

Sistem Pakar Prediksi Resiko Kesehatan Ibu Hamil Menggunakan Algoritma k-Nearest Neighbor

Rahmat Eka Wiguna¹, Ricky Firmansyah²

^{1,2}Program Studi Teknik Informatika, Universitas Adhirajasa Reswara Sanjaya

e-mail: ¹rahm.ekawiguna@gmail.com, ²ricky@ars.ac.id

Abstrak

Kehamilan pada dasarnya merupakan proses mekanisme yang normal dari reproduksi, akan tetapi tetap diperlukan penangan dan pengawasan awal yang intensif agar kesehatan ibu dan calon bayi dapat terus terpantau hingga dapat melahirkan dalam kondisi yang sehat. Resiko tersebut dapat menyebabkan kematian pada ibu hamil. Salah satu resiko tersebut ialah faktor hipertensi. Sehingga pengawasan terhadap kondisi tekanan darah ibu hamil perlu dilakukan selama masa kehamilan untuk dapat mengetahui resiko pada ibu hamil. Sehingga, dibutuhkan aplikasi yang dapat memprediksi dan merekomendasi bagi ibu hamil tentang resiko kesehatan selama masa kehamilan. Sistem pakar dipilih karena dapat menyimpan bahkan mengimplementasikan *artificial intelligence* dalam melakukan pemeriksaan. *Artificial intelligence* akan menganalisis pengetahuan serta pola yang diperoleh dari serangkaian data. Mengolah dataset tersebut dibutuhkan algoritma yang akan digunakan untuk melatih data tersebut untuk mendapatkan pengetahuan yang diperlukan untuk memprediksi resiko kesehatan ibu hamil. Algoritma k-nearest neighbor akan digunakan pada penelitian ini. Sistem pakar dapat memprediksi resiko kesehatan ibu hamil berdasarkan tekanan darah, denyut jantung dan kadar gula darah yang diambil dari dataset maternal health risk. Sistem pakar dapat memprediksi resiko kehamilan menjadi tiga golongan yakni resiko rendah, resiko sedang dan resiko tinggi.

Kata kunci—sistem pakar, resiko, kehamilan, *k-nearest neighbor*

Abstract

Pregnancy is basically a normal reproductive process, but special early care and supervision is still needed so that the health of the mother and fetus can be continuously monitored so that they can give birth in a healthy condition, therefore a normal pregnancy still has risks. These risks can cause death in pregnant women. One of these risk factors is hypertension. So that monitoring of the condition of pregnant women's blood pressure needs to be done during pregnancy to be able to know the risks to pregnant women. Therefore, we need an application that can provide predictions and recommendations for pregnant women about health risks during pregnancy. The expert system was chosen because it can record and even implement artificial intelligence in making a diagnosis. Artificial intelligence will analyze patterns and knowledge obtained from a number of data. Processing the dataset requires an algorithm that will be used to train the data to get the knowledge needed to predict the health risks of pregnant women. The algorithm that will be used in this research is the k-nearest neighbor algorithm. The expert system can predict the health risks of pregnant women based on blood pressure, heart rate and blood sugar levels taken from the maternal health risk dataset. The expert system can predict the risk of pregnancy into three groups, namely low risk, medium risk and high risk.

Keywords—expert system, risk, maternal, *k-nearest neighbor*

Corresponding Author:

Ricky Firmansyah

Email: ricky@ars.ac.id

1. PENDAHULUAN

Angka kematian ibu hamil di Indonesia dalam 100 ribu penduduk terdapat 300 kematian. Angka tersebut jauh lebih besar jika dipadankan dengan negara maju lainnya dengan rata-rata hanya 70 kematian per 100 ribu penduduk [1]. Kehamilan pada dasarnya merupakan proses mekanisme yang normal dari reproduksi, akan tetapi tetap diperlukan penangan dan pengawasan awal yang intensif agar kesehatan ibu dan calon bayi dapat terus terpantau hingga dapat melahirkan dalam kondisi yang sehat [2].

Resiko tersebut bisa saja berujung pada kematian. Ini merupakan peristiwa yang kompleks yang bisa dibedakan menjadi determinan dekat, antara dan jauh [3]. Determinan dekat meliputi pendarahan, preeklamsi/eklamsi atau penyakit bawaan lain yang diderita ibu sebelum masa kehamilan atau melahirkan. Sementara determinan antara berhubungan dengan faktor kesehatan ibu seperti status kesehatan dan reproduksi ibu. Adapun determinan jauh berkaitan dengan kondisi demografi, sosiokultural hingga akses terhadap pelayanan kesehatan [4].

Determinan dekat menjadi faktor terbesar penyebab angka kematian ibu hamil di Indonesia masih cukup tinggi, dimana 31% disebabkan oleh pendarahan, 26% hipertensi dan infeksi sebesar 6% [5]. Faktor hipertensi disebabkan oleh preeklamsia dan eklamsia. Preeklamsia adalah kondisi dimana terjadi peningkatan tekanan darah disertai adanya protein dalam urine. Preeklamsia merupakan kondisi sebelum terjadinya eklamsia [6].

Eklamsia adalah kondisi komplikasi pada masa kehamilan yang ditandai dengan tekanan darah yang tinggi dan kejang, baik sebelum maupun setelah persalinan. Kondisi ini sangatlah serius bagi ibu hamil, dan selalu diawali dengan preeklamsia [7]. Sehingga tekanan darah ibu hamil sangatlah penting untuk diperhatikan baik selama masa kehamilan maupun melahirkan.

Pengawasan terhadap kondisi tekanan darah ibu hamil perlu dilakukan selama masa kehamilan untuk dapat mengetahui resiko pada ibu hamil. Sehingga, dibutuhkan aplikasi yang dapat memprediksi dan merekomendasi bagi ibu hamil tentang resiko kesehatan. Prediksi dapat dilakukan dengan menghitung tekanan darah sistolik, diastolik, kadar gula darah dan denyut jantung [8] ibu untuk memprediksi resiko kesehatan selama masa kehamilan.

Prediksi pada hal ini, dapat dibuat sistem pakar (*expert system*) untuk memberikan hasil prediksi resiko kesehatan ibu hamil. Sistem pakar dipilih karena dapat menyimpan bahkan mengimplementasikan *artificial intelligence* dalam melakukan pemeriksaan [9]. *Artificial intelligence* akan menganalisis pengetahuan serta pola yang diperoleh dari serangkaian data. Dalam situasi ini, dibutuhkan suatu algoritma untuk menjalankan perhitungan. [10].

Guna mendapatkan pengetahuan terkait karakteristik seperti apa yang dapat menyebabkan resiko tinggi pada kehamilan ibu maupun karakteristik seperti apa yang memiliki resiko rendah pada kehamilan ibu [11], diperlukan himpunan data yang akan digunakan sebagai referensi dalam membuat aplikasi sistem pakar berbasis kecerdasan buatan ini.

Adapun himpunan data (*dataset*) yang akan digunakan merupakan dataset sekunder yang didapatkan dari *repository* publik University California of Irvine *Machine Learning Repository*. Basis data ini terbentuk dari 1014 contoh disertai 7 atribut [8], dimana keseluruhan atribut tersebut bernilai numerik. Untuk mengolah dataset tersebut diperlukan sebuah algoritma yang akan dipakai untuk melatih data tersebut untuk mendapatkan pengetahuan [12] yang diperlukan untuk memprediksi resiko kesehatan ibu hamil.

Algoritma *k-nearest neighbor* adalah salah satu algoritma yang paling mudah dipahami dan diimplementasikan [13], serta merupakan salah satu algoritma paling sederhana jika dibandingkan dengan algoritma lainnya [14]. Algoritma *k-nearest neighbor* dianggap baik dalam menangani dataset dengan nilai numerik bersama dengan algoritma *neural network* [15].

Meskipun algoritma *k-nearest neighbor* dianggap sebagai algoritma yang sederhana [16], tetapi pada beberapa kondisi, *k-nearest neighbor* mampu disetarakan dengan algoritma *neural network* [17] dan *support vector machine* yang merupakan algoritma yang lebih kompleks [18]

2. METODE PENELITIAN

2.1. Desain Penelitian

Menurut Higher Education Funding Council for England (HECFE), penelitian merujuk pada kegiatan investigasi sistematis dalam suatu bidang tertentu, yang bertujuan untuk memperoleh pemahaman dan pengetahuan baru [19] serta merevisi fakta, teori, dan aplikasi yang ada. Dengan demikian, penelitian dianggap sebagai sebuah upaya untuk menemukan hal-hal baru dalam suatu bidang [20].

Dalam penelitian ini, digunakan teknik eksperimen, yang melibatkan pemeriksaan beberapa variabel melalui tes yang dikontrol oleh peneliti sendiri. Terdapat tahapan yang akan dikerjakan pada penelitian ini, antara lain [19]:

1. *Gathering*

Tahap ini menjelaskan bagaimana dan dari mana data yang dipakai pada penelitian ini diperoleh, serta menentukan data mana yang akan diolah.

2. *Pre-processing*

Pada tahap awal pengolahan data, dilakukan proses pembersihan data, transformasi data menjadi bentuk yang dibutuhkan, dan pengelompokan serta penentuan atribut data.

3. *Proposed Method*

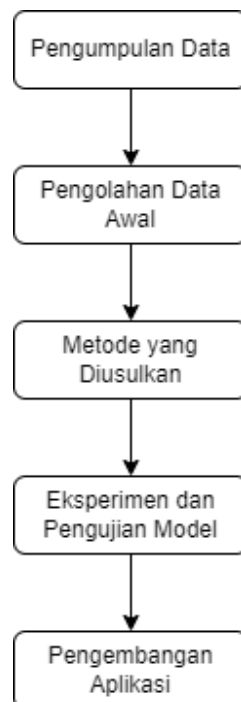
Setelah pengolahan data awal, lalu dibuatkan model yang sesuai dengan jenis data. Pembagian data ke dalam data pelatihan (training dataset) dan data pengujian (testing dataset) juga diperlukan untuk pembuatan model.

4. *Test and Experiment*

Pada tahapan ini, dilakukan eksperimen dan pengujian model terhadap data yang sebelumnya sudah diolah. Perhitungan dengan masing-masing algoritma akan diulang beberapa kali untuk mendapatkan besaran parameter terbaik.

5. *Development*

Pada tahapan ini, dilakukan pengembangan aplikasi berdasarkan hasil eksperimen dan pengujian model yang telah dilakukan. Aplikasi yang akan dikembangkan berupa aplikasi berbasis website.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

2.2. Pengumpulan Data

Sampel data yang dipakai pada penelitian ini yakni data sekunder yang diambil dari kumpulan data dari *Daffodil International University* oleh peneliti bernama Marzia Ahmssed [8], data tersebut merupakan data ibu hamil yang diambil dari beberapa rumah sakit di kota Dhaka, Bangladesh.

Tabel 1. Atribut Dataset

Atribut	Deskripsi	Tipe Data
AGE	Usia ibu ketika hamil	Numerik
SystolicBP	Tekanan darah sistolik (nilai atas dari tensi darah) ibu hamil	Numerik
DiastolicBP	Tekanan darah diastolik (nilai bawah dari tensi darah) ibu hamil	Numerik
BS	Kadar gula darah ibu hamil	Numerik
BodyTemp	Suhu tubuh ibu hamil	Numerik
HeartRate	Denyut jantung ibu hamil	Numerik
RiskLevel	Level resiko kehamilan	Binary

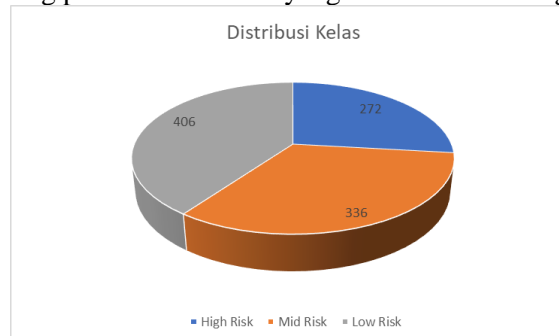
Dataset ini memuat informasi tentang setiap pasien yang direpresentasikan dalam data dan terdiri dari 7 atribut yang merepresentasikan kondisi ibu hamil. 7 atribut tersebut berupa data numeric dan binary. Dataset ini memiliki tiga kelas yang mewakili kategori besarnya resiko yang mungkin dialami oleh ibu hamil yaitu, *high risk*, *mid risk* dan *low risk*. Jumlah sampel pada dataset ini sebanyak 1.014 dengan distribusi sampel untuk kelas *high risk* sebanyak 272 sampel, *mid risk* sebanyak 336 sampel dan *low risk* sebanyak 406 sampel. Pola distribusi sampel pada setiap kelas dapat dilihat pada Gambar 1.

Tabel 2. Statistik Dataset

Atribut	Rata-rata	Maksimum	Minimum	Standar Deviasi
Age	29,871795	70	10	13,474386
SystolicBP	113,1982249	160	70	18,40391276
DiastolicBP	76,46055227	100	49	13,88579572
BS	11,53168	19	6	4,1929913
BodyTemp	98,665678	103	98	1,3733673
HeartRate	74,301775	90	7	8,0887023

2.3. Pengolahan Data Awal

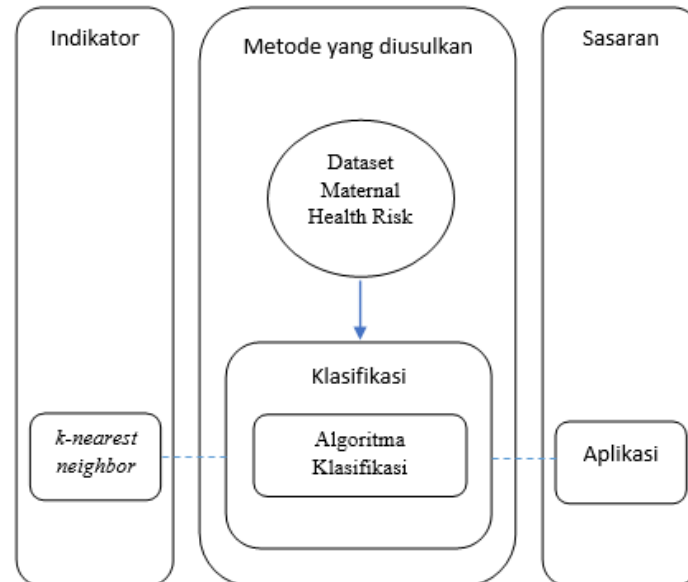
Dalam rangka menguji model yang telah dibuat, dataset akan dibagi menjadi data training dan data testing. Data training akan digunakan untuk membangun model, sementara data testing akan digunakan untuk menguji model menggunakan *split validation*. Hal ini bertujuan untuk memperoleh informasi tentang performa rata-rata yang dihasilkan oleh algoritma k-nearest.



Gambar 2. Distribusi Kelas Dataset

2.4. Metode yang Diusulkan

Algoritma *k*-nearest neighbor digunakan sebagai algoritma *classifier*. Setelah dilakukan klasifikasi, akurasi model akan dievaluasi dengan menggunakan confusion matrix. Penjelasan terperinci tentang metode yang diusulkan dapat ditemukan pada Gambar 3.

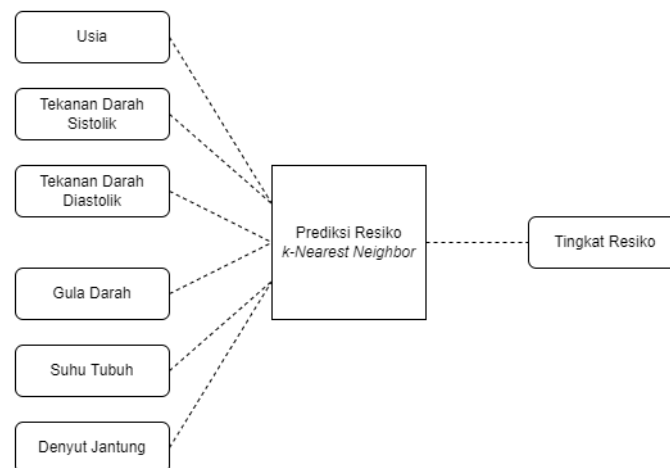


Gambar 3. Metode yang Diusulkan

Algoritma *k*-nearest neighbor akan menganalisa enam data masukan yang akan diinputkan oleh pengguna yaitu usia, tekanan darah sistolik, tekanan darah diastolik, gula darah, suhu tubuh dan denyut jantung untuk kemudian tingkat resiko kehamilan akan diprediksi.

2.5. Eksperimen dan Pengujian Model

Dalam eksperimen ini, penelitian dilakukan dengan menggunakan komputer untuk melakukan perhitungan pada model yang diusulkan.



Gambar 4. Input dan Output Model Algoritma *k*-Nearest Neighbor

1. Mendesain arsitektur *k*-nearest neighbor.
2. Membandingkan hasil akurasi pada kelima eksperimen
3. Membuat aplikasi menggunakan model yang memiliki akurasi paling baik.

2.6. Pengembangan Aplikasi

Setelah tahapan eksperimen dilakukan, pengembangan aplikasi dilakukan untuk mengembangkan aplikasi berbasis website yang dapat memprediksi resiko kehamilan pada ibu hamil berdasarkan kondisi tekanan darah dari ibu hamil. Nantinya, ibu hamil dapat melakukan diagnosa secara mandiri untuk mengetahui resiko kehamilannya melalui aplikasi ini.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisa Kebutuhan Perangkat Lunak

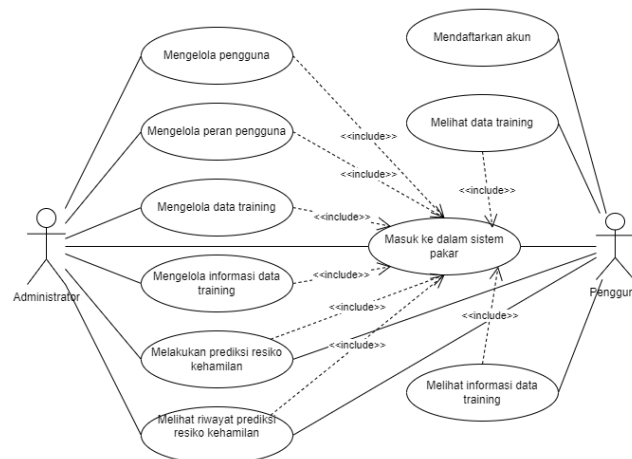
Dalam rangka membangun dan mengembangkan perangkat lunak, diperlukan berbagai macam kebutuhan yang harus dipenuhi. Oleh karena itu, dilakukan tahap analisis kebutuhan perangkat lunak yang melibatkan proses analisis dan pengumpulan kebutuhan sistem, seperti informasi, sistem kerja, dan tampilan antarmuka yang diinginkan. Tujuan dari tahap ini adalah untuk menemukan solusi perangkat lunak yang sesuai dengan kebutuhan yang telah ditentukan. Berikut adalah tahapan analisis kebutuhan perangkat lunak yang akan dilakukan dalam sistem usulan ini.

Terdapat beberapa pengguna utama dalam sistem pakar yang akan dikembangkan seperti, pengguna (*user*) dan pengelola (*administrator*). Berikut ini merupakan spesifikasi kebutuhan perangkat lunak berdasarkan jenis pengguna:

A. Administrator

Dibawah ini adalah kebutuhan perangkat lunak yang diperlukan oleh administrator sebagai pengelola dari sistem pakar ini:

1. Memiliki akses masuk ke dalam sistem pakar
2. Memiliki kemampuan untuk mengelola pengguna
3. Memiliki kemampuan untuk mengelola peran (role) pengguna
4. Dapat mengelola data training
5. Dapat mengelola informasi mengenai data training
6. Dapat melakukan prediksi resiko kehamilan.



Gambar 5. Use Case Diagram Sistem Pakar

B. Pengguna (*end user*)

Ini adalah beberapa kebutuhan perangkat lunak yang harus dipenuhi oleh pengguna yang akan menggunakan sistem pakar ini:

1. Login ke sistem pakar.
2. Melihat data pelatihan.
3. Melihat informasi tentang data pelatihan.
4. Melakukan prediksi risiko kehamilan.

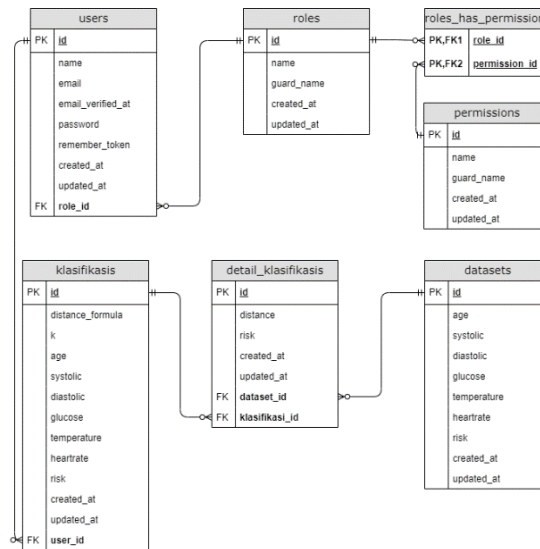
5. Melihat riwayat prediksi risiko kehamilan.
6. Mendaftar akun.

3.2. Use Case Diagram

Use Case Diagram memiliki fungsi untuk memvisualisasikan fungsionalitas yang diharapkan dari suatu sistem. Pada sistem pakar ini, terdapat Use Case Diagram dan deskripsi Use Case yang akan menjelaskan fungsionalitas sistem secara rinci.

3.3. Entity Relationship Diagram

Desain database mencakup struktur tabel dan relasi antar tabel yang terdapat pada sistem. Untuk menggambarkan struktur tersebut, penulis menggunakan Entity Relationship Diagram (ERD) yang memperlihatkan tabel beserta relasi antar tabel secara visual.



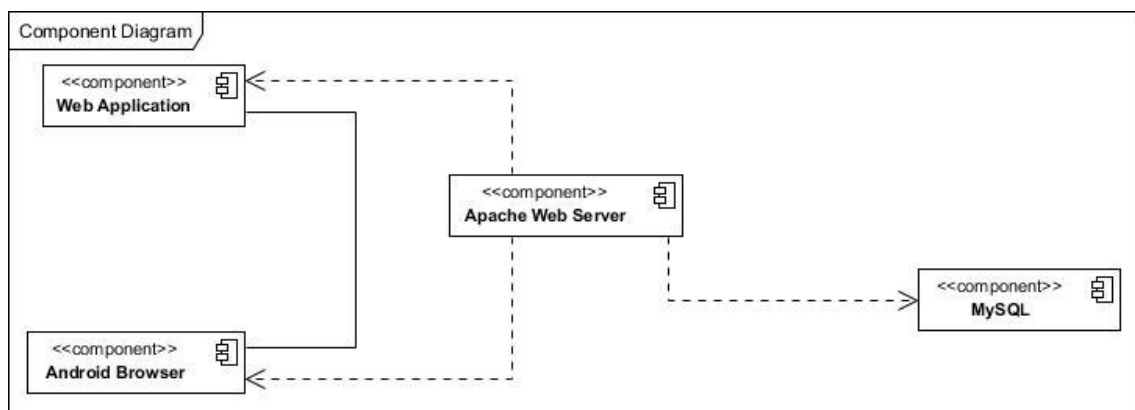
Gambar 6. Entity Relationship Diagram

3.4. Software Architecture

Dua jenis diagram ini dipilih untuk memperlihatkan komponen-komponen sistem dan hubungan antara komponen, serta bagaimana komponen-komponen tersebut ditempatkan pada perangkat keras.

A. Diagram Komponen

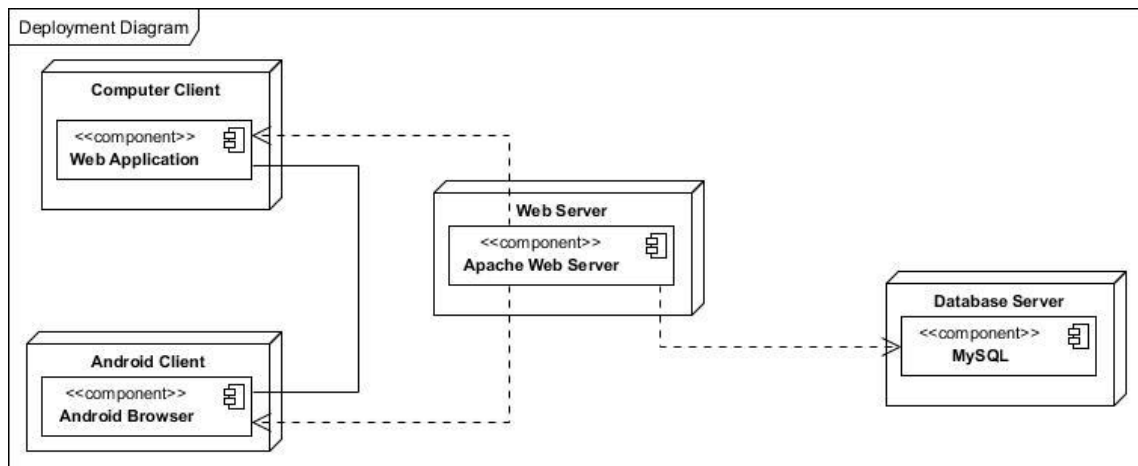
Struktur serta hubungan antara setiap komponen dapat dilihat pada diagram komponen pada Gambar 7.



Gambar 7. Component Diagram Sistem pakar

B. Diagram Penyebaran

Diagram penyebaran (Deployment Diagram) digunakan untuk memetakan alokasi komponen dan objek ke dalam node fisik dan menunjukkan hubungan di antara node tersebut dalam sistem. Diagram ini memberikan gambaran tentang bagaimana sistem akan diimplementasikan secara fisik pada infrastruktur perangkat keras yang tersedia. Diagram penyebaran ini menunjukkan bagaimana artefak sistem seperti perangkat lunak, file konfigurasi, dan basis data didistribusikan pada node fisik atau perangkat keras yang berbeda. Diagram penyebaran dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. *Deployment Diagram* Sistem pakar

3.5. Desain Antarmuka

Desain antarmuka pengguna menunjukkan bagaimana bentuk perangkat lunak yang akan dibangun akan terlihat, berdasarkan struktur aplikasi yang telah dibuat sebelumnya. Perancangan antarmuka meliputi desain tampilan input dan desain tampilan output.

1. Halaman Awal

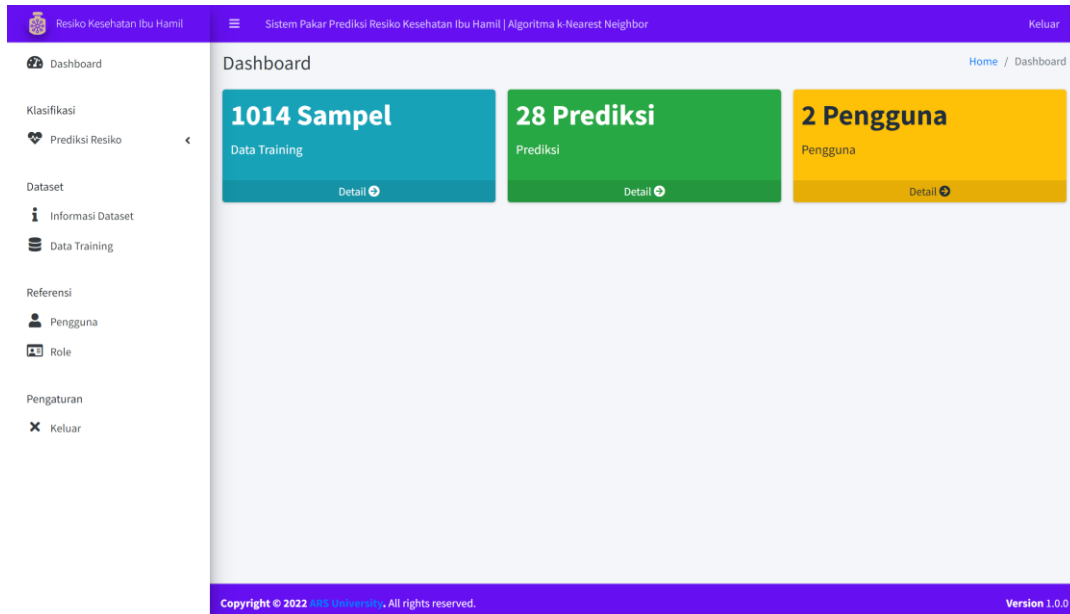
Halaman pertama yang tampil saat mengakses sistem pakar adalah halaman awal. Halaman ini hanya menampilkan tampilan sampul saja dengan beberapa menu navigasi seperti login untuk mengakses sistem pakar, registrasi akun baru, dan informasi dataset



Gambar 9. Halaman Awal

2. Halaman Kendali

Halaman kendali adalah halaman pertama yang muncul saat pengguna berhasil masuk ke dalam sistem pakar. Halaman ini berisi menu navigasi yang digunakan untuk mengakses fitur-fitur dalam sistem pakar.



Gambar 10. Halaman Dashboard

3. Halaman Prediksi Resiko Kehamilan

Halaman prediksi resiko kehamilan digunakan untuk memprediksi resiko kehamilan dari ibu hamil. Dalam hal ini, sistem pakar akan memprediksi ibu hamil menjadi tiga yakni resiko rendah, sedang dan tinggi.

Gambar 11. Halaman Prediksi Resiko Kehamilan

4. Halaman Hasil Prediksi Resiko Kehamilan

Setelah sistem pakar selesai memproses prediksi yang telah dimasukkan ke dalamnya, halaman yang menampilkan hasil prediksi resiko kehamilan akan muncul.

Detail Prediksi

Tetangga Terdekat

Show: 10 entries Search:

ID	Usia	Tekanan Darah Sistolik	Tekanan Darah Diastolik	Kadar Gula Darah	Suhu Tubuh	Denyut Jantung	Resiko	Distance
506	17	70	50	7.9	36.7	70	Rendah	59.335486852304
536	16	70	50	7.5	37.8	70	Rendah	59.338773158871
911	17	70	50	7.9	36.7	70	Rendah	59.335486852304

Showing 1 to 3 of 3 entries Previous 1 Next

Hasil Prediksi

♥ Kehamilan Beresiko Rendah

Copyright © 2022 ANS Universitas... All rights reserved. Version 1.0.0

Gambar 12. Halaman Hasil Prediksi Resiko Kehamilan

4. KESIMPULAN

Penelitian yang telah dilakukan dalam beberapa tahapan telah memperoleh beberapa kesimpulan yakni, sistem pakar dapat memprediksi resiko kesehatan ibu hamil berdasarkan tekanan darah, denyut jantung dan kadar gula darah yang diambil dari dataset *maternal health risk*. Sistem pakar dapat memprediksi resiko kehamilan menjadi tiga golongan yakni resiko rendah, resiko sedang dan resiko tinggi. Dalam penelitian ini, algoritma k-nearest neighbor digunakan untuk memprediksi resiko kesehatan ibu hamil. Prediksi dilakukan dengan menghitung jarak antara atribut ibu hamil yang dimasukkan ke dalam sistem pakar dengan dataset yang telah ada. Selanjutnya, jarak yang paling dekat dicari untuk mendapatkan prediksi yang akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Gunadi, "Angka Kematian Ibu Hamil Masih Tinggi, Ini Upaya Kemenkes RI," 19 Agustus 2021. [Online]. Available: <https://mediaindonesia.com/humaniora/426546/angka-kematian-ibu-hamil-masih-tinggi-ini-upaya-kemenkes-ri#:~:text=MENTERI%20Kesehatan%20RI%20Budi%20Gunadi,kematian%20per%20100%20ribu%20penduduk..>
- [2] D. Wiyono, *Manajemen Kesehatan Ibu dan Anak*, Surabaya: Duta Prima Airlangga, 2018.
- [3] J. McCharly dan D. A. Maine, "Framework for analysis the determinants of maternal mortality," *Studies in Family Planing*, vol. 23, no. 1, pp. 23-33, 2018.
- [4] I. Herawati, "Analisis kematian ibu di Indonesia tahun 2020 berdasarkan data SDKI," Departemen Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta, 2021.

- [5] M. Ikhtiar dan Y. Yasir, "Analysis of Maternal Mortality Determinants in Gowa District South Sulawesi Province, Indonesia," *American Journal of Public Health Research*, 2015.
- [6] A. I. Fibrina, "Faktor-faktor resiko yang mempengaruhi kematian maternal," *Jurnal Universitas Diponegoro*, 2017.
- [7] K. Jayanti, "Indeks Prediktif Resiko Kematian Ibu di Kota Surabaya," *Jurnal Epidomologi*, 2016.
- [8] M. Ahmed, M. A. Kashem, M. Rahman dan S. Khatun, "Review and Analysis of Risk Factor of Maternal Health in Remote Area Using the Internet of Things (IoT)," *Lecture Notes in Electrical Engineering*, 2020.
- [9] N. L. S. R. Rahayu dan V. A. Sandi, "SISTEM PAKAR DIAGNOSA ERROR SISTEM PADA "PT. DANACO GLOBAL SOLUSI-OXY SYSTEM" MENGGUNAKAN METODE CERTAINTY FACTOR BERBASIS WEB," *Sintech Journal*, pp. 61-69, 2018.
- [10] H. Sa'diah, F. Indriani dan D. T. Nugrahadi, "METODE NAIVE BAYES GAUSSIAN DALAM PEMILIHAN PENGOBATAN KUTIL," *Seminar Nasional Ilmu Komputer (SOLITER)*, pp. 24-36, 2019.
- [11] N. Paramitha, E. Junianto dan S. Susanti, "Penerapan Teorema Bayes Untuk Diagnosis Penyakit Pada Ibu Hamil Berbasis Android," *Jurnal Informatika*, vol. 6, no. 1, pp. 53-61, 2019.
- [12] A. Supriyatna dan W. P. Mustika, "KOMPARASI ALGORITMA NAIVE BAYES DAN SVM UNTUK MEMREDIKSI KEBERHASILAN IMUNOTERAPI PADA PENYAKIT KUTIL," *Jurnal Sains Komputer dan Informatika*, 2018.
- [13] R. T. Prasetyo dan D. Riana, "A Comparison of Classification Methods in Vertebral Column Disorder with the Application of Genetic Algorithm and Bagging," dalam *2015 4th International Conference on Instrumentation, Communications, Information Technology, and Biomedical Engineering (ICICI-BME)*, Bandung, 2015.
- [14] F. Gorunescu, *Data Mining: Concepts, Models and Techniques*, New York: Springer, 2011.
- [15] D. T. Larose, *Data Mining Methods and Model*, New Jersey: John Willey & Sons, Inc, 2007.
- [16] R. T. Prasetyo, A. A. Rismayadi dan I. F. Anshori, "Implementasi Algoritma Genetika pada k-nearest neighbours untuk klasifikasi kerusakan tulang belakang," *Jurnal Informatika*, vol. 5, no. 2, pp. 186-194, 2018.
- [17] Y. Ramdhani dan D. Riana, "Hierarchical Decision Approach based on Neural Network and Genetic Algorithm method for single image classification of Pap smear," dalam *2017 Second International Conference on Informatics and Computing (ICIC)*, 2017.
- [18] X. Wu, V. Kumar, Q. J. Ross, J. Ghosh dan Q. Yang, "Top 10 algorithms in data mining," *Knowledge and Information*, 2008.
- [19] Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*, Bandung: Alfabeta, 2017.
- [20] D. Satori dan A. Komariah, *Metodologi Penelitian Kualitatif*, Bandung: Alfabeta, 2019.