

Pengembangan Sistem Cerdas untuk Deteksi Penyakit Jantung dan Rekomendasi Penatalaksanaannya

Agus Ulinuha^{1*}, Nurul Rachmawati²

¹Teknik Elektro/Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta

² Informatika/Fakultas Komunikasi dan Informatika, Universitas Muhammadiyah Surakarta

*Email: Agus.Ulinuha@ums.ac.id

Abstrak

Keywords:
penyakit jantung;
sistem cerdas; sistem
informasi; forward
chaining

Latar Belakang: Penyakit jantung menduduki peringkat teratas penyebab kematian dibandingkan stroke, kanker paru-paru, kanker payudara, dan AIDS. Berdasarkan data Heart Association, setiap dua menit, satu orang mengalami serangan jantung mendadak. Masyarakat awam kurang memperhatikan persoalan penyakit jantung karena kurangnya pemahaman, tidak dirasakannya gejala, serta terbatasnya jumlah dokter spesialis jantung. Diperlukan suatu teknologi yang mampu mengadopsi cara berfikir dokter berupa kecerdasan buatan sebagai sarana untuk membantu diagnosa penyakit jantung dan rekomendasi penatalaksanaannya.

Tujuan: Makalah ini menyajikan pengembangan sistem informasi untuk mengetahui jenis penyakit jantung berdasarkan gejala-gejala yang dirasakan, serta memberikan solusi berupa cara pencegahan dan pengobatannya.

Metode: Realisasi dari tujuan tersebut diwujudkan dalam sebuah aplikasi diagnosa penyakit jantung berbasis desktop yang secara interaktif memberikan pertanyaan untuk dijawab oleh pasien dan kemudian disimpulkan menggunakan metode inferensi forward chaining.

Hasil: Terdapat 4 jenis penyakit jantung yang akan dideteksi, yaitu Sindrom Koroner Akut (ACS), Penyakit Gagal Jantung (Heart Failure), Penyakit Demam Reumatik (Rheumatic Fever) dan Penyakit Jantung Bawaan Biru (PJB Sianotik). Meskipun hasil diagnosis telah diverifikasi serta cukup valid, sistem ini tidak dimaksudkan menggantikan peran dokter spesialis jantung, namun dapat membantu secara signifikan tugas dokter untuk mengetahui indikasi awal penyakit jantung. Manfaat penting lainnya adalah kemungkinan penggunaannya secara luas oleh masyarakat untuk mengetahui dan mengantisipasi penyakit jantung, terutama pada lokasi yang jumlah dokter spesialis jantung-nya kurang memadai.

1. PENDAHULUAN

Kesehatan merupakan harta yang sangat berharga bagi manusia. Siapapun yang mengalami gangguan kesehatan, maka akan banyak kesempatan yang hilang untuk meraih dan merasakan kebahagiaan. Karena alasan tersebut, maka manusia akan senantiasa berusaha

untuk menjaga kesehatan. Penyakit jantung merupakan penyakit yang menduduki peringkat teratas penyebab kematian [1][2]. Berdasarkan data *Heart Association*, setiap dua menit, satu orang mengalami serangan jantung mendadak [3].

Masyarakat awam pada umumnya kurang memperhatikan penyakit jantung. Sejumlah faktor menjadi penyebab atas fenomena ini, diantaranya adalah karena kurangnya pengetahuan tentang penyakit ini, tidak dirasakannya gejala penyakit, biaya pemeriksaan yang tidak murah dan tidak adanya upaya memeriksakan kesehatan untuk mengantisipasi terjadinya serangan jantung [4]. Sebab lainnya adalah gaya hidup masyarakat yang berimplikasi pada munculnya penyakit jantung [5]. Terbatasnya jumlah dokter spesialis penyakit jantung dan peralatan medis pendukung juga menjadi sebab lain peningkatan peluang penyakit jantung, karena terbatasnya layanan untuk mencegah dan mengobati penyakit jantung [6][7].

Dengan mempertimbangkan bahwa penyakit jantung menduduki peringkat teratas penyebab kematian, maka diperlukan antisipasi yang baik untuk pencegahan penyakit tersebut. Ketika dokter spesialis jantung terbatas jumlahnya, maka perlu diciptakan sebuah teknologi untuk membantu proses diagnosa penyakit jantung. Dalam makalah ini diusulkan sebuah sistem kecerdasan buatan untuk mengadopsi (menirukan) cara berfikir dokter spesialis jantung dalam memeriksa dan menganalisa penyakit jantung pasien. Kecerdasan buatan (*artificial intelligence*) merupakan kecerdasan yang ditunjukkan oleh suatu entitas buatan, misalnya komputer [8]. Dalam konsep ini, kecerdasan diciptakan dan dimasukkan dalam sistem agar dapat melakukan pekerjaan sebagaimana manusia [9].

Adapun komponen yang terdapat dalam sistem kecerdasan buatan adalah [9], [10]: (a) antarmuka (*interface*) yang merupakan media komunikasi antara pengguna dan sistem, (b) basis pengetahuan yang merupakan dasar pengetahuan untuk pemecahan masalah yang secara spesifik dihadapi, (c) Akuisisi pengetahuan yang merupakan transformasi keahlian dari sumber pengetahuan ke dalam sistem, (d) Mesin inferensi yang merupakan mesin pemikir

(*thinking machine*) untuk mencari solusi atas persoalan yang diberikan, (e) Fasilitas penjelasan yang merupakan komponen tambahan untuk mendeskripsikan penalaran sistem kepada pengguna dengan cara menjawab pertanyaan dan kemudian memberikan solusi atas persoalan yang dihadapi, (f) *Workplace* yang digunakan untuk merekam hasil/kesimpulan yang diperoleh, dan (g) Perbaikan pengetahuan untuk menganalisis dan meningkatkan kinerja sistem.

Implementasi dari sistem tersebut adalah dalam bentuk aplikasi berbasis dekstop yang dikembangkan untuk memberikan pertanyaan kepada pengguna, yang dianalogikan sebagai dokter yang bertanya kepada pasien. Jawaban dari pengguna akan disimpan untuk kemudian disimpulkan menggunakan metode inferensi. Adapun metode inferensi yang digunakan adalah *Forward Chaining* [11][12].

Forward Chaining merupakan sebuah mekanisme penalaran dari fakta menuju konklusi (kesimpulan). Mekanisme kerjanya adalah melalui perunutan yang dimulai dengan pengumpulan data dan fakta untuk membangun konklusi akhir. Dimulai dari premis-premis atau informasi masukan, *Forward Chaining* melakukan perunutan maju dengan mencari keterkaitan antar komponen untuk mengkonstruksi inferensi. Proses inferensi dapat berupa dari data menuju bukti, dari temuan menjadi penjelasan, atau dari pengamatan menuju diagnosa.

Dalam makalah ini, sistem cerdas dikembangkan untuk memberikan estimasi jenis penyakit jantung yang diderita pasien berikut rekomendasi pengobatannya. Konsep ini diimplementasikan dalam sebuah program aplikasi dengan output diagnosa dan rekomendasi pengobatan. Aplikasi ini tidak mensubstitusi peran dokter dalam pengobatan penyakit jantung. Namun dapat mempercepat proses diagnosis. Keuntungan lainnya adalah penggunaan secara ekstensif oleh masyarakat akan membantu mengetahui

indikasi awal penyakit, sehingga dapat dilakukan langkah-langkah pencegahan.

2. METODE

Sistem cerdas untuk diagnosa penyakit jantung dengan metode *Forward Chaining* merupakan suatu sistem untuk melakukan diagnosa awal penyakit jantung yang didasarkan pada gejala-gejala yang dirasakan oleh pasien. Sistem ini memberikan kemudahan melakukan diagnosa mandiri atas kemungkinan terjadi penyakit melalui jawaban pasien terhadap sejumlah pertanyaan dari sistem aplikasi. Jawaban tersebut akan merupakan fakta yang selanjutnya akan dikonfirmasi terhadap basis pengetahuan yang sebelumnya telah diinputkan oleh pakar. Peluang terjadi penyakit jantung kemudian akan dihitung dan sistem akan memberikan keluaran/*output* hasil diagnosa dan solusi pencegahan atau pengobatannya.

Untuk keperluan pengembangan sistem, diperlukan identifikasi keterkaitan gejala yang dirasakan dengan diagnosa yang akan diberikan. Dalam studi ini, 4 jenis penyakit jantung akan diidentifikasi berdasarkan penyebabnya.

2.1. ACS (*Acute Coronary Syndrome*)

ACS (*Acute Coronary Syndrome*) atau Sindrom Koroner Akut merupakan sindrom klinis akibat penyumbatan pembuluh darah koroner baik bersifat intermitten maupun permanen akibat rupturnya plak *atherosclerosis*. penumpukan plak di arteri (*atherosclerosis* koroner) [4].

Penyebab dari kondisi ini adalah karena plak, terutama dari lemak, yang menyebabkan arteri menyempit sehingga darah sulit mengalir. Akibatnya jantung tidak dapat memompa cukup darah kaya oksigen keseluruh tubuh sehingga menyebabkan nyeri dada/ serangan jantung.

Adapun gejala yang dirasakan, nyeri dada khas *angina*, nyeri *epigastrium* (nyeri tajam di atas perut), nyeri *angina*

tidak khas, mual, muntah, kadang berkeringat dingin dan pingsan.

2.2. Gagal Jantung (*Congestive Heart Failure*)

Gagal Jantung (*Congestive Heart Failure*) merupakan keadaan patofisiologik dimana jantung sebagai pompa tidak mampu memenuhi kebutuhan darah untuk metabolisme jaringan [13]. Kondisi ini disebabkan oleh banyak hal, diantaranya penyakit arteri koroner, hipertensi, penyakit jantung katup serta penyakit jantung akibat malnutrisi [14].

Gejala klinis dari gagal jantung adalah nyeri dada, kelelahan dan lemas, denyut jantung tidak teratur atau cepat, sesak nafas (*Dyspnea*), berkurangnya kemampuan dalam beraktivitas, batuk yang persisten (batuk yang lebih dari 2 minggu) terutama ketika berbaring, pembengkakan pada perut dan kaki, terbangun malam hari karena sesak, namun sesak berkurang dengan posisi duduk/ setengah duduk.

2.3. Demam Reumatik (*Rheumatic Fever*)

Demam Reumatik (*Rheumatic Fever*) merupakan suatu kelainan bersifat sub-akut ataupun kronik yang dapat sembuh dengan sendirinya atau menjurus menjadi progresif dan akhirnya akan mengakibatkan deformitas pada katup jantung. Jenis penyakit ini dapat juga terjadi setelah infeksi *streptococcus beta hemolyticus group A* pada saluran pernafasan bagian atas [15].

Penyebab dari penyakit ini dikarenakan toksin atau mekanisme imunologi. Mekanisme ini menyebabkan *inflamasi proliferasif*, dan *eksudatif* pada jaringan kolagen (*endokarditis*, *miokarditis* dan *perikarditis*). Pada fase ini penyembuhan akan terjadi *parut*, dan mengakibatkan deformitas pada katup.

Gejala penyakit jantung rematik dibedakan berdasarkan *kriteria jonas* dan terdiri atas kriteria mayor dan kriteria minor. Kriteria mayor dari penyakit ini memberikan gejala: (a) *Poliarthritis*, yang merupakan keluhan sakit yang berpindah-pindah, radang sendi-sendi

besar, lutut, pergelangan kaki, pergelangan tangan dan siku, (b) *Karditis*, peradangan pada jantung, (c) *Khorea*, gerakan yang tidak disengaja/gerakan yang abnormal, (d) *Nodul subkutan*, tidak nyeri dan dapat digerakkan terutama pada siku, ruas jari, lutut, persendian kaki, (e) *Eritema marginatum*, tanda kemerahan pada batang tubuh dan telapak tangan yang tidak gatal.

Sedangkan gejala minor ditandai dengan: (a) Demam tidak lebih dari 39 derajat, (b) *Artralgia*, nyeri sendi tanpa adanya tanda objektif pada sendi kadang-kadang sulit menggerakkan tungkai.

Selain kedua tersebut, terdapat gejala lain seperti, akral dingin, lesu, terlihat pucat dan anemia. Diagnosis RHD ditegakkan apabila ada dua kriteria *mayor* atau satu *mayor* dan 2 kriteria *minor*.

2.4. Penyakit Jantung Bawaan Biru

Penyakit Jantung Bawaan Biru (PJB *Sianotik*) merupakan penyakit yang dibawa oleh anak sejak dilahirkan akibat proses pembentukan jantung yang kurang sempurna [16].

Proses pembentukan jantung terjadi pada awal pembuahan (*konsepsi*). Pada waktu jantung mengalami proses pertumbuhan di dalam kandungan, ada kemungkinan mengalami gangguan. Gangguan pertumbuhan jantung pada janin ini terjadi pada usia tiga bulan pertama kehamilan. Jantung terbentuk sempurna pada saat janin berusia empat bulan.

Terdapat 2 jenis penyakit jantung bawaan, yaitu PJB non *sianotik* dan PJB *sianotik*. Manifestasi klinis yang selalu terdapat pada penyakit jantung *sianotik* adalah *sianosis*. *Sianosis* adalah kebiruan pada mukosa yang disebabkan oleh terdapatnya lebih dari 5 gr/dl *hemoglobin* tereduksi dalam sirkulasi.

Gejala yang menunjukkan adanya PJB *sianotik* termasuk sesak napas dan kesulitan minum. Kebiruan di kulit, kuku jari, bibir dan lidah. Daya toleransi gerak yang rendah pada anak yang lebih tua serta berat badan yang rendah.

2.5. Konstruksi Sistem Aplikasi

Metodologi penelitian yang akan digunakan dalam membangun sistem cerdas diagnosa penyakit jantung dengan metode *Forward Chaining* berbasis desktop adalah metode *waterfall* [17]. Adapun penjelasan dari tahapan penelitian tersebut, sebagai berikut:

a. *Persiapan dan Pengumpulan Data*

Kegiatan persiapan sebelum melakukan pengumpulan data meliputi studi pustaka tentang sistem cerdas, metode *Forward Chaining*, dan pencarian informasi tentang penyakit jantung. Selanjutnya melakukan pengamatan secara langsung dan melakukan wawancara dengan dokter residen jantung dr. Tuko Srimulyo di RSUD Dr. Moewardi untuk mengetahui informasi yang dibutuhkan secara akurat.

b. *Analisa Sistem*

Melakukan analisa sistem sesuai data dan permasalahan yang telah dikumpulkan sebelumnya, yang digunakan sebagai acuan untuk merancang sistem sesuai dengan kebutuhan.

c. *Perancangan Sistem*

Merupakan tahap penulisan, data, aliran proses dan hubungan antar data yang paling optimal dan memenuhi kebutuhan pihak yang terkait sesuai dengan hasil analisa kebutuhan.

d. *Implementasi Sistem*

Merupakan tahap implementasi sistem berdasarkan rancangan yang telah dibuat sebelumnya dengan disesuaikan pada kebutuhan.

e. *Pengujian Sistem*

Adalah tahapan pengujian terhadap sistem yang telah dikembangkan, serta melakukan evaluasi atas sistem tersebut. Pengujian dilakukan dengan cara meminta sejumlah *volunteer* untuk memanfaatkan program untuk diagnosa-sendiri pemyakit jantung.

f. *Validasi hasil diagnosa*

Untuk memastikan bahwa hasil diagnosa dari sistem dan rekomendasi penatalaksanaannya tidak terlalu jauh berbeda dengan hasil diagnosa dari dokter, maka uji validitas perlu dilakukan. Sistem yang dikembangkan

dan hasil-hasil perhitungannya akan dikonsultasikan dengan dokter spesialis jantung untuk memastikan validitas hasil diagnosa oleh sistem.

g. Penyusunan Laporan

Penyusunan laporan merupakan tahap terakhir dari kegiatan penelitian ini. Laporan meliputi dokumentasi program dan hasil yang diberikan oleh Dokter.

Secara umum kerja Sistem Cerdas Diagnosa Penyakit Jantung adalah sekumpulan data yang tersimpan dalam sebuah *database*. *Database* tersebut berisi aplikasi berupa sebuah sistem cerdas diagnosa penyakit jantung.

Program aplikasi yang digunakan untuk membangun sistem meliputi:

- 1) *Netbeans IDE 6.9*
Netbeans IDE 6.9 merupakan sebuah perangkat lunak berbasis GUI (*Graphical User Interface*) yang digunakan untuk merancang program secara visual. *Netbeans IDE 6.9* ini akan digunakan untuk merancang tampilan program dan juga untuk *scripting* program.
- 2) *JDK 6u21*
JDK 6u21 merupakan perangkat pendukung yang wajib digunakan untuk menjalankan program berbasis java dan untuk menjalankan *Netbeans IDE 6.9*.
- 3) *IReport Designer 4.5.0*
IReport Designer 4.5.0 merupakan perangkat lunak untuk merancang sebuah laporan yang berbasis GUI (*Graphical User Interface*) dari program yang telah dibuat.
- 4) *Xampp-Win32-1.7.3*
Xampp-Win32-1.7.3 merupakan aplikasi *web server* yang didalamnya terdapat *phpmyadmin* sebagai pengolah basis data MySQL yang digunakan untuk menyimpan data dari system. MySQL merupakan program pendukung untuk berinteraksi dengan *script* java dan *database*.
- 5) *Mozilla Explorer* atau *web browser* digunakan untuk menjalankan *web server* *Xampp*.

2.6. Mekanisme Inferensi

Mekanisme inferensi sistem cerdas diagnosa penyakit jantung dengan metode *Forward Chaining* memiliki beberapa tahapan yang menggunakan kaidah dengan langkah-langkahnya sebagai berikut :

- Langkah 1: mengajukan pertanyaan kepada *user*,
- Langkah 2: menampung input *user* sebagai *premis rule* pada *short term memory*,
- Langkah 3: cek input *user* yang ditampung. Jika ditemukan ulangi langkah 1 sampai 3, jika tidak, berikan default *output* berupa tidak ditemukannya penyakit,
- Langkah 4: menghitung besar persentase kemungkinan menderita penyakit jantung,
- Langkah 5: memberikan solusi penyakit jantung yang diderita.

Setelah sistem selesai dikembangkan, maka tahap implementasi dapat dilakukan. Adapun secara operasional, proses diagnosa penyakit jantung, pasien dapat melakukan diagnosa secara mandiri dengan cara mengisi data diri pasien kemudian menjawab seluruh pertanyaan seputar gejala-gejala yang diberikan oleh sistem.

Pasien diharapkan mengisi data berdasarkan kondisi yang dirasakan agar diperoleh hasil diagnosa yang akurat. *Entry data* pasien akan direkam oleh sistem untuk dikonfirmasi dengan basis pengetahuan yang sebelumnya telah diinputkan oleh pakar. Selanjutnya sistem akan melakukan cek jawaban pasien tersebut dan menghitung persentase kemungkinan penyakit yang diderita pasien. Mekanisme inferensi akan memberikan keputusan dengan mengacu metode *Forward Chaining*, yang berupa peruntukan melalui kumpulan data, mengkonfirmasi dengan basis pengetahuan dan menuju kepada konklusi akhir. Mekanisme ini sama dengan cara diagnosis yang dilakukan dokter terhadap pasien.

Tahapan terakhir dari mekanisme kerja sistem adalah memberikan keluaran/*output* berupa hasil diagnosa

kemungkinan penyakit yang diderita pasien, serta solusi pengobatannya. Hasil diagnosa tersebut dapat dilihat dalam layar monitor serta dapat dicetak dalam bentuk laporan.

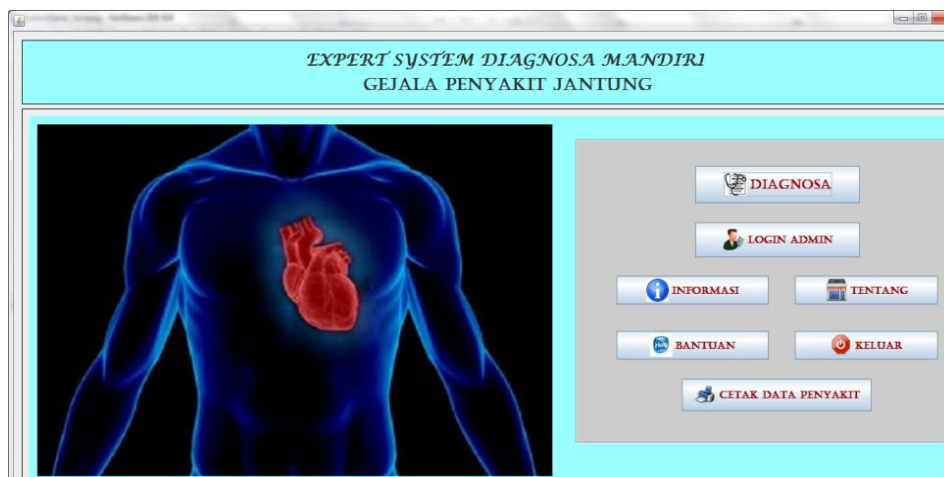
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Operasionalisasi sistem

Mengacu pada metode pengembangan sistem sebagaimana yang diuraikan pada bagian sebelumnya, berikut ini akan diuraikan hasil pengembangan sistem cerdas untuk diagnosa penyakit jantung. Aplikasi yang

dikembangkan telah dapat bekerja dengan baik dan telah dilakukan uji coba. Berikut ini akan disajikan sejumlah tampilan dari aplikasi. Tampilan lengkap aplikasi tidak dapat disajikan dalam makalah ini, karena alokasi jumlah halaman. Dengan demikian, hanya sejumlah menu utama saja yang ditampilkan.

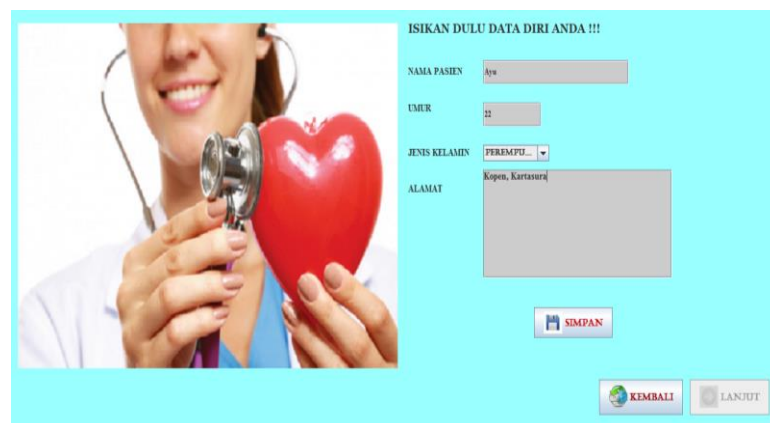
Adapun tampilan halaman menu utama ditunjukkan pada Gb.1. Dalam tampilan tersebut, diberikan sejumlah tombol untuk dapat dipilih oleh pengguna menuju tahap berikutnya.



Gambar 1 Halaman Menu Utama

Sedangkan Halaman isian data pasien yang digunakan oleh pasien untuk mengisi data diri sebelum melakukan

isian untuk keperluan diagnosa penyakit ditunjukkan pada Gb 2.



Gambar 2. Halaman Isian Data Pasien

Pada halaman diagnosis, pasien diberikan beberapa pertanyaan tentang gejala yang dirasakan termasuk aktifitas dan riwayat penyakit yang terkait,

misalnya menanyakan apakah pengguna merokok atau pernah memiliki riwayat diabetes/penyakit gula dan sebagainya. Setiap kali selesai menjawab pertanyaan,

pasien dapat menekan tombol “lanjut” untuk melanjutkan menjawab pertanyaan berikutnya, sampai dengan seluruh

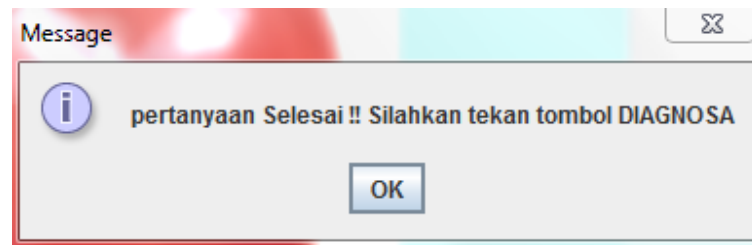
pertanyaan terjawab. Adapun contoh tampilan form pertanyaan adalah sebagaimana ditunjukkan pada Gb 3.



Gambar 3. Contoh tampilan diagnosa

Setelah semua pertanyaan dijawab, sistem akan memberikan tampilan

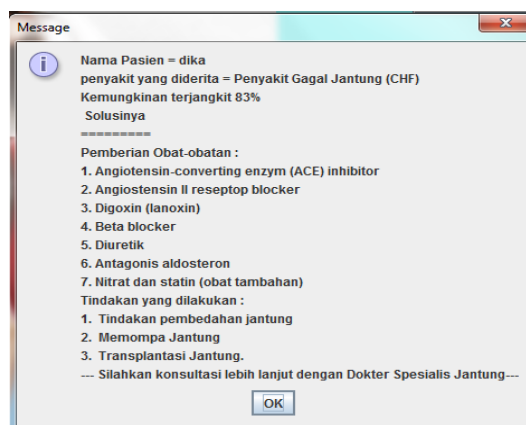
notifikasi bahwa pertanyaan selesai. Notifikasi tersebut ditunjukkan pad Gb 4.



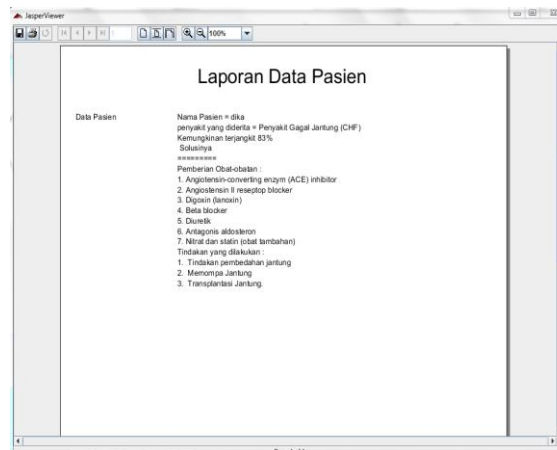
Gambar 4. Notifikasi berakhirnya pertanyaan

Selanjutnya sistem akan melakukan perhitungan persentase dan kemungkinan penyakit yang diderita serta memberikan

hasil diagnose dalam tampilan layar maupun menu cetak, sebagaimana ditunjukkan pada Gb. 5 dan 6.



Gambar 5 Tampilan Hasil Diagnosa



Gb. 6 Tampilan menu cetak hasil diagnosa

3.2. Evaluasi Sistem

Tujuan dilakukannya evaluasi atas sistem yang dikembangkan adalah untuk mengetahui penilaian user terhadap sistem tersebut. Untuk keperluan evaluasi tersebut, dibuat kuisisioner dan diberikan dan dimintakan jawabannya kepada dokter dan 10 responden yang terdiri dari masyarakat umum. Penilaian terhadap aplikasi, termasuk baik dan buruknya dilakukan analisisnya berdasarkan hasil dari kuisisioner tersebut.

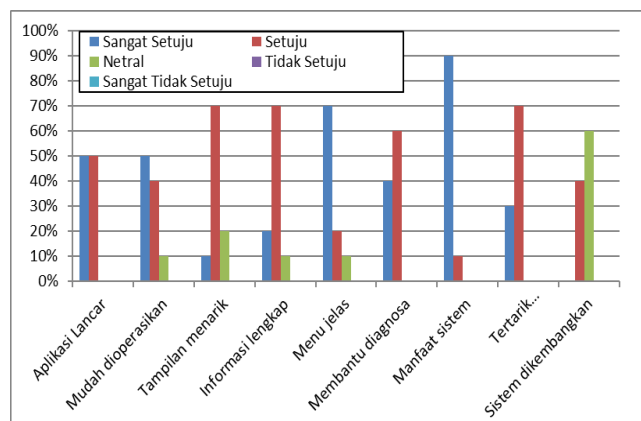
Adapun hasil dari kuisisioner tentang aplikasi sistem cerdas menurut dokter adalah sebagai berikut:

- a. Aplikasi sistem pakar untuk mendiagnosa penyakit jantung memberikan diagnosa yang hampir sesuai dengan apa yang diberikan oleh dokter. Hal ini karena basis pengetahuan untuk pengembangan sistem cerdas dapat disesuaikan dengan pengetahuan dokter serta

didasarkan atas nilai bobot gejala dan relasinya terhadap penyakit.

- b. Dokter merasa terbantu dengan adanya aplikasi sistem cerdas diagnosa penyakit jantung karena sistem tersebut dapat menyimpan pengetahuan dokter dan membantu proses diagnosa awal penyakit pasien sehingga dapat dilakukan pengobatan dan pencegahan secara dini.

Kriteria yang ditujukan kepada 10 responden yang berasal dari masyarakat umum akan dijadikan gambarab penilaian tentang sistem yang dikembangkan. Hasil evaluasi atas sistem ditunjukkan pada Gb. 7 yang memberikan gambaran bahwa sistem memiliki karakteristik tampilan yang menarik, mudah dioperasikan, lancar, bermanfaat. Hasil dari kuisisioner juga memberikan saran perlunya sistem tersebut dikembangkan lebih lanjut.



Gb. 7 Grafik hasil evaluasi pengguna

4. KESIMPULAN

Berdasarkan uraian tentang pengembangan sistem cerdas untuk diagnosa penyakit jantung, serta implementasi dan evaluasi yang dilakukan, berikut ini disampaikan beberapa hal yang merupakan kesimpulan.

- a. Penyakit Jantung merupakan salah satu penyakit penyebab kematian yang dominan,
- b. Terdapat sejumlah tipe Penyakit Jantung dengan ciri-ciri yang berbeda, sehingga diagnosa yang cermat akan membantu mencegah dan mengobati penyakit tersebut,
- c. Pengembangan sistem cerdas untuk diagnosa Penyakit Jantung akan memberikan kontribusi signifikan kepada masyarakat untuk mengetahui indikasi penyakit dan rekomendasi pencegahan/ pengobatan dalam kondisi keterbatasan Dokter Spesialis Penyakit Jantung dan peralatan medis pendukungnya,
- d. Metode *Forward Chaining* yang digunakan dalam Sistem Cerdas yang dikembangkan memberikan hasil diagnosa yang cukup presisi,
- e. Verifikasi hasil diagnosa oleh dokter dan tanggapan pengguna menunjukkan bahwa sistem cerdas yang dikembangkan memberikan hasil dengan taraf validitas yang baik serta dapat diterima oleh pengguna,
- f. Sistem cerdas yang dikembangkan untuk diagnosa Penyakit Jantung tidak mensubstitusi peran Dokter Spesialis Penyakit Jantung, namun dapat membantu dokter dan pengguna untuk identifikasi awal eksistensi penyakit.

REFERENSI

- [1] A. Felman, "Everything you need to know about heart disease," *Medical News Today*, 2018.
- [2] E. J. Benjamin *et al.*, "Heart Disease and Stroke Statistics-2017 Update: A Report From the American Heart Association.," *Circulation*, vol. 135, no. 10, pp. e146–e603, Mar. 2017.
- [3] "American Heart Association," 2109. [Online]. Available: <https://www.heart.org/>.
- [4] F. Sanchis-Gomar, C. Perez-Quilis, R. Leischik, and A. Lucia, "Epidemiology of coronary heart disease and acute coronary syndrome.," *Ann. Transl. Med.*, vol. 4, no. 13, p. 256, Jul. 2016.
- [5] K. D. Kochanek, E. Arias, and B. A. Bastian, "The Effect of Changes in Selected Age-specific Causes of Death on Non-Hispanic White Life Expectancy Between 2000 and 2014 Key findings Data from the National Vital Statistics System, Mortality," 2000.
- [6] A. Ekawati and W. Afridah, "Hubungan Antara Lama Hari Rawat dengan Antrian Masuk Rumah Sakit pada Pasien BPJS di RS. Islam Jemursari Surabaya," *J. Heal. Sci.*, vol. 8, no. 1, Apr. 2018.
- [7] E. Wahyudi and S. Hartati, "Case-Based Reasoning untuk Diagnosis Penyakit Jantung," *IJCCS (Indonesian J. Comput. Cybern. Syst.)*, vol. 11, no. 1, p. 1, Jan. 2017.
- [8] S. J. Russell and P. Norvig, *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Malaysia; Pearson Education Limited, 2016.
- [9] B. J. Copeland, *Artificial intelligence: a philosophical introduction*. .
- [10] "US9429943B2 - Artificial intelligence valet systems and methods - Patents."
- [11] A. Al-Ajlan, "The Comparison between Forward and Backward Chaining," *Int. J. Mach. Learn. Comput.*, vol. 5, no. 2, pp. 106–113, 2015.
- [12] C. LEFÈVRE, C. BÉATRIX, I. STÉPHAN, and L. GARCIA, "ASPeRiX , a first-order forward chaining approach for answer set computing," *Theory Pract. Log. Program.*, vol. 17, no. 3, pp. 266–310, May 2017.

- [13] Z. Masetic and A. Subasi, "Congestive heart failure detection using random forest classifier," *Comput. Methods Programs Biomed.*, vol. 130, pp. 54–64, Jul. 2016.
- [14] M. J. Crowley *et al.*, "Clinical Outcomes of Metformin Use in Populations With Chronic Kidney Disease, Congestive Heart Failure, or Chronic Liver Disease," *Ann. Intern. Med.*, vol. 166, no. 3, p. 191, Feb. 2017.
- [15] J. R. Carapetis *et al.*, "Acute rheumatic fever and rheumatic heart disease," *Nat. Rev. Dis. Prim.*, vol. 2, no. 1, p. 15084, Dec. 2016.
- [16] K. Kumala, N. P. V. K. Yantie, and I. N. B. Hartawan, "Karakteristik Penyakit Jantung Bawaan Asianotik Tipe Isolated dan Manifestasi Klinis Dini pada Pasien Anak di Rumah Sakit Umum Pusat Sanglah," *E-Jurnal Med. Udayana*, vol. 7, no. 10, Oct. 2018.
- [17] A. Alshamrani and A. Bahattab, "A Comparison Between Three SDLC Models Waterfall Model, Spiral Model, and Incremental/Iterative Model," 2015.