

Sistem Pakar untuk Deteksi Penyakit Jantung dengan Optimasi Parameter Metode Klasifikasi C4.5

Hidayat Muhammad Nur^{1*}, Elly Muningsih², Sutrisno³

^{1,2}*Program Studi Sistem Informasi, Universitas Bina Sarana Informatika*

³*Program Studi Teknik Komputer, Universitas Bina Sarana Informatika*

** Corresponding Author. E-mail: hidayat.hmm@bsi.ac.id.*

Abstract

Penyakit jantung adalah penyebab kematian terbesar di dunia dan penyakit kronis dengan risiko yang signifikan. Menurut Riskesdas 2022, kasus penyakit jantung di Indonesia mencapai lebih dari 15 juta penderita. Banyak pasien tidak menyadari gejala awal penyakit jantung hingga terjadi komplikasi serius seperti serangan jantung atau gagal jantung. Untuk membantu deteksi dini, diperlukan sistem yang mampu melakukan prediksi risiko penyakit jantung secara cepat dan akurat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat sistem pakar yang dapat mengidentifikasi penyakit jantung dengan menggunakan pendekatan klasifikasi Pohon Keputusan (C4.5) dan mengoptimalkan parameter untuk mendapatkan tingkat akurasi tertinggi. Sejumlah parameter algoritma C4.5 yang penting, termasuk kriteria, kedalaman maksimum, dan pemangkasan, serta jumlah lipatan dalam Validasi Silang, dioptimalkan. Dataset Penyakit Jantung Kaggle, yang memiliki 500 entri dan tujuh karakteristik (termasuk satu atribut unik), adalah sumber dataset tersebut. Prapemrosesan data, pelatihan model, dan pengukuran akurasi baik sebelum maupun sesudah optimasi merupakan semua langkah dalam proses penelitian. Membandingkan angka akurasi yang diperoleh sebelum dan sesudah optimasi adalah bagaimana evaluasi dilakukan. Diketahui dari penelitian bahwa nilai akurasi sekitar 70,00% sebelum optimasi dan naik menjadi 78,00% setelah optimasi.

Keywords:

Sistem Pakar, Penyakit Jantung, Algoritma C4.5, Optimasi Parameter, Klasifikasi

Abstract

Heart disease is the leading cause of death worldwide and a chronic disease with significant risks. According to the 2022 Basic Health Research (Riskesdas), heart disease cases in Indonesia reached more than 15 million. Many patients are unaware of the early symptoms of heart disease until serious complications such as heart attacks or heart failure develop. To facilitate early detection, a system capable of predicting heart disease risk quickly and accurately is needed. The aim of this research is to create an expert system that can identify heart disease using the Decision Tree (C4.5) classification summary and optimize parameters to achieve the highest level of accuracy. Several important C4.5 algorithm parameters, including criteria, maximum depth, and pruning, as well as the number of folds in Cross-Validation, were optimized. The Kaggle Heart Disease dataset, which has 500 entries and seven characteristics (including one unique attribute), served as the source dataset. Data preprocessing, model training, and accuracy measurements both before and after optimization are all steps in the research process. Comparing the accuracy figures obtained before and after optimization is how the evaluation is conducted.

The research shows that the accuracy value was around 70.00% before optimization and increased to 78.00% after optimization.

Keywords:

Expert System, Heart Disease, C4.5 Algorithm, Parameter Optimazation, Classification.

1. Introduction

Template ini dirancang untuk membantu Penulis dalam menyiapkan naskah. Untuk menggunakan template ini, cukup Simpan sebagai file MS Word ini ke dokumen Anda, lalu salin dan tempel teks Anda di sini dan sertakan semua gambar dan tabel. Untuk menyalin dan menempelkan teks ke dokumen template ini, silakan gunakan "Tempel Spesial" dan pilih "Teks Tidak Berformat". Harap selalu pertahankan Gaya yang digunakan dalam template ini.

Di Indonesia, gagal jantung kronis (CHF), yang memengaruhi sekitar 5% populasi, merupakan masalah kesehatan utama. Dibandingkan dengan perempuan (34%), laki-laki lebih banyak terkena dampaknya (66%). Penyakit jantung dikategorikan sebagai kondisi katastroofik di mana jantung gagal mempertahankan aliran darah ke seluruh tubuh, menurut Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) 2022. [1]. Dengan jumlah kasus tertinggi di Indonesia sepanjang tahun tersebut [2]. Situasi ini menegaskan urgensi upaya pencegahan dan penanganan dini terhadap penyakit jantung. Dalam beberapa tahun terakhir, perkembangan teknologi digital khususnya di bidang sistem pakar dan data mining

telah dimanfaatkan dalam sektor kesehatan untuk mendukung proses deteksi dan pengambilan keputusan medis [3]. Namun, upaya pencegahan, khususnya melalui promosi perilaku hidup sehat, kerap kali menjadi tantangan tersendiri. Perubahan perilaku menuju hidup sehat membutuhkan kesadaran, edukasi, dan bimbingan yang konsisten. Oleh karena itu, strategi pencegahan sekunder menjadi sangat penting, yang mencakup deteksi dini, pengobatan, serta penguatan edukasi kesehatan bagi individu yang berisiko maupun yang telah terdiagnosis.

Salah satu pendekatan yang populer digunakan adalah algoritma klasifikasi C4.5 [4][5], yang mampu menghasilkan pohon keputusan dari dataset untuk digunakan dalam sistem prediktif. Metode ini telah terbukti efektif dalam berbagai studi terkait diagnosis penyakit berbasis data historis. Beberapa aplikasi deteksi dini penyakit jantung berbasis algoritma data mining telah dikembangkan menggunakan berbagai metode seperti Decision Tree, Naïve Bayes, dan K-Nearest Neighbors [4]. Namun, masih terdapat keterbatasan dari sisi optimalisasi akurasi, kemudahan akses oleh masyarakat umum, serta integrasi dengan

media edukatif untuk peningkatan kesadaran pasien.

Penelitian ini memiliki perbedaan signifikan dibandingkan penelitian-penelitian terdahulu. Pertama, penelitian ini mengintegrasikan metode klasifikasi C4.5 dengan proses optimasi parameter[6], yang bertujuan untuk meningkatkan akurasi prediksi faktor risiko penyakit jantung [7]. Pendekatan ini lebih adaptif dibandingkan pendekatan klasik yang hanya mengandalkan parameter default. Kedua, pengembangan aplikasi dilakukan secara multiplatform (web dan web view) menggunakan PHP dan MySQL, yang memungkinkan masyarakat untuk lebih mudah mengakses dan menggunakan layanan deteksi dini ini secara mandiri di mana saja dan kapan saja. Ketiga, sistem ini tidak hanya bertujuan memberikan informasi prediktif, tetapi juga mengarahkan pengguna yang terdeteksi berisiko untuk mendapatkan edukasi kesehatan, intervensi awal, bahkan rujukan ke Fasilitas Pelayanan Kesehatan Tingkat Pertama (FKTP) [8]. Hal ini menunjukkan pendekatan komprehensif yang tidak hanya berorientasi pada teknologi, namun juga berakar pada sistem pelayanan kesehatan yang nyata.

Dengan demikian, menjawab permasalahan tersebut diatas penelitian ini akan menghasilkan sebuah sistem pakar

berbasis web untuk deteksi dini penyakit jantung dengan memanfaatkan algoritma C4.5 yang telah dioptimasi. Sistem ini diharapkan menjadi solusi praktis dan efektif untuk memperluas jangkauan edukasi dan skrining awal terhadap penyakit jantung di masyarakat luas, khususnya dalam konteks pencegahan sekunder.

Untuk mendukung urgensi penelitian ini dan kontribusinya, disajikan tabel State of the Art dan kebaruan (Novelty). Perihal rangkuman hasil penelitian terdahulu yang relevan sebagai pembanding serta untuk menunjukkan letak dan nilai tambah penelitian ini

Tabel 1. Tabel State of The Art
2. Materials and Methods

No	Judul Penelitian	Tahun	Hasil Temuan Utama
1	<i>Prediction of Heart Disease using C4.5 Decision Tree Algorithm – (International Journal of Health Informatics)</i>	2021	Penelitian ini membuktikan bahwa algoritma C4.5 dapat digunakan untuk mengklasifikasi risiko penyakit jantung dengan akurasi 83%, namun tidak dilakukan optimasi parameter dan aplikasi masih bersifat desktop. (7)
2	<i>Mobile Application for Early Detection of Heart Disease using Naive Bayes Algorithm – (IEEE Conference)</i>	2022	Mengembangkan aplikasi mobile berbasis Android untuk deteksi dini penyakit jantung, namun tingkat akurasi terbatas (78%) dan tidak mengarah pada tindakan edukatif atau rujukan medis.
3	<i>Comparative Study of Data Mining Algorithms for Heart Disease Prediction – (Journal of Biomedical Data Science)</i>	2023	Studi ini membandingkan beberapa algoritma (C4.5, SVM, KNN) dan menyimpulkan bahwa C4.5 memberikan hasil lebih stabil untuk data klinis, tetapi belum diaplikasikan ke dalam sistem nyata yang dapat diakses masyarakat.
4	<i>Expert System Design for Cardiovascular Risk Assessment using Web-Based Interface – (Indonesian Journal of Information Systems)</i>	2024	Sistem pakar berbasis web telah dikembangkan untuk mengkalkulasi risiko penyakit jantung, namun hanya ditujukan untuk tenaga medis dan tidak ramah bagi pengguna awam. (8)
5	<i>Optimization of C4.5 Algorithm for Medical Diagnosis with Genetic Algorithm – (Journal of Health AI Research)</i>	2025	Menunjukkan bahwa penggabungan algoritma C4.5 dengan optimasi dapat meningkatkan akurasi hingga 90%, namun tidak diterapkan dalam konteks penyakit jantung dan tanpa uji aplikasi nyata. (9)

Kerangka penelitian ini meliputi pengumpulan data, pra-proses, pemilihan fitur, pelatihan model C4.5, optimasi parameter, evaluasi performa, dan implementasi sistem pakar. Hasilnya diharapkan bisa memberikan dasar untuk penerapan nyata dalam lingkungan medis atau klinik. Penelitian ini memiliki kontribusi sebagai berikut: (1) penerapan algoritma C4.5 untuk deteksi penyakit jantung menggunakan dataset publik; (2) evaluasi dampak optimasi parameter terhadap performa model; dan (3) pengembangan sistem pakar yang dapat diimplementasikan sebagai alat bantu deteksi awal penyakit jantung.

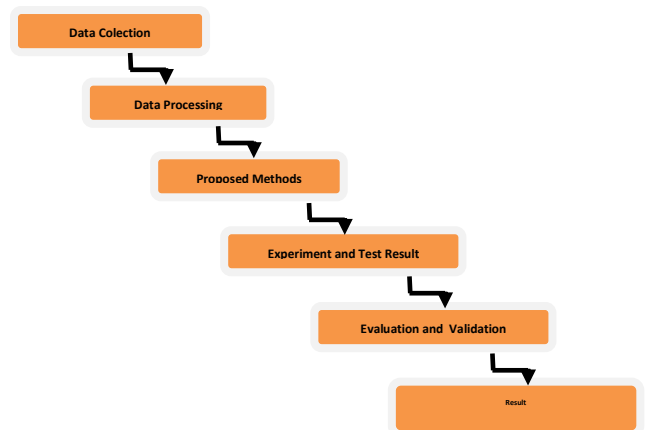
2.1 Desain Penelitian

Dataset diperoleh dari Public Dataset Kaggle yang memiliki 500 record dan 6 atribut (5 atribut umum dan 1 atribut khusus). Atribut yang dimaksud adalah *Age*, *Gender*, *BloodPressure*, *Cholesterol*, *HeartRate*, *HeartDisease*, *Outcome* adalah atribut yang digunakan untuk pelabelan dengan nilai 1 dan 0. Nilai 1 berarti positif (penderita jantung) dan nilai 0 berarti negative (bukan penderita jantung). Metode yang diusulkan pada penelitian ini adalah Metode klasifikasi C4.5 dan Optimasi Parameter [9]. Parameter yang dimaksud adalah Number of folds pada Cross Validation dan pada metode C4.5 adalah parameter Criterion, maximal depth, apply

pruning dan apply pre pruning. Sedangkan metode penelitian yang diusulkan menggunakan metode CRISP-DM yang bertujuan mendapatkan pola atau pengetahuan baru dari data yang digunakan dalam memecahkan suatu masalah juga digunakan untuk pengambilan keputusan yang tepat.

2.2 Langkah-langkah Penelitian

Langkah-langkah penelitian yang dilakukan digambarkan pada Gambar 1 berikut ini :



Gambar 1. Langkah-langkah Penelitian

Hasil dan Pembahasan

3.1 Data Collection

Dataset adalah data penderita jantung yang diambil dari data publik Kaggle. Dataset berisi 500 record dan 7 atribut (satu atribut khusus). Atribut yang dimaksud *Age* (umur pasien), *Gender* (0=cowok, 1=cewek), *BloodPressure* (tekanan darah sistolik), *Cholesterol* (kolesterol total), *HeartRate* (denyut jantung maksimum).

Terdapat juga kolom target *HeartDisease* (0=sehat, 1=sakit) untuk klasifikasi. Adapun dataset yang dimaksud ditampilkan pada Tabel 1 dibawah ini [10]:

Tabel 2. Dataset

No	Age	Gender	Blood Pressure	Cholesterol	HeartRate	Outcome
1.	68	1	105	191	107	1
2.	58	0	97	249	89	0
3.	44	0	93	190	82	1
4.	72	1	93	183	101	1
5.	37	0	145	166	103	1
6.	50	1	114	271	73	0
7.	68	1	105	191	107	1
...

3.2 Data Processing

Sebelum data processing dilakukan maka dilakukan terlebih dahulu preprocessing, salah satunya adalah menetapkan atribut target atau label. Dan label yang digunakan pada dataset ini adalah atribut Outcome. Outcome merupakan atribut yang digunakan untuk pelabelan dengan nilai 1 dan 0. Nilai 1 berarti positif (penderita jantung) dan nilai 0 berarti negative (bukan penderita jantung), seperti ditampilkan pada Tabel 1 diatas.

3.3 Proposed Methods

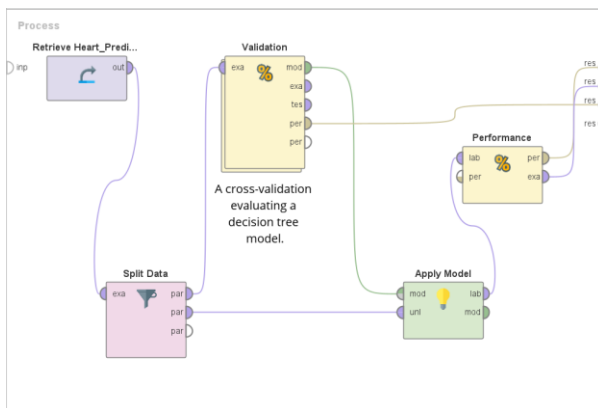
Metode yang diusulkan pada penelitian ini adalah algoritma C4.5 yang membangun pohon keputusan dari data latih dengan menggunakan konsep entropi informasi [11] untuk memilih atribut pemisahan setiap node. Modifikasi metode ID3, C4.5, menggunakan rasio gain sebagai kriteria. Pohon keputusan yang dihasilkan dapat

digunakan untuk mengklasifikasikan risiko penyakit jantung Optimasi Parameter: Proses tuning hiperparameter dilakukan untuk meningkatkan performa model. Teknik *grid search* dapat diterapkan dengan menjelajahi kombinasi parameter (*misalnya threshold confidence, minimum sampel per daun*) secara menyeluruh dan dievaluasi dengan metrik tertentu. Selain itu, C4.5 mendukung pruning untuk menghindari *overfitting* dengan memangkas cabang yang kurang signifikan. Kriteria split (gain ratio) juga dapat diuji [12] alternatifnya untuk melihat pengaruhnya pada akurasi. Sedangkan metode penelitian yang diusulkan menggunakan metode CRISP-DM yang bertujuan mendapatkan pola atau pengetahuan baru dari data yang digunakan dalam memecahkan suatu masalah juga digunakan untuk pengambilan keputusan yang tepat.

3.4 Experiment and Test result

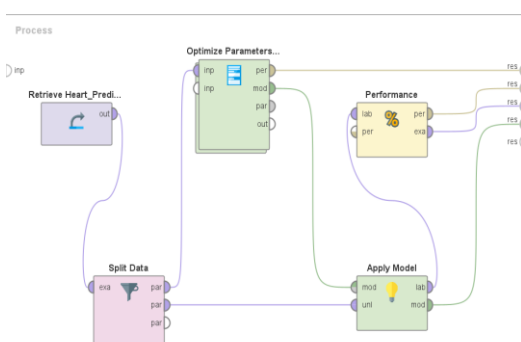
Metode atau model yang diusulkan dalam penelitian ini adalah metode C4.5 dengan Optimasi Parameter. Parameter yang dimaksud adalah *Number of folds, maximal depth, apply pruning* dan *apply pre pruning*. Dalam pemrosesan dan pengujian model, software yang digunakan adalah Altair AI Studio. Eksperimen dengan modeling pertama dengan tools Altair ditampilkan pada Gambar 2. yaitu menginputkan data, operator *Split Data*

(membagi data training dan testing dengan perbandingan 90:10), *Validation* (melakukan sebuah Cross Validation untuk prediksi nilai kinerja model latih) [13], *Apply Model* (mengaplikasikan sebuah model) dan *Performance* (evaluasi kinerja). Pada operator *Validation* jika diklik maka akan tampil penerapan metode klasifikasi didalamnya seperti ditampilkan pada Gambar 2.

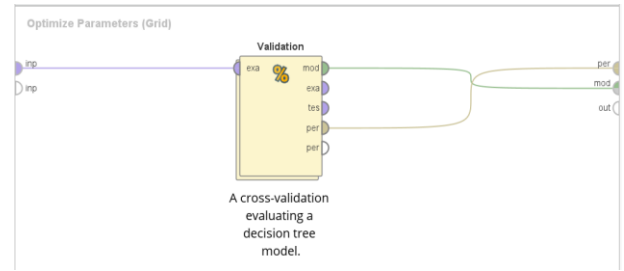


Gambar 2. Modeling Tanpa Optimasi

Modeling berikutnya ditampilkan pada Gambar 3. berikut ini dimana modeling sudah menambahkan parameter *Optimasi Parameters (Grid)* untuk melakukan optimasi parameter. Jika operator ini diklik, maka didalamnya akan tampil operator *Cross Validation* seperti ditampilkan pada Gambar 3.

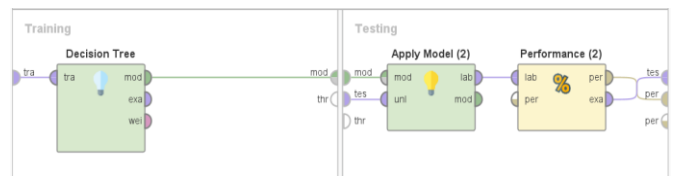


Gambar 3. Modeling dengan Optimasi Parameter



Gambar 4. Operator Cross Validation

Jika operator *Cross Validation* diklik maka akan ditampilkan modeling dari metode klasifikasi yang digunakan seperti Gambar 5 berikut :



Gambar 5. Modeling Metode Decision Tree C4.5

3.5 Metode Pengembangan Perangkat Lunak

Hasil tahapan terakhir dalam penelitian ini adalah pengembangan Aplikasi Sistem Deteksi Penyakit Jantung Dengan Optimasi Parameter Metode Klasifikasi C4.5. dalam pengembangannya menggunakan metode waterfall. Tahap-tahap dalam metode waterfall implementasinya sebagai berikut [14] :

1. Requirement

Requirement adalah proses analisa kebutuhan pada sistem. Dibutuhkan pendeteksi penyakit pada langkah awal agar dapat menjadi factor pengurang resiko penyakit jantung. Aplikasi deteksi

penyakit jantung sedianya diperlukan apabila ada pasien terindikasi masalah penyakit jantung sehingga dapat diberikan *awareness* atau diberikan rujukan FASKES 1.

2. Design system

Poin selanjutnya adalah kebutuhan desain interface dan hak akses sistem.

3. Coding and Testing

Aplikasi dijalankan menggunakan web-base, dengan Bahasa pemrograman PHP-MySQL. Dasar pembuatan aplikasinin menggunakan hasil pohon keputusan berdasarkan pengolahan data menggunakan C4.5 sebagai metode optimasi parameter.

4. Program Implementation

Implementasi dari aplikasi Sistem pakar dapat dilakukan untuk pihak terkait atau yang membutuhkan.

5. Operation and maintenance

Sedianya setelah dilakukan implementasi, dalam pengoperasion sistem dapat dilakukan pemeliharaan secara berkala apabila terdapat *bug* pada pada aplikasi.

3.6 Perbandingan Nilai Akurasi

Pada pengolahan data dilakukan dengan perbandingan data training dan data testing 90:10, dibuat menjadi dua model. Pertama model tanpa optimasi parameter, kedua model menggunakan optimasi parameter. Kemudian dapatkan hasil tabel *Confusion*

Matrix dari operator *cross validation* dijelaskan pada subbab dibawah ini :

3.6.1 Nilai Akurasi Tanpa Optimasi

Tabel menampilkan nilai akurasi sebesar 71,78% untuk data training dan nilai akurasi sebesar 70% untuk data testing. Menunjukkan bahwa nilai akurasi pada data testing terjadi penurunan presentase dibanding data training dari 71,78% menjadi 70%.

Tabel 3. Data Training Tanpa Optimasi

Accuracy: 71,78 %			
	True 1	True 0	Class Precision
Pred. 1	20	59	77,39 %
Pred. 0	2	121	64,02 %
Class Recall	74,81%	67,22%	

Pada tabel data testing diketahui bahwa diprediksi penyakit jantung dan prediksinya benar ada 21 orang dan prediksinya salah (tidak sakit jantung(ada 6 orang. Sementara yang diprediksi tidak sakit jantung tapi ternyata prediksinya adalah sakit jantung ada 9 orang dan yang sesuai prediksi yaitu tidak sakit jantung ada 14 orang.

Tabel 4. Data Testing Tanpa Optimasi

Accuracy: 70.00 %			
	True 1	True 0	Class Precision
Pred. 1	21	6	77.78%
Pred. 0	9	14	60.87%
Class	70.00%	70.00%	

Recall			
--------	--	--	--

3.6.2 Nilai Akurasi Sesudan di Optimasi

Parameter yang dioptimasi dalam pengolahan data penelitian ini adalah *Number of folds* pada *Cross Validation*, *maximal depth*, *apply pruning* dan *apply pre pruning*. Nilai pada parameter untuk menghasilkan akurasi tertinggi untuk data training yaitu 76,20% lihat tabel 5. Berikut ini

Tabel 5. Optimasi Parameter dan Hasil

Iteration	Validation.number of folds	DT.maximal _depth	DT.apply _pruning	DT.apply _prepruning	accuracy
121	100	100	True	True	76,20%
23	2	19	True	True	75,10%

Akurasi

Dari tabel diatas diketahui bahwa optimasi parameter menghasilkan nilai dengan akurasi tertinggi yaitu 76,20% untuk data training dan 78,00% untuk data testing yang bisa dilakukan dimana ada beberapa parameter yang menghasilkan nilai sama yaitu menghasilkan *DT.apply_pruning* dan *DT.apply_prepruning* sama-sama menghasilkan *True*.

3.6.3 Deskripsi Pohon Keputusan

Dari pengolahan data metode *C.45* dengan *Optimasi Parameter* diketahui deskripsi pohon keputusan. Deskripsi pohon keputusan adalah dasar dalam

pengembangan aplikasi berbasis web untuk prediksi penyakit jantung. Adapun deskripsi pohon keputusan ditampilkan sebagai berikut [15] :

```

Age > 64.500
| HeartRate > 106.500
| | HeartRate > 109.500: 1 {1=15, 0=0}
| | HeartRate ≤ 109.500
| | | BloodPressure > 150.500: 0 {1=0, 0=3}
| | | BloodPressure ≤ 150.500
| | | | Cholesterol > 269: 0 {1=0, 0=2}
| | | | Cholesterol ≤ 269: 1 {1=5, 0=1}
| | | | HeartRate ≤ 106.500
| | | | | Age > 76.500: 1 {1=25, 0=0}
| | | | | Age ≤ 76.500
| | | | | | Age > 68.500
| | | | | | Age > 70.500
| | | | | | Cholesterol > 282.500
| | | | | | Gender = 0: 0 {1=0, 0=2}
| | | | | | Gender = 1: 1 {1=2, 0=0}
| | | | | | Cholesterol ≤ 282.500: 1 {1=40, 0=1}
| | | | | | Age ≤ 70.500
| | | | | | Cholesterol > 286: 0 {1=0, 0=3}
| | | | | | Cholesterol ≤ 286: 1 {1=8, 0=1}
| | | | | | Age ≤ 68.500: 1 {1=24, 0=0}
| | | | | | Age ≤ 64.500
| | | | | | | Cholesterol > 174.500
| | | | | | | Age > 31.500
| | | | | | | Age > 60.500
| | | | | | | Cholesterol > 187
| | | | | | | Age > 63.500
| | | | | | | Cholesterol > 243: 0 {1=0, 0=4}
    
```

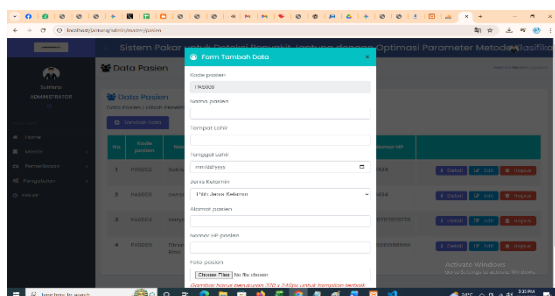
$\{1=3, 0=2\}$ Cholesterol ≤ 243 : 1
 $\{1=0, 0=2\}$ Age ≤ 63.500
 BloodPressure > 119.500
 BloodPressure $>$
 124.500
 BloodPressure > 140
 HeartRate > 105 : 0
 $\{1=0, 0=4\}$
 HeartRate ≤ 105
 Cholesterol $>$
 270: 0 $\{1=0, 0=2\}$
 Cholesterol \leq
 270: 1 $\{1=6, 0=1\}$
 BloodPressure ≤ 140 :
 1 $\{1=6, 0=0\}$
 BloodPressure \leq
 124.500: 0 $\{1=0, 0=2\}$
 BloodPressure ≤ 119.500 :
 1 $\{1=5, 0=0\}$
 Cholesterol ≤ 187 : 1 $\{1=6,$
 0=0
 Dan seterusnya...

3.7. Implementasi Sistem Pakar untuk Deteksi Penyakit Jantung

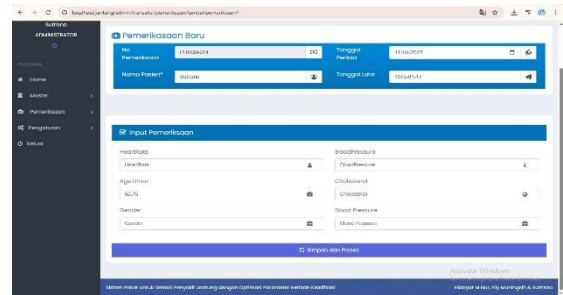
Berikut ini menampilkan tampilan antarmuka aplikasi dari proses tersebut diatas sebelumnya.



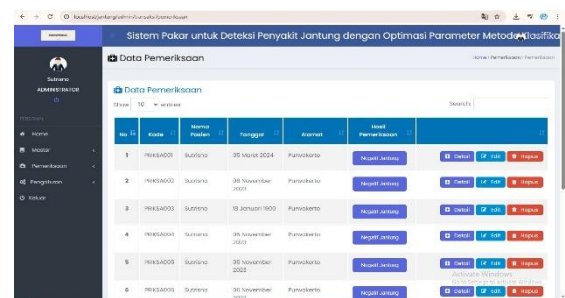
Gambar 6 Halaman dashboard



Gambar 7. Halaman Input Data Pasien



Gambar 8. Halaman Pemeriksaan baru



Gambar 9. Halaman Data Pemeriksaan

Naskah yang dikirim ke jurnal ini harus mengikuti tajuk di bawah ini: **Judul; Nama Penulis; Afiliasi Penulis; Abstrak; Kata kunci; Pendahuluan; Bahan dan metode; Hasil dan Diskusi; Kesimpulan; Ucapan Terima Kasih; dan Referensi.**

3.2. Paper Title

Ini adalah kesempatan Anda untuk menarik perhatian pembaca. Ingatlah bahwa pembaca adalah penulis potensial yang akan mengutip artikel Anda. Identifikasi masalah utama dari makalah ini. Mulailah dengan subjek makalah. Judul harus akurat, tidak

ambigu, spesifik, dan lengkap. Jangan mengandung singkatan yang jarang digunakan.

Judul makalah harus dalam 16 pt, tebal, Times New Roman dan center/ditengah.

3.3. Authors Name and Affiliations

Tulis nama Pengarang tanpa jabatan dan jabatan profesional, seperti: Prof, Dr, Manajer Produksi, dll. Jangan menyingkat nama belakang/keluarga Anda. Selalu berikan nama depan dan belakang Anda, (paling tidak harus 2 (dua) kata). Jika nama Anda hanya memiliki satu kata, Anda harus mengulangi nama Anda, contoh: Istadi Istadi atau I. Istadi. Tulis afiliasi yang jelas dari semua Penulis. Afiliasi termasuk nama departemen/unit, (fakultas), nama universitas, alamat, negara. Harap tunjukkan Penulis yang Sesuai (sertakan alamat email) dengan menambahkan tanda bintang (*) dalam superskrip di belakang nama.

Nama penulis harus dalam 10 pt Times, tebal, Romawi dengan 12 poin di atas dan 12 poin di bawah. Alamat penulis ditulis dengan angka dan ditengahkan di atas kedua kolom naskah. Afiliasi penulis harus dalam 10 pt Times Roman italic. Badan teks harus memulai dua baris (24 poin) di bawah alamat terakhir.

3.4. Abstract and Keywords

Abstrak harus berdiri sendiri, artinya

tidak ada kutipan dan gambar serta format persamaan dalam abstrak. Abstrak harus memberi tahu calon pembaca apa yang Anda lakukan dan menyoroti temuan-temuan utama. Hindari menggunakan jargon teknis dan singkatan yang tidak biasa. Harus akurat, singkat, jelas, dan spesifik. Gunakan kata-kata yang mencerminkan makna yang tepat. Abstrak harus tepat dan jujur. Harap ikuti batasan kata (100–250 kata). **Abstrak harus mengandung: latar belakang (jika ada, maksimal 2-3 kalimat), tujuan singkat yang jelas, metode, hasil atau temuan akhir, dan kesimpulan.**

Kata kunci adalah label dari naskah Anda dan sangat penting untuk pengindeksan dan pencarian. Karena itu kata kunci harus mewakili konten dan sorotan artikel Anda. Gunakan hanya singkatan-singkatan yang kuat di bidangnya. misalnya DNA.

Setiap kata/ frasa dalam kata kunci harus dipisahkan dengan tanda titik koma (;), bukan koma (,).

3.7. Results and Discussion

Hasil harus jelas dan singkat. Hasil harus meringkas temuan (ilmiah) daripada memberikan data secara rinci. Harap sorot perbedaan antara hasil atau temuan Anda dengan publikasi sebelumnya oleh peneliti lain. Diskusi harus mengeksplorasi pentingnya hasil pekerjaan, bukan

mengulanginya. Bagian Hasil dan Diskusi gabungan yang tepat. Hindari kutipan dan diskusi literatur yang diterbitkan sebelumnya.

Dalam diskusi, ini adalah bagian terpenting dari artikel Anda. Di sini Anda mendapatkan kesempatan untuk menjual data Anda. Buat diskusi sesuai dengan hasil, tetapi jangan ulangi hasilnya. Seringkali harus dimulai dengan ringkasan singkat dari temuan ilmiah utama (bukan hasil eksperimen).

Komponen-komponen berikut harus dibahas dalam diskusi: (a) **Bagaimana** hasil Anda berhubungan dengan pertanyaan atau tujuan awal yang diuraikan dalam bagian Pendahuluan? Apa temuan penelitian Anda? (**apa / bagaimana**)? (b) Apakah Anda memberikan interpretasi secara ilmiah untuk setiap hasil atau temuan Anda yang disajikan? Penafsiran ilmiah ini harus didukung oleh analisis dan karakterisasi yang valid (**mengapa**)? (c) Apakah hasil Anda konsisten dengan apa yang dilaporkan peneliti lain (**apa lagi**)? Atau ada perbedaan?

3.8. Conclusions

Kesimpulan seharusnya hanya menjawab tujuan penelitian. Memberitahu bagaimana pekerjaan Anda memajukan bidang dari kondisi pengetahuan saat ini. Tanpa Kesimpulan yang jelas, pengulas dan pembaca akan merasa sulit untuk menilai karya tersebut, dan apakah pantas atau tidak pantas dipublikasikan dalam jurnal. Jangan

ulangi abstrak, atau hanya daftar hasil eksperimen. Berikan justifikasi ilmiah yang jelas untuk pekerjaan Anda, dan tunjukkan kemungkinan aplikasi dan ekstensi. Kesimpulan ini harus dituliskan dalam bentuk paragraf. Anda juga harus menyarankan eksperimen di masa depan dan / atau menunjukkan eksperimen yang sedang berlangsung.

3.9. Acknowledgment

Kenali mereka yang membantu dalam riset, **terutama mendanai/pendukung riset Anda secara finansial**. Sertakan individu yang telah membantu Anda dalam studi Anda: Penasihat, Pendukung keuangan, atau mungkin pendukung lain, mis. Pengoreksi, Pengetik, dan Pemasok Data, dan yang mungkin telah memberikan materi. Jangan mengucapkan terimakasih untuk salah satu nama penulis.

3.10. References

Kutip yang utama publikasi ilmiah yang menjadi dasar pekerjaan Anda. Kutip hanya item yang telah Anda baca. Jangan mengembangkan naskah dengan terlalu banyak referensi. Hindari sitasi diri sendiri yang berlebihan. Hindari kutipan publikasi yang berlebihan dari jurnal yang sama. Periksa setiap referensi terhadap sumber asli (nama penulis, volume, issue, tahun, Nomor DOI). Silakan gunakan Aplikasi Reference Manager seperti EndNote, Mendeley,

Zotero, dll. **Jumlah referensi minimum harus 15 referensi.**

Semua publikasi yang dikutip dalam teks harus dimasukkan sebagai daftar referensi. Referensi diberi nomor urut saat muncul dalam teks. Nomor referensi ditunjukkan dalam tanda kurung. Harap pastikan bahwa setiap referensi yang dikutip dalam teks juga ada dalam daftar referensi atau daftar pustaka (dan sebaliknya).

Rekomendasi untuk referensi adalah:

1. Sertakan SEMUA penulis. et al., untuk banyak penulis tidak dapat diterima.
2. Saat mereferensikan dalam isi teks, gunakan 12pt Times Roman dalam tanda kurung [1].
3. Jenis referensi adalah sebagai berikut:
 - a. Untuk Buku, lihat [1,2]
 - b. Untuk Artikel Jurnal, lihat [3-6]
 - c. Untuk Makalah Prosiding, lihat [7]
 - d. Untuk Artikel Majalah atau Bab Buku, lihat [8]
 - e. Untuk Laporan Teknis, lihat [9]
 - f. Untuk Disertasi atau Tesis, lihat [10]
 - g. Untuk Referensi Internet (tidak disukai), lihat [11]
4. Saat menyiapkan daftar referensi Anda, hal-hal berikut harus dihindari: (a) Referensi tidak dikutip dalam teks; (B) Merujuk pekerjaan Anda secara berlebihan; (c) Tidak cukup merujuk

pekerjaan orang lain. Ini juga lebih disukai ketika Penulis memberikan nomor DOI dari setiap daftar referensi di braket [3-6], tetapi ini opsional untuk Penulis.

Acknowledgments (← 12pt, Times New Roman bold)

Anda mungkin ingin mengucapkan terima kasih kepada mereka yang telah mendukung Anda dan pekerjaan Anda.

References (← 12pt, Times New Roman bold)

Daftar referensi HARUS mengikuti American Psychological Association (APA) Versi 6.0.

- [1] Authors Last Name, Initial(s). (year). *Book Title*. Edition. Place: Publisher. ← *Book*
- [2] Engelmores, R., Morgan, A. (1986). *Blackboard Systems*. Edition. Reading, Mass.: Addison-Wesley. ← *Book*
- [3] Authors Last Name, Initial(s). (year). Article Title. *Journal Title*. Volume (Issue Number: optional), page number start-page number end. DOI information. ← *Journal*
- [4] Robinson, A.L. (1980). New Ways to Make Microcircuits Smaller. *Science*, 208, 1019-1026. DOI: 10.1126/science.208.4447.1019. ← *Journal*

- [5] Bhavsar, D.S., Saraf, K.B. (2002). Morphology of PbI₂ Crystals Grown by Gel Method. *Crystal Research and Technology*, 37, 51–55. DOI: 10.1002/1521-4079(200202)37:1%3C51::AID-CRAT51%3E3.0.CO;2-N ←*Journal*
- [6] Li, M., Xing, S., Yang, L., Fu, J., Lv, P., Wang, Z., Yuan, Z. (2019). Nickel-loaded ZSM-5 catalysed hydrogenation of oleic acid: The game between acid sites and metal centres. *Applied Catalysis A: General*. 587, 117112. DOI: 10.1016/j.apcata.2019.117112. ←*Journal*
- [7] Clancey, W.J. (1983). Communication, Simulation, and Intelligent Agents: Implications of Personal Intelligent Machines for Medical Education. In *Proceedings of the Eighth International Joint Conference on Artificial Intelligence*, 556-560. Menlo Park, Calif.: International Joint Conferences on Artificial Intelligence, Inc. ←*Conferences*
- [8] Amin, N.A.S., Istadi, I. (2012). Different Tools on Multiobjective Optimization of a Hybrid Artificial Neural Network – Genetic Algorithm for Plasma Chemical Reactor Modelling. In Olympia Roeva (Editor) *Real-World Applications of Genetic Algorithms*. Croatia: InTech Publisher. ← *Book Chapter*
- [9] Rice, J. (1986). Polygon: A System for Parallel Problem Solving, *Technical Report*, KSL-86-19, Dept. of Computer Science, Stanford Univ. ←*Report*
- [10] Clancey, W.J. (1979). Transfer of Rule-Based Expertise through a Tutorial Dialogue. *Ph.D. Dissertation*, Department of Computer Science, Stanford University. ←*Thesis*
- [11] Ivey, K.C. (2 September 1996). *Citing Internet sources* URL <http://www.eei-alex.com/eye/utw/96aug.html>. ←*Website (but should be avoided)*

FIGURE CAPTIONS

Figure 1. A sample chart/figure

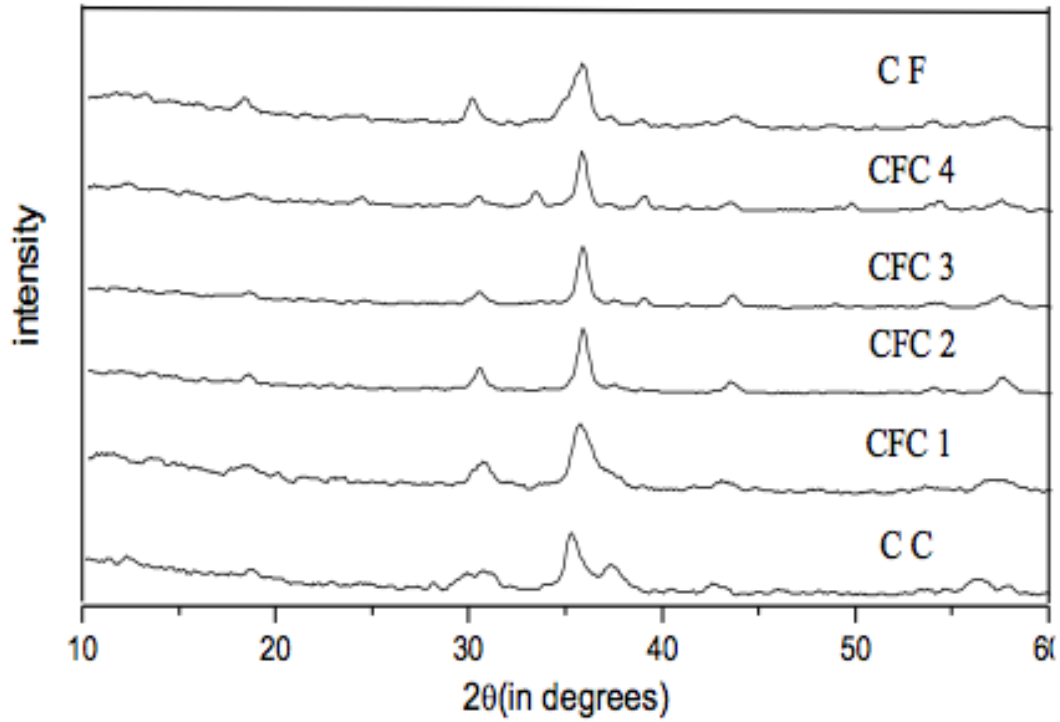


Figure 1. A sample chart/figure

Table 1. Formatting rules

Object	Font	Alignment	Space above	Space below
Title	12pt bold	centered	0pt	12pt
Author(s)	12pt bold	centered	12pt	12pt
Addresses	12pt italics	centered	0pt	0pt
Heading1	12pt bold	left	12pt	3pt
Heading2	12pt bold	left	6pt	3pt
Heading3	12pt bold italics	left	3pt	3pt
Body	12pt	justified	0pt	0pt
Bullet	12pt	justified	0pt	0pt
Table title	12pt	centered	12pt	6pt
Figure title	12pt	centered	3pt	6pt
