan teknologi memberikan kemudahan dalam melakukan skrining diabetes melitus tipe 2. Penerapan *artificial intelligence* dan *machine learning* memperkuat potensi dalam penilaian risiko penyakit DM tipe 2 [5].

Meskipun penerapan CDS dalam penerapan teknologi semakin kuat, akan tetapi masih terdapat kesenjangan yaitu adaptasi model risiko yang memiliki karakteristik demografi berbeda antar peneliti. Kesenjangan ini membuka ruang untuk mengembangkan sistem pendukung keputusan berbasis e-Health yang menggabungkan penilaian risiko standar WHO dengan teknologi berbasis website berdasarkan karakteristik demografi di negara Indonesia. Berdasarkan latar belakang tersebut, tujuan penelitian/pengembangan ini adalah: merancang dan membangun sistem pendukung keputusan skrining risiko diabetes melitus tipe 2 berbasis e-Health yang sesuai dengan standar penilaian risiko WHO.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan metode pengembangan sistem. Pendekatan deskriptif digunakan untuk menganalisis faktor risiko diabetes tipe 2 berdasarkan pedoman klinis, sedangkan metode pengembangan sistem digunakan untuk merancang dan membangun sistem pendukung keputusan berbasis e-Health. Pengembangan sistem dilakukan menggunakan Prototype Model karena memungkinkan proses pengembangan dilakukan secara iteratif melalui evaluasi dan penyempurnaan sistem berdasarkan kebutuhan pengguna.

2.2 Data Penelitian

Data penelitian berupa parameter faktor risiko utama diabetes melitus tipe 2 yang meliputi usia, jenis kelamin, riwayat keluarga diabetes, riwayat hipertensi, riwayat diabetes gestasional pada wanita, serta indeks massa tubuh (IMT). Parameter faktor risiko tersebut diperoleh melalui studi literatur dan mengacu pada pedoman klinis serta standar penilaian risiko diabetes tipe 2 yang dikeluarkan oleh *American Diabetes Association* (ADA, 2025) dan Perkumpulan Endokrinologi Indonesia (PERKENI, 2021). Data tersebut digunakan sebagai dasar dalam penyusunan model skoring risiko dan pengembangan algoritma pada sistem pendukung keputusan berbasis e-Health.

2.3 Prosedur Penelitian

Penelitian ini diawali dengan identifikasi faktor risiko diabetes melitus tipe 2 berdasarkan pedoman klinis ADA dan PERKENI. Faktor risiko yang digunakan meliputi usia, jenis kelamin, riwayat keluarga diabetes, hipertensi, riwayat diabetes gestasional pada wanita, serta indeks massa tubuh (IMT). Variabel tersebut selanjutnya digunakan untuk menyusun model penilaian risiko menggunakan metode *rule-based scoring*, di mana setiap faktor risiko diberikan bobot skor sesuai tingkat kontribusinya terhadap kejadian diabetes tipe 2. Total skor yang diperoleh digunakan untuk mengklasifikasikan individu ke dalam kategori risiko rendah, sedang, atau tinggi.

Pengembangan sistem dilakukan menggunakan metode *prototype* yang meliputi pengumpulan kebutuhan, proses desain, membangun prototype, serta evaluasi dan perbaikan. Aplikasi dikembangkan dalam bentuk sistem e-Health berbasis web yang dirancang untuk menerima input faktor risiko dari pengguna, mengolah data menggunakan algoritma *rule-based scoring*, serta menampilkan hasil berupa skor total, kategori risiko, dan rekomendasi tindak lanjut sesuai pedoman klinis.

2.4 Analisis Data

Analisis dilakukan dengan membandingkan skor risiko yang dihasilkan sistem dengan standar skor dari *American Diabetes Association* dan PERKENI. Hasil dianalisis secara deskriptif untuk menentukan apakah sistem dapat memberikan rekomendasi sesuai pedoman.

3. HASIL DAN ANALISIS

Bab ini menyajikan hasil penelitian sesuai tahapan pengembangan sistem, mulai dari identifikasi faktor risiko hingga analisis keluaran sistem. Seluruh proses merujuk pada pedoman klinis serta penelitian terbaru terkait skrining dan prediksi DM Tipe 2.

3.1 Identifikasi faktor risiko

Tahap pertama penelitian adalah mengidentifikasi faktor risiko utama diabetes melitus tipe 2 berdasarkan pedoman ADA dan PERKENI [6][3]. Kedua pedoman tersebut menekankan skrining berbasis faktor risiko karena sebagian besar kasus diabetes melitus tipe 2 berkembang secara perlahan dan asimtomatik. Dengan demikian, identifikasi faktor risiko menjadi fondasi mendasar dalam sistem skrining, khususnya pada pendekatan e-Health yang mengandalkan parameter klinis sederhana dan *Self-Report*.

Proses penentuan faktor risiko pada penelitian ini tidak hanya berpedoman pada guideline klinis, tetapi juga diperkuat oleh bukti epidemiologis terbaru bahwa usia, IMT, hipertensi, riwayat keluarga, dan riwayat diabetes gestasional merupakan prediktor yang paling konsisten dalam mempengaruhi insiden diabetes melitus tipe 2 di berbagai populasi [7].

a. Usia

Usia berada pada posisi teratas dalam hampir seluruh model prediksi diabetes melitus tipe 2. Berbagai studi longitudinal menunjukkan bahwa risiko meningkat secara eksponensial setelah usia 40 tahun akibat penurunan sensitivitas insulin, penurunan massa otot, serta peningkatan adipositas visceral seiring penuaan [7]. Meta-analisis sistematis menegaskan bahwa usia >45 tahun meningkatkan risiko hingga 2–5 kali lipat dibandingkan usia <35 tahun [8].

Meskipun demikian, faktor usia bersifat non-modifiable, sehingga sistem skrining harus memastikan bahwa faktor ini tidak mendominasi hasil secara berlebihan; kombinasi variabel lain tetap diperlukan untuk menjaga sensitivitas model pada individu usia muda tetapi berisiko tinggi.

b. Jenis kelamin

Jenis kelamin juga diakui sebagai variabel penting, terutama karena pria secara konsisten menunjukkan insiden DM tipe 2 yang lebih tinggi. Studi Asia menunjukkan bahwa pria memiliki proporsi lemak *visceral* dan trigliserida yang lebih tinggi, meskipun memiliki IMT lebih rendah dibandingkan wanita suatu fenomena yang dikenal sebagai “*lean metabolic obesity*” [9].

c. Riwayat keluarga

Predisposisi genetik merupakan salah satu prediktor risiko paling kuat. Individu dengan orang tua atau saudara kandung yang menderita DM tipe 2 memiliki risiko 2–3 kali lipat lebih tinggi [8]. Komponen genetik dapat mempercepat onset penyakit bahkan pada individu dengan IMT normal [10]. Namun demikian, riwayat keluarga tidak hanya mencerminkan faktor genetik, tetapi juga pola hidup keluarga, sehingga sifatnya campuran antara faktor biologi dan lingkungan.

d. Riwayat hipertensi

Hipertensi berperan sebagai indikator kuat resistensi insulin dan peningkatan risiko kardiometabolik. Dalam survei populasi Asia Timur dan Asia Tenggara, hipertensi meningkatkan risiko DM tipe 2 sebesar 1.5-2.0 kali, bahkan setelah mengontrol usia dan obesitas [11]. Penggabungan hipertensi dalam model skrining telah terbukti meningkatkan sensitivitas prediksi dalam beberapa model *machine learning* dan *rule-based* [12].

e. riwayat diabetes gestasional

Riwayat diabetes gestasional (GDM) merupakan faktor risiko spesifik pada wanita. GDM meningkatkan risiko DM tipe 2 hingga 7 kali lipat, bahkan pada wanita dengan IMT normal [8]. Faktor ini penting dimasukkan karena sering diabaikan pada skrining publik, padahal merupakan *early marker* yang kuat. Penelitian terbaru juga menemukan bahwa pola kenaikan berat badan postpartum sangat mempengaruhi kecepatan konversi menjadi DM tipe 2.

f. IMT

IMT merupakan variabel antropometri yang paling banyak digunakan dalam skrining DM tipe 2. Pada populasi Asia, risiko meningkat pada $IMT \geq 23$, jauh lebih rendah dibandingkan populasi Eropa (*cut-off* 25), karena predisposisi penumpukan lemak visceral pada IMT lebih rendah [11]. Indikator antropometri sederhana seperti IMT, lingkaran pinggang, dan waist-to-height ratio dapat meningkatkan akurasi prediksi hingga 20-25% dalam model *machine learning* [13]. IMT tidak membedakan massa otot dan lemak sehingga dapat menurunkan spesifisitas pada individu atletis. Namun untuk skrining populasi, IMT tetap menjadi indikator fisik paling praktis dan cukup akurat.

3.2 Pembuatan Skor Risiko

Setelah variabel risiko ditetapkan, dilakukan penentuan bobot skor menggunakan metode *rule-based scoring*, yaitu pemberian nilai berdasarkan kekuatan kontribusi masing-masing faktor terhadap kejadian DM Tipe 2. Pendekatan *rule-based* tetap menjadi pilihan utama pada sistem skrining populasi karena interpretabilitasnya tinggi, mudah diterapkan, dan selaras dengan model risiko yang direkomendasikan lembaga internasional [7][14]. Selain itu, pembobotan dilakukan dengan memperhatikan validitas epidemiologis, tren risiko di populasi Asia, dan konsistensi temuan lintas studi. Berikut pengembangan analisis kritis setiap faktor risiko:

a. Usia

Usia merupakan prediktor paling kuat DM tipe 2. Risiko meningkat tajam setelah usia 40–45 tahun, akibat kombinasi beberapa mekanisme biologis:

- 1) penurunan sensitivitas insulin,
- 2) penurunan massa otot (sarcopenia) yang menurunkan penggunaan glukosa,
- 3) peningkatan adipositas visceral, serta
- 4) perubahan hormonal yang memperburuk resistensi insulin [8].

Secara epidemiologis, studi kohort lintas negara menunjukkan bahwa risiko DM tipe 2 meningkat 5–10% setiap penambahan usia satu tahun di atas 40 tahun [10]. Oleh karena itu, pembobotan usia dibuat bertingkat (0–8) untuk mencerminkan tingginya kontribusi faktor usia sebagai risiko non-modifiable.

Tabel 1. Skor Usia

Rentang usia	Skor
< 35 tahun	0
35–44 tahun	2
45–54 tahun	4
55–64 tahun	6
≥ 65 tahun	8

b. Jenis Kelamin

Jenis kelamin merupakan faktor biologis yang memengaruhi risiko diabetes. Laki-laki secara konsisten memiliki risiko lebih tinggi dibandingkan perempuan karena:

- 1) distribusi lemak visceral lebih tinggi,
- 2) sensitivitas insulin yang lebih rendah,
- 3) pengaruh hormon androgen yang meningkatkan resistensi insulin, dan
- 4) kecenderungan obesitas sentral yang lebih besar [11].

Penelitian meta-analisis memperkuat bahwa pria dengan IMT sama memiliki risiko DM ≥ 1.4 kali lipat dibanding perempuan pada populasi Asia [11]. Oleh karena itu, skor tambahan 1 poin diberikan sebagai penanda risiko moderat.

Tabel 2. Skor Jenis Kelamin

Jenis kelamin	Skor
Perempuan	0
Laki-laki	1

c. Riwayat Keluarga

Riwayat keluarga DM merupakan faktor risiko klasik yang kuat. Studi genetik modern menunjukkan bahwa:

- 1) risiko meningkat 2–3 kali lipat jika terdapat orang tua atau saudara kandung dengan DM tipe 2,
- 2) risiko meningkat hingga 5 kali lipat jika kedua orang tua memiliki DM,
- 3) faktor genetik berinteraksi dengan pola makan dan aktivitas keluarga [10].

Selain itu, penelitian epigenetik menemukan bahwa perubahan ekspresi gen metabolik pada keluarga dengan DM dapat terjadi bahkan sebelum seseorang mengalami obesitas, sehingga penting untuk disertakan sebagai variabel utama.

Tabel 3. Skor Riwayat Keluarga

Kondisi	Skor
Tidak ada	0
Ada (orang tua/saudara kandung)	3

d. Riwayat Hipertensi

Hipertensi memiliki hubungan patofisiologis erat dengan resistensi insulin dan penyakit kardiometabolik. Pasien hipertensi memiliki risiko DM tipe 2 1.5–2 kali lebih tinggi, bahkan ketika IMT dan usia dikendalikan [9].

- 1) Hipertensi memicu:
- 2) disfungsi endotel,
- 3) inflamasi sistemik kronis,
- 4) stres oksidatif,

Studi klinis menunjukkan bahwa individu prediabetes dengan hipertensi memiliki kemungkinan progresi lebih cepat ke DM dibanding non-hipertensi [14]. Oleh karena itu, skor 3 poin diberikan sebagai representasi risiko metabolik yang signifikan.

Tabel 4. Skor Riwayat Hipertensi

Kondisi	Skor
Tidak	0
Ya	3

e. Riwayat diabetes gestasional

Wanita dengan riwayat diabetes gestasional (GDM) memiliki kecenderungan mengembangkan DM tipe 2 hingga 7 kali lipat lebih tinggi, terutama dalam 5–10 tahun postpartum [13][15]. Oleh karena itu, riwayat GDM diberikan bobot 3 poin sebagai variabel risiko spesifik wanita.

Tabel 5. Skor Riwayat Diabetes Gestasional

Kondisi	Skor
Tidak	0
Ya	3

f. Indeks massa tubuh (IMT)

IMT adalah salah satu indikator paling kuat dalam prediksi DM tipe 2. Pada populasi Asia, risiko meningkat signifikan meskipun pada kategori overweight ringan ($IMT \geq 23$) [13]. Penelitian Wong et al. menegaskan bahwa IMT memiliki sensitivitas tinggi dalam skrining diabetes populasi Asia [13]. Pemberian skor mengikuti tingkatan risiko dari nilai IMT, berikut tabel skor IMT:

Tabel 6. Skor IMT

IMT (kg/m^2)	Skor
< 23	0
23–24,9	2
25–29,9	4
≥ 30	6

Setelah skor risiko sudah ditentukan selanjutnya penentuan kategori risiko berdasarkan penjumlahan dari skor beberapa variabel. Adapun kategori skor dan interpretasinya sebagai berikut.

Tabel 7. Kategori skor dan interpretasi

Total Skor	Kategori Risiko	Interpretasi
0 – 6	Rendah	Risiko rendah terkena DM tipe 2. Tetap disarankan kontrol gaya hidup sehat dan skrining ulang secara berkala.
7 – 13	Sedang	Risiko sedang. Perlu dilakukan pemeriksaan gula darah (GDP/2PP/HbA1c) untuk memastikan kondisi metabolik.
≥ 14	Tinggi	Risiko tinggi terkena DM tipe 2. Disarankan melakukan pemeriksaan laboratorium segera dan konsultasi ke tenaga kesehatan.

3.3 Pengembangan Aplikasi

Tahap berikutnya adalah implementasi sistem pendukung keputusan berbasis web yang dirancang sebagai *clinical decision support system* (CDSS) untuk skrining risiko DM tipe 2. Pengembangan aplikasi mengikuti kaidah desain e-Health dan CDSS yang lazim digunakan di layanan primer, yaitu: berbasis bukti (*evidence-based*), mudah digunakan, terintegrasi alur kerja klinis, dan memberikan rekomendasi yang jelas serta dapat ditindaklanjuti [16]. Teknologi dalam pengembangan aplikasi ini menggunakan teknologi framework ReactJS untuk bagian frontend, framework Laravel untuk bagian backend, dan MySQL untuk databasenya.

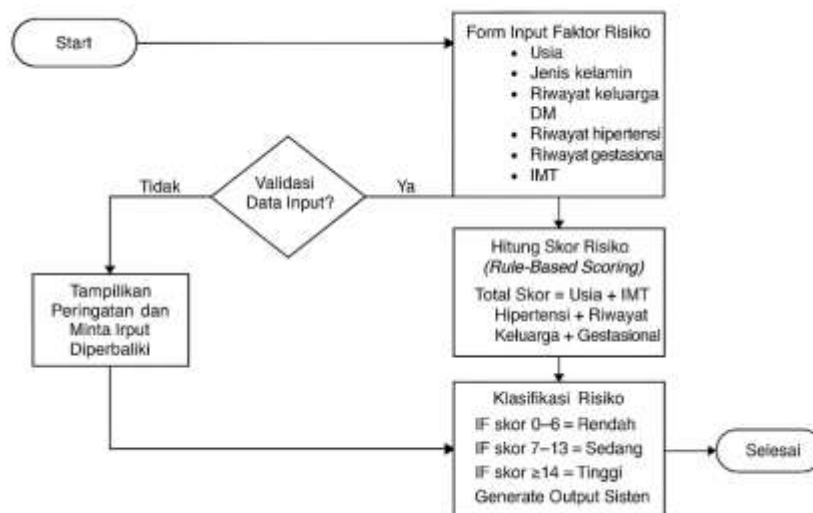
a) Halaman Input Faktor Risiko

Halaman input dirancang sebagai antarmuka utama bagi pengguna untuk memasukkan data faktor risiko, yaitu usia, jenis kelamin, IMT, riwayat keluarga DM, riwayat hipertensi, dan riwayat diabetes gestasional. Desain antarmuka mengikuti prinsip user-centered design dan usability e-Health, seperti:

- 1) penggunaan bahasa yang sederhana dan jelas,
- 2) tata letak (layout) yang bersih dengan urutan isian mengikuti alur berpikir pengguna,
- 3) penggunaan dropdown, radio button, dan field numerik untuk mengurangi kesalahan input,

4) desain yang responsif agar dapat diakses melalui komputer maupun perangkat mobile.

Kualitas antarmuka (*usability*) sangat menentukan keberhasilan adopsi, terutama pada aplikasi yang ditujukan untuk populasi umum dan tenaga kesehatan primer. Disarankan dilakukan uji *usability* sejak tahap awal pengembangan dan melibatkan pengguna dengan tingkat literasi kesehatan yang beragam [17]. Desain halaman input seperti ini sejalan dengan rekomendasi kajian Health Informatics yang menekankan pentingnya antarmuka yang intuitif, minim beban kognitif, dan meminimalkan input error pada aplikasi skrining digital [18].



Gambar 1. Flowchart system

Pada gambar 2 dijelaskan mengenai input data pada sistem. Sistem akan meminta data user mengenai variable yang sudah ditentukan oleh berdasarkan pedoman. Selanjutnya sistem akan menghitung berdasarkan algoritma skor sesuai penentuan tabel skor yang nantinya akan memberikan informasi mengenai klasifikasi risiko penyakit DM tipe 2.

Pada halaman aplikasinya tertuang form input variabelnya:

Gambar 2. Form Input Aplikasi Deteksi Diabetes Melitus Tipe 2

b) Perhitungan Skor

Mesin perhitungan skor merupakan inti dari CDSS yang mengimplementasikan algoritma *rule-based*. Proses yang dilakukan:

- 1) Sistem menerima data mentah dari halaman input.
- 2) Setiap variabel dikonversi menjadi skor sesuai tabel bobot risiko (usia, IMT, riwayat keluarga, hipertensi, gestasional, jenis kelamin).

- 3) Sistem menjumlahkan seluruh skor untuk memperoleh total skor risiko.

Berdasarkan total skor, sistem mengklasifikasikan pengguna ke dalam kategori risiko rendah, sedang, atau tinggi. Pendekatan *rule-based* CDSS masih sangat relevan untuk skrining karena:

- 1) pengetahuan klinis dapat direpresentasikan dalam bentuk aturan yang transparan,
- 2) tenaga kesehatan dapat menelusuri “logika” di balik hasil,
- 3) mudah dipelihara dan diintegrasikan ke sistem yang lebih kompleks [14].

Dalam konteks penyakit kronis seperti diabetes, sebagian besar CDSS yang digunakan di layanan primer masih bersifat *knowledge based (rule-based)*, dan penelitian menunjukkan bahwa CDSS jenis ini dapat meningkatkan kepatuhan terhadap pedoman skrining dan tata laksana tanpa meningkatkan risiko efek samping [14].

c) Output Risiko dan Rekomendasi

Setelah total skor dan kategori risiko ditentukan, sistem menyajikan hasil pada halaman output dalam bentuk yang mudah dipahami, yang mencakup:

- 1) Skor total: menunjukkan nilai numerik kumulatif dari faktor risiko.
- 2) Kategori risiko: rendah, sedang, atau tinggi, sebagai ringkasan status risiko pengguna.
- 3) Rekomendasi tindak lanjut, misalnya:
 - a. risiko rendah: edukasi gaya hidup sehat, skrining ulang periodik;
 - b. risiko sedang: skrining laboratorium (GDP, 2PP, atau HbA1c) dan konsultasi di layanan primer;
 - c. risiko tinggi: pemeriksaan laboratorium segera dan rujukan atau konsultasi intensif.

Prinsip utama CDSS adalah memberikan rekomendasi yang dapat ditindaklanjuti dan selaras dengan pedoman, bukan sekadar menampilkan skor. Penelitian mengenai evaluasi CDSS untuk skrining diabetes menunjukkan bahwa ketika sistem secara eksplisit memunculkan rekomendasi (misalnya “pesan tindakan” atau *best practice alert*), tingkat pemesanan tes skrining dan deteksi disglukemia meningkat secara signifikan [14].

3.4 Kesesuaian Hasil Sistem dengan Pedoman Klinis

Perbandingan antara rekomendasi sistem dengan pedoman klinis menunjukkan bahwa seluruh kategori risiko yang dihasilkan aplikasi memiliki kesesuaian dengan rekomendasi skrining diabetes yang ditetapkan oleh ADA dan PERKENI. Hal ini menunjukkan bahwa algoritma *rule-based scoring* yang digunakan mampu merepresentasikan pengetahuan klinis dalam bentuk sistem pendukung keputusan yang sesuai standar praktik klinis. Hal ini dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 8. Kesesuaian hasil sistem dengan pedoman klinis

Kategori Risiko Sistem	Rekomendasi Sistem	Rekomendasi ADA	Rekomendasi PERKENI	Kesesuaian
Rendah	Edukasi gaya hidup sehat dan skrining berkala	Modifikasi gaya hidup dan monitoring berkala	Edukasi gaya hidup dan pemantauan risiko	Sesuai
Sedang	Pemeriksaan GDP / 2PP / HbA1c	Pemeriksaan laboratorium untuk konfirmasi disglukemia	Skrining laboratorium pada individu berisiko	Sesuai
Tinggi	Pemeriksaan laboratorium segera dan konsultasi tenaga kesehatan	Evaluasi diagnostik dan tindak lanjut klinis	Pemeriksaan laboratorium dan evaluasi lanjutan	Sesuai

Berdasarkan Tabel perbandingan rekomendasi sistem dengan pedoman klinis, dapat diketahui bahwa rekomendasi tindak lanjut yang dihasilkan oleh sistem skrining risiko DM tipe 2 menunjukkan kesesuaian dengan pedoman klinis. Pada kategori risiko rendah, sistem merekomendasikan edukasi gaya hidup sehat dan skrining ulang secara berkala. Rekomendasi ini sejalan dengan pedoman ADA dan PERKENI yang menekankan pentingnya intervensi promotif dan preventif pada individu dengan risiko rendah untuk mencegah progresi gangguan metabolik.

Pada kategori risiko sedang, sistem menyarankan pemeriksaan laboratorium seperti glukosa darah puasa (GDP), glukosa darah 2 jam postprandial (2PP), atau HbA1c. Rekomendasi ini sesuai dengan pedoman klinis yang menyatakan bahwa individu dengan faktor risiko sedang perlu menjalani pemeriksaan laboratorium untuk mendeteksi kondisi prediabetes atau diabetes secara lebih akurat. Sementara itu, pada kategori risiko tinggi, sistem memberikan rekomendasi pemeriksaan laboratorium segera serta konsultasi dengan tenaga kesehatan.

Rekomendasi ini konsisten dengan pedoman ADA dan PERKENI yang menekankan pentingnya evaluasi diagnostik dan tindak lanjut klinis pada individu dengan risiko tinggi untuk mencegah komplikasi penyakit. Secara keseluruhan, kesesuaian antara rekomendasi sistem dan pedoman klinis menunjukkan bahwa algoritma *rule-based scoring* yang dikembangkan mampu merepresentasikan pengetahuan klinis secara tepat dalam bentuk sistem pendukung keputusan. Hal ini mengindikasikan bahwa sistem berpotensi digunakan sebagai alat skrining awal berbasis e-Health yang dapat mendukung deteksi dini DM tipe 2, khususnya pada pelayanan kesehatan primer.

Selain menunjukkan kesesuaian rekomendasi, pendekatan *rule-based* yang digunakan dalam sistem ini juga memberikan transparansi dalam proses pengambilan keputusan, sehingga tenaga kesehatan maupun pengguna dapat memahami dasar penentuan kategori risiko yang dihasilkan. Transparansi ini merupakan salah satu keunggulan utama CDSS berbasis aturan dalam implementasi skrining populasi.

3.5 Evaluasi Usability Sistem Menggunakan System Usability Scale (SUS)

Evaluasi usability sistem dilakukan menggunakan metode System Usability Scale (SUS) yang merupakan instrumen standar untuk mengukur tingkat kemudahan penggunaan suatu sistem teknologi informasi. SUS terdiri dari 10 pertanyaan menggunakan skala Likert 5 poin, mulai dari sangat tidak setuju hingga sangat setuju. Pengujian usability dilakukan dengan melibatkan 30 responden yang terdiri dari tenaga kesehatan dan masyarakat umum. Responden diminta menggunakan aplikasi skrining risiko diabetes kemudian mengisi kuesioner SUS untuk menilai pengalaman penggunaan sistem.

Tabel 9. Distribusi kategori penilaian responden

Rentang Skor	Jumlah Responden	Persentase	Kategori
80 – 100	8	26,7%	Sangat Baik
68 – 79	17	56,6%	Baik
51 – 67	5	16,7%	Cukup
< 50	0	0%	Kurang

Berdasarkan hasil distribusi skor menunjukkan bahwa sebanyak 17 responden (56,6%) menilai sistem berada pada kategori baik, sedangkan 8 responden (26,7%) menilai sistem berada pada kategori sangat baik. Selain itu, terdapat 5 responden (16,7%) yang memberikan penilaian pada kategori cukup, dan tidak terdapat responden yang menilai sistem dalam kategori kurang. Distribusi penilaian tersebut menunjukkan bahwa mayoritas responden, yaitu sebesar 83,3%, menilai sistem memiliki tingkat usability yang baik hingga sangat baik. Hal ini mengindikasikan bahwa sistem mampu memberikan pengalaman penggunaan yang positif serta mudah dipahami oleh sebagian besar pengguna.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem pendukung keputusan skrining risiko diabetes melitus tipe 2 berbasis e-Health menggunakan metode *rule-based scoring* yang mengintegrasikan pedoman ADA dan PERKENI. Sistem memanfaatkan enam faktor risiko utama dan mampu menghasilkan klasifikasi risiko serta rekomendasi tindak lanjut yang sesuai dengan pedoman klinis. Hasil evaluasi usability menggunakan System Usability Scale (SUS) menunjukkan mayoritas responden menilai sistem memiliki tingkat kemudahan penggunaan yang baik hingga sangat baik, dengan 83,3% responden berada pada kategori baik dan sangat baik. Sistem ini terintegrasi model skrining berbasis pedoman klinis ke dalam aplikasi e-Health yang transparan, mudah digunakan, serta adaptif terhadap karakteristik populasi Asia, sehingga berpotensi mendukung deteksi dini diabetes pada pelayanan kesehatan primer. Ke depan, sistem disarankan untuk dikembangkan dengan menambahkan variabel klinis tambahan, integrasi dengan rekam medis elektronik, serta pengujian menggunakan data klinis yang lebih luas untuk meningkatkan akurasi dan validitas sistem.

REFERENSI

- [1] R. W. Gayatri, A. N. Kistianita, and dkk, *Diabetes Mellitus Dalam Era 4 . 0*, vol. 6, no. 1. 2022.
- [2] International Diabetes federation, *Diabetes Atlas 11th edition*. 2025. doi: 10.1111/1753-0407.12644.
- [3] American Diabetes Association, “2. Diagnosis and Classification of Diabetes: Standards of Care in Diabetes—2025,” *Diabetes Care*, vol. 48, no. January, pp. S27–S49, 2025, doi: 10.2337/dc25-S002.
- [4] E. Tseng, A. Stein, N. Y. Wang, N. N. Mathioudakis, H. C. Yeh, and N. M. Maruthur, “Evaluation of a Diabetes Screening Clinical Decision Support Tool,” *AJPM Focus*, vol. 3, no. 6, pp. 2–7, 2024, doi: 10.1016/j.focus.2024.100287.
- [5] M. Kiran, Y. Xie, N. Anjum, G. Ball, B. Pierscionek, and D. Russell, “Machine learning and artificial intelligence in type 2 diabetes prediction: a comprehensive 33-year bibliometric and literature analysis,” *Front. Digit. Heal.*, vol. 7, no. March, 2025, doi: 10.3389/fdgth.2025.1557467.
- [6] Perkumpulan Endokrinologi Indonesia, *Pedoman Pengelolaan dan Pencegahan Diabetes Melitus Tipe 2 Dewasa di Indonesia 2021*. 2021. [Online]. Available: www.ginasthma.org.
- [7] A. Hamedia, M. Seifb, M. H. Sharific, A. Rezaianzadehd, and J. Hassanzadehe, “Performance of the finnish diabetes risk score in screening for undiagnosed type 2 diabetes among adults without prior diagnosis: A Kharameh Cohort Study, Iran,” *Prim. Care Diabetes*, vol. 19, no. 5, pp. 517–521.
- [8] L. Ismail, Huned Materwala, and J. Al Kaabi, “Association of risk factors with type 2 diabetes: A systematic review,” *Comput. Struct. Biotechnol. J.*, 2021.
- [9] D. Chu and V. Singh, “The Lancet Regional Health - Western Pacific Obesity and hypertension in Asia : Current status and challenges,” *Lancet Reg. Heal. - West. Pacific*, vol. 15, p. 100243, 2021, doi: 10.1016/j.lanwpc.2021.100243.
- [10] L. Miranda-lora, J. Vilchis-gil, D. B. Jua, M. Cruz, and M. Klünder-klünder, “A Genetic Risk Score Improves the Prediction of Type 2 Diabetes Mellitus in Mexican Youths but Has Lower Predictive Utility Compared With Non-Genetic Factors,” vol. 12, no. March, pp. 1–10, 2021, doi: 10.3389/fendo.2021.647864.
- [11] N. A. Arifin, J. Shamsudin, M. A. Manaf, S. Rasudin, S. Suhaila, and M. Yusoff, “Nutritional Assessment

- among Type 2 Diabetes Mellitus Patient in Southeast Asian Countries : A Scoping Review,” vol. 19, no. 1, pp. 11–20, 2024.
- [12] N. P. Shetty, J. Shetty, V. Hegde, S. Dattatray, and M. Kv, “Journal of Ayurveda and Integrative Medicine A machine learning-based clinical decision support system for effective stratification of gestational diabetes mellitus and management through Ayurveda,” *J. Ayurveda Integr. Med.*, vol. 15, no. 6, p. 101051, 2024, doi: 10.1016/j.jaim.2024.101051.
- [13] E. Sadeghi, A. Khodadadiyan, S. A. Hosseini, S. M. Hosseini, and A. Aminorroaya, “Novel anthropometric indices for predicting type 2 diabetes mellitus,” *BMC Public Health*, pp. 1–8, 2024, doi: 10.1186/s12889-024-18541-7.
- [14] E. Tseng, A. Stein, N.-Y. Wang, N. N. Mathioudakis, H.-C. Yeh, and N. M. Maruthur, “Evaluation of a diabetes screening clinical decision support tool,” *AJPM Focus*, vol. 3, no. 6, pp. 1–6, 2024.
- [15] M. V Diaz-santana, K. M. O. Brien, Y. M. Park, D. P. Sandler, and C. R. Weinberg, “Persistence of Risk for Type 2 Diabetes After Gestational Diabetes Mellitus,” vol. 45, no. April, pp. 864–870, 2022.
- [16] R. Pratt *et al.*, “Assessing the implementation of a clinical decision support tool in primary care for diabetes prevention : a qualitative interview study using the Consolidated Framework for Implementation Science,” *BMC Med. Inform. Decis. Mak.*, pp. 1–9, 2022, doi: 10.1186/s12911-021-01745-x.
- [17] M. Broekhuis, L. Van Velsen, L. Peute, M. Halim, and H. Hermens, “Conceptualizing Usability for the eHealth Context : Content Analysis of Usability Problems of eHealth Applications Corresponding Author :,” vol. 5, doi: 10.2196/18198.
- [18] C. Paton, A. W. Kushniruk, E. M. Borycki, M. English, J. Warren, and C. Paton, “Improving the Usability and Safety of Digital Health Systems : The Role of Predictive Human-Computer Interaction Modeling Corresponding Author :,” vol. 23, pp. 1–8, 2021, doi: 10.2196/25281.