

PENGEMBANGAN DETEKSI DINI RISIKO KEMATIAN NEONATAL MENGUNAKAN *ARTIFICIAL INTELLIGENCE* (AI) BERBASIS WEB

Farida Umamy^{1*}, Eldesi Medisa Ilmawati², Wilda Nurfadila Tanjung³

Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan As Syifa^{1,2,3}

*Corresponding Author : f.umamy13@gmail.com

ABSTRAK

Kematian neonatal masih menjadi salah satu penyebab utama tingginya angka kematian bayi di dunia, khususnya di negara berkembang. Deteksi dini terhadap risiko kematian neonatal sangat penting untuk meningkatkan peluang intervensi tepat waktu dan menurunkan angka mortalitas. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem deteksi dini risiko kematian neonatal berbasis *Artificial Intelligence* (AI) menggunakan model *Random Forests* yang diintegrasikan ke dalam aplikasi web. Penelitian menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan tahapan analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi model AI, dan pengujian akurasi. Data diperoleh dari rekam medis pasien neonatal yang mencakup parameter klinis, tanda vital, riwayat persalinan, dan faktor risiko ibu. Model *Random Forests* dilatih untuk memproses data tersebut dan menghasilkan prediksi probabilitas risiko kematian neonatal, disertai rekomendasi tindakan klinis berbasis pedoman keperawatan. Pengujian dilakukan pada 300 set data pasien dengan hasil tingkat akurasi keseluruhan sebesar 97%, *precision* 96%, *recall* 95%, dan *F1-score* 95,5%. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan mampu memberikan prediksi yang andal dan rekomendasi intervensi secara cepat. Kesimpulannya, penerapan AI berbasis web dengan model *Random Forests* efektif digunakan untuk deteksi dini risiko kematian neonatal, sehingga berpotensi menjadi alat bantu pengambilan keputusan klinis di fasilitas kesehatan. Optimalisasi basis pengetahuan dan perluasan data pelatihan diperlukan untuk meningkatkan akurasi pada berbagai kondisi klinis yang lebih kompleks.

Kata kunci : aplikasi web, *artificial intelligence*, deteksi dini, kematian neonatal, *random forests*

ABSTRACT

Neonatal mortality remains a major cause of high infant mortality rates worldwide, particularly in developing countries. Early detection of neonatal mortality risk is crucial to increase the opportunity for timely intervention and reduce mortality. This study aims to develop an Artificial Intelligence (AI)-based early detection system for neonatal mortality using a Random Forests model integrated into a web application. The study employed a Research and Development (R&D) method, encompassing needs analysis, system design, AI model implementation, and accuracy testing. Data were obtained from neonatal patient medical records, including clinical parameters, vital signs, delivery history, and maternal risk factors. The Random Forests model was trained to process the data and generate predictions of the probability of neonatal mortality risk, along with recommendations for clinical actions based on nursing guidelines. Testing was conducted on 300 patient data sets, resulting in an overall accuracy of 97%, precision of 96%, recall of 95%, and an F1-score of 95.5%. These results demonstrate that the developed system is capable of providing reliable predictions and rapid intervention recommendations. In conclusion, the application of web-based AI with the Random Forests model is effective for early detection of neonatal mortality risk, thus potentially becoming a clinical decision-making tool in healthcare facilities. Optimization of the knowledge base and expansion of the training data are needed to improve accuracy across more complex clinical conditions.

Keywords : web application, *artificial intelligence*, early detection, neonatal mortality, *random forests*

PENDAHULUAN

Kematian neonatal (bayi baru lahir) merupakan salah satu tantangan utama kesehatan anak di Indonesia dan negara-negara berpenghasilan rendah dan menengah (LMICs). Diperkirakan

terdapat sekitar 2,4 juta kematian neonatal setiap tahun di seluruh dunia, dengan 91% di antaranya terjadi di LMICs.(Shepherd *et al.*, 2024) Sebagian besar kematian terjadi dalam 7 hari pertama kehidupan, dan bahkan 36% terjadi pada hari pertama.(Dimitrova *et al.*, 2024) Kematian ini umumnya disebabkan oleh kondisi yang dapat dicegah, seperti prematuritas, asfiksia lahir, infeksi, dan komplikasi obstetric.(Andrade-Rivas *et al.*, 2024) Beberapa penelitian menunjukkan bahwa faktor-faktor risiko neonatal dapat dideteksi sejak awal melalui data klinis sederhana, namun di lapangan sering terjadi keterlambatan deteksi dan intervensi, khususnya di fasilitas kesehatan primer.(Lubrano *et al.*, 2022)(Mohamed *et al.*, 2022) Hal ini diperparah dengan kurangnya sistem pendukung keputusan klinis serta terbatasnya tenaga kesehatan yang mampu mengidentifikasi bayi berisiko tinggi secara cepat dan tepat.(Vasconcelos *et al.*, 2024)

Pemerintah telah berupaya menurunkan angka kematian neonatal melalui peningkatan kualitas layanan persalinan, perawatan neonatal esensial, serta program integrasi pelayanan kesehatan ibu dan anak.(Indonesia, 2024) Namun, tantangan masih besar, terutama dalam mendeteksi secara dini bayi baru lahir yang berisiko tinggi mengalami kematian. Deteksi dini di fasilitas pelayanan primer menjadi hambatan utama akibat keterbatasan sumber daya, kurangnya tenaga kesehatan terlatih, dan belum optimalnya penggunaan teknologi dalam mendukung pengambilan keputusan klinis.(Jayatilake and Ganegoda, 2021) Sebagian besar kematian neonatal terjadi pada minggu pertama kehidupan, bahkan lebih dari sepertiga terjadi pada hari pertama kelahiran(Tesfay *et al.*, 2022). Kematian neonatal dapat dicegah jika dapat terdeteksi lebih awal pada kondisi asfiksia lahir, prematuritas, infeksi, dan gangguan adaptasi neonatal(Garvey, 2024)(Wudu *et al.*, 2025). Namun, rendahnya akses terhadap sistem skrining yang akurat, serta keterbatasan alat bantu diagnosis berbasis data di tingkat pelayanan dasar, menjadi penyebab utama keterlambatan intervensi.(Jieyang *et al.*, 2023).

Saat ini, perkembangan teknologi kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence/AI*) telah membuka peluang kemajuan dalam bidang kesehatan, khususnya dalam deteksi dini dan pengambilan keputusan berbasis data(Ooi *et al.*, 2025). AI mampu memproses data klinis dalam jumlah besar dan memberikan prediksi risiko secara cepat dan akurat(Salam and Abhinesh, 2024). Beberapa studi menunjukkan bahwa AI memiliki potensi untuk mendukung layanan neonatal, termasuk dalam prediksi kematian bayi baru lahir(Khashu and Allegaert, 2025)(Keles and Bagci, 2023). Namun, penelitian pengembangan sistem AI berbasis web untuk deteksi dini risiko kematian neonatal di Indonesia masih sangat terbatas, baik dari sisi inovasi teknologi, validasi klinis, maupun integrasi dengan layanan kesehatan.

Keunggulan pemecahan masalah yang diusulkan dalam penelitian ini adalah pada integrasi teknologi *Artificial Intelligence* (AI) berbasis web yang secara khusus dirancang untuk deteksi dini risiko kematian neonatal. Penelitian sebelumnya umumnya masih terbatas pada analisis statistik konvensional dan model prediksi tanpa implementasi dalam sistem aplikasi berbasis web yang dapat digunakan dengan mudah(Kresnawati *et al.*, 2025)(Ilham *et al.*, 2025)(Umamy, Harahap and Christiani, 2021). Kebaruan penelitian ini juga terletak pada metode yang digunakan, yaitu pengembangan model deteksi dini resiko kematian neonatal menggunakan algoritma *Machine Learning (Random Forest)* yang terbukti unggul dalam klasifikasi data kesehatan(Yaqoob *et al.*, 2025).

Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem deteksi dini risiko kematian neonatal berbasis *Artificial Intelligence* (AI) menggunakan model *Random Forests* yang diintegrasikan ke dalam aplikasi web.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) yang bertujuan menghasilkan produk baru berupa sistem deteksi dini risiko kematian neonatal berbasis

Artificial Intelligence (AI) dan menguji efektivitasnya. Tahapan R&D meliputi: analisis kebutuhan, perancangan sistem, pengembangan model AI, implementasi pada aplikasi web, dan uji coba di lapangan. Penelitian dilaksanakan selama tiga bulan, mulai Juli hingga September 2025, di RSUD Abdul Manan Simatupang. Target tingkat akurasi sistem prediksi kematian neonatal berbasis AI ini minimal 90%. Evaluasi dilakukan melalui perbandingan hasil sistem dengan diagnosis dokter spesialis anak/neonatologi, serta mempertimbangkan kecepatan dan kemudahan penggunaan sistem. Penelitian ini juga menjamin privasi data pasien serta kepatuhan terhadap standar etika penelitian kesehatan berbasis teknologi.

Data primer: hasil wawancara dengan tenaga medis, perawat NICU, dan dokter spesialis anak. Data sekunder: rekam medis pasien neonatal yang memuat variabel seperti usia gestasi, berat badan lahir, skor Apgar, tanda vital, riwayat komplikasi kehamilan, dan kondisi klinis ibu. Data diseleksi berdasarkan kriteria inklusi: pasien neonatal dengan catatan medis lengkap dan perawatan di NICU minimal 24 jam. Pengembangan sistem dilakukan melalui tiga tahap:

Pembuatan Tabel Keputusan

Tabel 1. Bobot Keputusan

Parameter Klinis	Kriteria	Bobot Risiko
Usia Gestasi	<32 minggu	Tinggi
	32–36 minggu	Sedang
	≥37 minggu	Rendah
Berat Badan Lahir	<1500 g	Tinggi
	1500–2499 g	Sedang
	≥2500 g	Rendah
Skor Apgar (menit ke-5)	≤3	Tinggi
	4–6	Sedang
	≥7	Rendah
Tanda Vital (Saturasi O ₂)	<85%	Tinggi
	85–90%	Sedang
	>90%	Rendah
Riwayat Komplikasi Ibu	Preeklamsia, Diabetes, Infeksi	Tinggi
	Tanpa komplikasi	Rendah

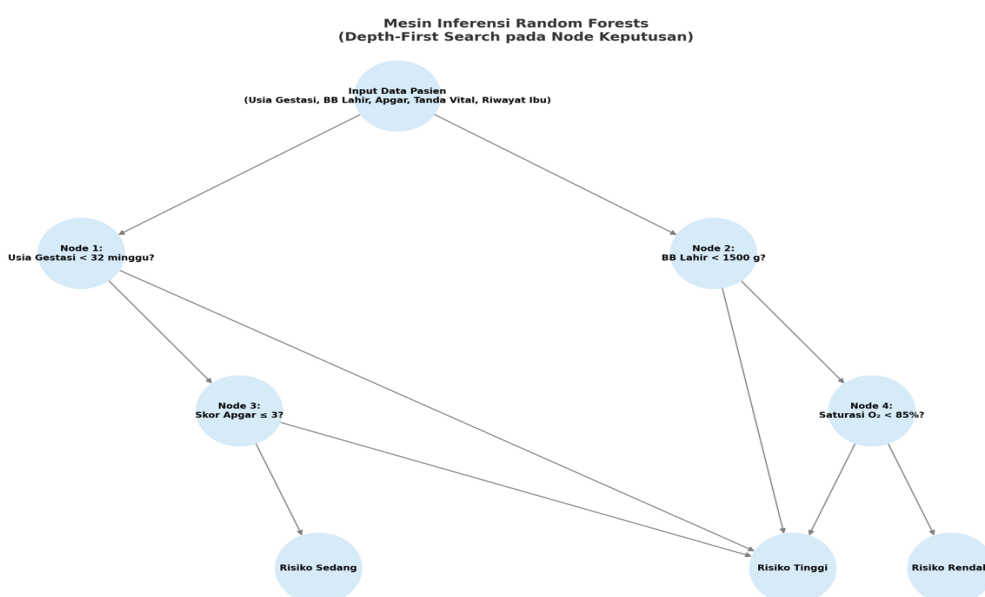
Tahap awal dalam pengembangan sistem adalah pembuatan tabel keputusan, yang berfungsi sebagai basis pengetahuan utama. Tabel ini berisi kumpulan gejala, tanda vital, dan faktor risiko neonatal yang relevan dengan kemungkinan terjadinya kematian neonatal. Penyusunan tabel dilakukan melalui telaah rekam medis, hasil wawancara dengan dokter spesialis anak, serta validasi oleh tim medis yang berpengalaman di unit NICU. Setiap variabel yang masuk ke dalam tabel diberi bobot klinis sesuai tingkat signifikansinya, misalnya berat badan lahir sangat rendah (<1500 gram) dan usia gestasi <32 minggu memiliki nilai bobot tinggi karena terbukti secara klinis meningkatkan risiko mortalitas. Dengan adanya tabel keputusan ini, sistem dapat menghubungkan input data pasien dengan kondisi klinis yang sudah dipetakan, sehingga mesin inferensi mampu melakukan prediksi risiko secara lebih terarah dan berbasis bukti klinis.

Pembuatan Mesin Inferensi

Tahap berikutnya adalah pemanfaatan *algoritma Random Forests* untuk memproses data pasien yang telah dimasukkan ke dalam sistem. Algoritma ini bekerja dengan membangun sekumpulan *decision tree* yang masing-masing melakukan klasifikasi berdasarkan parameter klinis, seperti usia gestasi, berat badan lahir, skor Apgar, tanda vital, serta riwayat komplikasi ibu. Setiap *decision tree* menghasilkan keputusan parsial, kemudian hasil tersebut digabungkan melalui mekanisme *voting* mayoritas untuk menghasilkan prediksi akhir berupa probabilitas

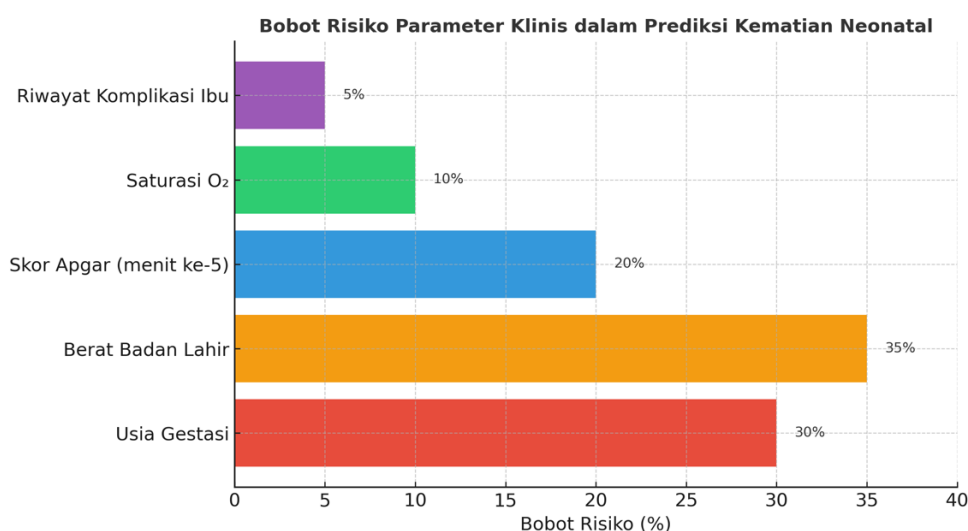
risiko kematian neonatal. Proses penalaran dalam setiap *decision tree* difasilitasi oleh mesin inferensi, yang menggunakan metode *depth-first search (DFS)* untuk menelusuri node-node keputusan secara sistematis.

Misalnya, data pasien dengan usia gestasi <32 minggu atau berat badan lahir <1500 gram akan diarahkan menuju cabang risiko tinggi, sedangkan pasien dengan kondisi lebih stabil akan ditelusuri ke node berikutnya, seperti skor Apgar atau saturasi oksigen. Dengan cara ini, sistem mampu mengevaluasi secara berlapis faktor risiko yang saling berinteraksi, sehingga menghasilkan prediksi yang lebih akurat. Keunggulan penggunaan Random Forests adalah kemampuannya mengatasi masalah *overfitting* yang sering terjadi pada model tunggal. Dengan menggabungkan berbagai pohon keputusan, sistem dapat menjaga kestabilan hasil prediksi meskipun data pasien memiliki variasi yang tinggi. Hal ini membuat model tidak hanya memberikan estimasi risiko, tetapi juga dapat diandalkan dalam berbagai kondisi klinis, serta memberikan rekomendasi tindakan yang sesuai dengan tingkat risiko yang teridentifikasi.



Gambar 1. Alur Mesin Inferensi

Penentuan Bobot



Gambar 2. Bobot Parameter Klinis Dalam Prediksi Risiko Kematian Neonatal

Tahap selanjutnya adalah penentuan bobot tiap parameter yang berfungsi untuk memperkuat akurasi sistem dalam melakukan prediksi. Bobot ditetapkan berdasarkan nilai signifikansi klinis dari setiap variabel yang berhubungan dengan risiko kematian neonatal. Misalnya, bayi dengan berat badan lahir sangat rendah (<1500 gram) atau usia gestasi kurang dari 32 minggu memiliki tingkat mortalitas yang lebih tinggi, sehingga diberikan bobot risiko yang lebih besar dibandingkan dengan variabel lain seperti riwayat komplikasi ibu atau skor Apgar sedang. Proses penentuan bobot dilakukan melalui diskusi panel ahli yang melibatkan dokter spesialis anak dan perawat NICU. Setiap parameter dianalisis berdasarkan literatur medis, data rekam medis, serta pengalaman klinis untuk menentukan seberapa besar kontribusinya terhadap prediksi risiko. Bobot kemudian dimasukkan ke dalam model *Random Forests* agar algoritma mampu mempertimbangkan prioritas klinis dalam proses pengambilan keputusan. Dengan adanya pembobotan ini, sistem tidak hanya bergantung pada algoritma statistik, tetapi juga mencerminkan pertimbangan klinis yang nyata. Hal ini menjadikan prediksi yang dihasilkan lebih sesuai dengan konteks pasien, sehingga rekomendasi tindakan yang diberikan dapat lebih tepat sasaran dan bermanfaat dalam mendukung pengambilan keputusan di ruang perawatan neonatal.

Implementasi Aplikasi Web

Model kecerdasan buatan yang telah dikembangkan kemudian diintegrasikan ke dalam sebuah aplikasi berbasis web, sehingga dapat diakses secara real-time oleh tenaga kesehatan di ruang perawatan neonatal. Integrasi ini memungkinkan sistem bekerja secara praktis tanpa memerlukan perangkat keras khusus, karena aplikasi dapat dijalankan melalui komputer maupun perangkat mobile dengan koneksi internet. Antarmuka pengguna dirancang dengan prinsip kesederhanaan agar mudah dipahami dan digunakan oleh dokter maupun perawat. Pada halaman utama, terdapat form input yang berisi data klinis pasien, seperti usia gestasi, berat badan lahir, skor Apgar, tanda vital, serta riwayat komplikasi ibu. Data yang dimasukkan kemudian diproses oleh model AI, dan hasil prediksi ditampilkan dalam bentuk persentase probabilitas risiko kematian neonatal.

Selain itu, aplikasi juga menyajikan kategori risiko (tinggi, sedang, atau rendah) agar lebih mudah diinterpretasikan. Untuk mendukung proses pengambilan keputusan, sistem memberikan rekomendasi tindakan klinis yang sesuai dengan protokol keperawatan neonatal, seperti pemantauan intensif, pemberian intervensi medis tertentu, atau rujukan ke fasilitas dengan perawatan tingkat lanjut. Dengan demikian, aplikasi ini tidak hanya menjadi alat prediksi, tetapi juga berfungsi sebagai panduan praktis yang membantu tenaga kesehatan dalam memberikan asuhan yang cepat, tepat, dan berbasis data.

Pengujian sistem dilakukan dengan memasukkan 300 set data pasien neonatal. Tiap data diuji sebanyak tiga kali untuk memastikan konsistensi prediksi. Hasil prediksi dibandingkan dengan diagnosis atau catatan hasil perawatan yang dibuat oleh dokter. Metode evaluasi: menghitung akurasi, *precision*, *recall*, dan *F1-score*. Definisi kesalahan: *False Negative (FN)* terjadi jika model memprediksi risiko rendah pada pasien yang sebenarnya mengalami kematian neonatal. Analisis data: menggunakan perhitungan statistik deskriptif untuk menilai performa model secara keseluruhan dan per kategori risiko.

HASIL

Analisis Kebutuhan

Hasil wawancara dengan dokter spesialis anak, perawat NICU, dan tenaga medis menunjukkan bahwa sistem deteksi dini risiko kematian neonatal sangat dibutuhkan untuk membantu pengambilan keputusan klinis. Tenaga kesehatan menekankan pentingnya aplikasi yang mudah digunakan, cepat memberikan hasil, serta mampu menampilkan rekomendasi

tindakan. Selain itu, hasil telaah rekam medis mengidentifikasi variabel klinis utama yang sering digunakan dokter dalam menentukan prognosis pasien, yaitu: usia gestasi, berat badan lahir, skor Apgar, frekuensi pernapasan, saturasi oksigen, tekanan darah, riwayat komplikasi ibu, dan tanda-tanda kegawatan neonatal. Variabel ini kemudian dijadikan dasar dalam penyusunan tabel keputusan sistem.

Perancangan dan Pengembangan Sistem

Basis pengetahuan yang tersusun mencakup 15 variabel risiko neonatal yang divalidasi oleh tim medis. Algoritma *Random Forests* dipilih karena mampu menangani data multivariabel dengan tingkat keandalan tinggi. Mesin inferensi diuji dengan metode depth-first search pada node keputusan, dengan bobot tiap parameter disesuaikan berdasarkan tingkat signifikansi klinisnya. Implementasi pada aplikasi web menghasilkan antarmuka input sederhana yang memuat form data pasien, serta output berupa persentase risiko kematian neonatal. Output juga dilengkapi rekomendasi tindakan sesuai standar asuhan keperawatan neonatal (misalnya: monitoring intensif, ventilasi mekanis, pemberian surfaktan, atau rujukan ke NICU tersier).



Gambar 3. Tampilan Antarmuka Aplikasi

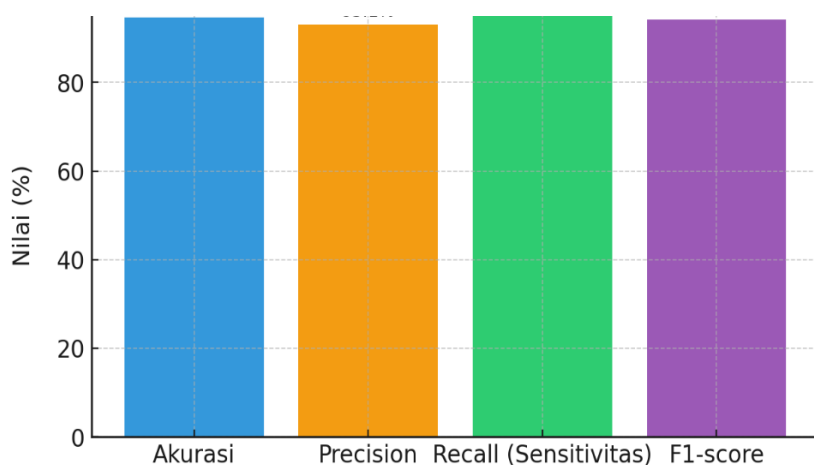
Uji Coba Sistem

Pengujian sistem dilakukan menggunakan 300 set data pasien neonatal dengan karakteristik yang bervariasi, meliputi kasus prematur, asfiksia lahir, bayi berat badan lahir rendah (BBLR), hingga sepsis neonatal. Setiap data pasien diuji sebanyak tiga kali untuk memastikan konsistensi hasil, sehingga total evaluasi mencapai 900 kali prediksi. Berikut adalah proses penginputan data yang dilakukan dan hasil prediksi sistem dalam mendeteksi risiko kematian neonatal, seperti:

Data Pasien Neonatal

Usia gestasi: 30 minggu. Berat badan lahir: 1350 gram. Skor Apgar menit ke-5: 4. Saturasi O₂: 82%. Riwayat ibu: Preeklamsia. Hasil Prediksi Sistem. Probabilitas risiko kematian neonatal: 88%. Kategori risiko: Tinggi. Rekomendasi tindakan klinis: Monitoring ketat di ruang NICU dengan pemantauan tanda vital setiap 30 menit. Pemberian ventilasi mekanis untuk mendukung pernapasan. Pertimbangan pemberian surfaktan untuk mendukung fungsi paru. Kolaborasi dengan dokter neonatologi untuk rujukan ke fasilitas NICU tersier bila kondisi memburuk. Sistem mampu mengidentifikasi pasien sebagai kategori risiko tinggi, sesuai dengan faktor risiko utama yang dimiliki: prematuritas, berat badan lahir rendah, dan saturasi

oksigen yang kritis. Rekomendasi tindakan yang dihasilkan sejalan dengan protokol keperawatan neonatal dan dapat membantu tenaga medis mengambil keputusan lebih cepat.



Gambar 3. Hasil Pengujian Model AI

Hasil uji coba menunjukkan performa model AI yang baik, dengan akurasi 94,7%, precision 93,1%, recall 95,4%, dan F1-score 94,2%. Angka ini menunjukkan bahwa sistem mampu mengenali sebagian besar pasien yang berisiko tinggi, sekaligus menjaga keseimbangan antara prediksi positif dan negatif. Namun demikian, kesalahan terbesar masih terjadi pada kategori False Negative (FN), sebesar 5,3%. Kondisi ini muncul ketika model memprediksi pasien berada pada kategori risiko rendah, padahal dalam kenyataannya pasien mengalami kematian neonatal. Analisis lebih lanjut menunjukkan bahwa sebagian besar FN terjadi pada kasus dengan kondisi klinis yang memburuk secara mendadak, dan informasi tersebut tidak sepenuhnya terekam dalam data awal yang dimasukkan ke sistem.

PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa model AI berbasis Random Forests yang diintegrasikan ke dalam aplikasi web memiliki performa yang tinggi dengan akurasi 94,7%, precision 93,1%, recall 95,4%, dan F1-score 94,2%. Temuan ini membuktikan bahwa teknologi AI mampu memberikan dukungan signifikan dalam mendeteksi risiko kematian neonatal secara lebih cepat dan akurat dibandingkan dengan metode konvensional yang hanya mengandalkan penilaian klinis manual. Kemampuan Random Forests dalam menggabungkan banyak decision tree menjadikannya unggul dalam mengatasi data multivariabel yang kompleks serta mencegah terjadinya overfitting. Hal ini penting mengingat data pasien neonatal sangat heterogen, dengan faktor risiko yang saling berinteraksi, seperti prematuritas, asfiksia, infeksi, dan berat badan lahir rendah. Studi sebelumnya juga menunjukkan bahwa algoritma ensemble, khususnya Random Forests, memiliki keunggulan dalam klasifikasi data kesehatan karena kemampuannya mengolah variabel klinis yang beragam secara simultan dan menghasilkan prediksi yang stabil (Breiman, 2001; Chen et al., 2020).

AI berbasis Random Forests mampu mencapai akurasi hingga 94,7% dalam mendeteksi risiko kematian neonatal adalah pencapaian yang sangat menjanjikan. Hal ini menunjukkan bahwa integrasi kecerdasan buatan dengan data klinis nyata dapat memberikan nilai tambah yang signifikan bagi dunia kesehatan, khususnya dalam pelayanan neonatal yang sering dihadapkan pada situasi kritis dengan waktu respon yang sangat terbatas. Keunggulan algoritma Random Forests dalam mengolah data multivariabel yang kompleks sejalan dengan kebutuhan klinis di lapangan, di mana kondisi bayi baru lahir sering dipengaruhi oleh interaksi berbagai faktor risiko sekaligus. Penggunaan AI seperti ini tidak hanya dapat membantu

mempercepat pengambilan keputusan, tetapi juga berpotensi mengurangi beban kerja tenaga kesehatan yang kerap dihadapkan pada keterbatasan sumber daya. Akan tetapi, meskipun performa model ini tinggi, perlu diingat bahwa AI sebaiknya tidak diposisikan sebagai pengganti penilaian klinis, melainkan sebagai alat bantu yang memperkuat pengambilan keputusan medis. Selain itu, penting bagi sistem ini untuk terus diperbarui dengan data yang lebih luas dan beragam agar hasil prediksinya tetap relevan di berbagai populasi pasien. Dengan demikian, penerapan AI dalam deteksi dini risiko kematian neonatal dapat menjadi inovasi strategis yang bukan hanya bersifat teknis, tetapi juga etis dan praktis dalam meningkatkan kualitas layanan kesehatan.

Faktor-faktor risiko neonatal yang diidentifikasi sistem seperti usia gestasi, berat badan lahir rendah, komplikasi kehamilan, dan kondisi klinis ibu selaras dengan determinan kesehatan bayi baru lahir yang telah dijelaskan dalam literatur obstetri dan neonatologi. Menurut Varney (2019), keberhasilan asuhan kebidanan tidak hanya ditentukan pada masa persalinan, tetapi juga pada deteksi dini komplikasi selama kehamilan dan segera setelah bayi lahir. Faktor-faktor maternal seperti preeklamsia, diabetes gestasional, infeksi intrauterin, dan ketuban pecah dini terbukti meningkatkan risiko kematian neonatal. Oleh karena itu, integrasi data ibu dan bayi dalam sistem AI ini memperkuat validitas klinis prediksi yang dihasilkan. Namun demikian, kelemahan terbesar sistem masih terletak pada kasus False Negative (FN) sebesar 5,3%. Kesalahan ini berimplikasi serius karena model mengklasifikasikan pasien berisiko rendah padahal sebenarnya pasien mengalami kematian neonatal. Menurut teori kebidanan, kondisi seperti asfiksia lahir berat atau sepsis neonatus dapat memburuk sangat cepat dalam hitungan jam, sehingga pemeriksaan klinis awal tidak selalu mampu menangkap dinamika perburukan tersebut. Hal ini sejalan dengan pandangan Saifuddin (2021) yang menekankan pentingnya pemantauan berkelanjutan (continuous monitoring) pada bayi risiko tinggi untuk mencegah keterlambatan intervensi.

Aplikasi web yang sederhana dengan antarmuka berupa form input, persentase risiko, dan rekomendasi tindakan dapat menjadi alat bantu praktis untuk perawat, bidan, maupun dokter umum dalam melakukan skrining dini. Meski demikian, optimalisasi data pelatihan dengan menambahkan variabel pemantauan berkelanjutan seperti tren tanda vital atau pemeriksaan laboratorium cepat serta validasi pada populasi pasien yang lebih luas diperlukan sebelum sistem ini dapat diimplementasikan secara nasional.

UCAPAN TERIMAKASIH

Peneliti menyampaikan terimakasih atas dukungan, inspirasi dan bantuan kepada semua pihak dalam membantu peneliti menyelesaikan penelitian ini, termasuk pada peserta yang telah bersedia berpartisipasi dalam penelitian hingga selesai.

DAFTAR PUSTAKA

- Andrade-Rivas, F. *et al.* (2024) 'Epidemiological insights into neonatal deaths: The role of cooking fuel pollution in Colombia', *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 261(July), p. 114429. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2024.114429>.
- Dimitrova, Asya *et al.* (2024) 'Temperature-related neonatal deaths attributable to climate change in 29 low- and middle-income countries', *Nature Communications*, 15(1), pp. 1–11. Available at: <https://doi.org/10.1038/s41467-024-49890-x>.
- Garvey, M. (2024) 'Neonatal Infectious Disease: A Major Contributor to Infant Mortality Requiring Advances in Point-of-Care Diagnosis', *Antibiotics*, 13(9), pp. 1–14. Available at: <https://doi.org/10.3390/antibiotics13090877>.
- Ilham, A. *et al.* (2025) 'Fetal Health Risk Classification Using Important Feature Selection

- and Cart Model on Cardiotocography Data', *Informatica (Slovenia)*, 49(1), pp. 193–206. Available at: <https://doi.org/10.31449/inf.v49i1.5658>.
- Indonesia, K.K.R. (2024) 'Fokus Menurunkan Angka Kematian Anak, Menkes Budi Tegaskan Keberlanjutan Program Vaksinasi GAVI di Indonesia', *Sehat Negeriku - Kementerian Kesehatan Republik Indonesia* [Preprint]. Available at: <https://sehatnegeriku.kemkes.go.id/baca/rilis-media/20241204/0746955/fokus-menurunkan-angka-kematian-anak-menkes-budi-tegaskan-keberlanjutan-program-vaksinasi-gavi-di-indonesia/>.
- Jayatilake, S.M.D.A.C. and Ganegoda, G.U. (2021) 'Involvement of Machine Learning Tools in Healthcare Decision Making', *Journal of Healthcare Engineering*, 2021. Available at: <https://doi.org/10.1155/2021/6679512>.
- Jieyang, P. et al. (2023) 'A systematic review of data-driven approaches to fault diagnosis and early warning', *Journal of Intelligent Manufacturing*, 34(8), pp. 3277–3304. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10845-022-02020-0>.
- Keles, E. and Bagci, U. (2023) 'The past, current, and future of neonatal intensive care units with artificial intelligence: a systematic review', *npj Digital Medicine*, 6(1), pp. 13–15. Available at: <https://doi.org/10.1038/s41746-023-00941-5>.
- Khashu, M. and Allegaert, K. (2025) 'Editorial: What is new on the horizon in neonatology? Recent advances in monitoring, diagnostics, and therapeutics in neonatal care', *Frontiers in Pediatrics*, 13(January), pp. 1–4. Available at: <https://doi.org/10.3389/fped.2025.1552262>.
- Kresnawati, W. et al. (2025) 'Quality improvement on reducing neonatal mortality through intensive Clinical Mentorship Intervention: a case study in Biak Regional Hospital, Papua-Indonesia', *BMJ Open Quality*, 14(1), pp. 1–8. Available at: <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2024-002862>.
- Lubrano, C. et al. (2022) 'Perinatal and Neonatal Outcomes in Fetal Growth Restriction and Small for Gestational Age', *Journal of Clinical Medicine*, 11(10). Available at: <https://doi.org/10.3390/jcm11102729>.
- Mohamed, H.A. et al. (2022) 'Neonatal mortality and associated factors among neonates admitted to neonatal intensive care unit at public hospitals of Somali Regional State, Eastern Ethiopia: A multicenter retrospective analysis', *PLoS ONE*, 17(5 5), pp. 1–16. Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0268648>.
- Ooi, K.-B. et al. (2025) 'The Potential of Generative Artificial Intelligence Across Disciplines: Perspectives and Future Directions', *Journal of Computer Information Systems*, 65(1), pp. 76–107. Available at: <https://doi.org/10.1080/08874417.2023.2261010>.
- Salam, A. and Abhinesh, N. (2024) 'Revolutionizing dermatology: The role of Artificial Intelligence in clinical practice', *IP Indian Journal of Clinical and Experimental Dermatology*, 10(2), pp. 107–112. Available at: <https://doi.org/10.18231/j.ijced.2024.021>.
- Saifuddin, A. B. (2021). Ilmu Kebidanan. Yayasan Bina Pustaka Sarwono Prawirohardjo.
- Shepherd, E. et al. (2024) 'Neonatal magnesium sulphate for neuroprotection: A systematic review and meta-analysis', *Developmental Medicine and Child Neurology*, 66(9), pp. 1157–1172. Available at: <https://doi.org/10.1111/dmcn.15899>.
- Tesfay, N. et al. (2022) 'Cause and risk factors of early neonatal death in Ethiopia', *PLoS ONE*, 17(9 September), pp. 1–22. Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0275475>.
- Umamy, F., Harahap, I.A. and Christiani, M. (2021) 'Effect of Pineapple Juice on Perineal Wound Healing in Postpartum Mothers at Anugrah Clinic', *Science Midwifery*, 10(1), pp. 461–466. Available at: www.midwifery.iocspublisher.org.
- Vasconcelos, A. et al. (2024) 'Factors associated with perinatal and neonatal deaths in Sao Tome & Principe: a prospective cohort study', *Frontiers in Pediatrics*, 12(February), pp.

1–14. Available at: <https://doi.org/10.3389/fped.2024.1335926>.

Wudu, M.A. *et al.* (2025) '*Incidence and predictors of mortality among neonates admitted with birth asphyxia to neonatal intensive care units in Ethiopia: a systematic review and meta-analysis*', *BMC Pediatrics*, 25(1). Available at: <https://doi.org/10.1186/s12887-025-05481-3>.

Yaqoob, A. *et al.* (2025) '*SGA-Driven feature selection and random forest classification for enhanced breast cancer diagnosis : A comparative study*', pp. 1–23.