

Aplikasi Sistem Pakar Berbasis Android untuk Diagnosa Awal Penyakit Ginjal Manusia Menggunakan Metode *Forward Chaining*

Winda Wahyuti¹, Inggih Permana², Febi Nur Salisah³

^{1,2,3}Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Sains dan Teknologi,
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, Pekanbaru, Riau

Email: winda.wahyuti@students.uin-suska.ac.id¹, inggihpermana@uin-suska.ac.id²,
febinursalisah@uin-suska.ac.id³

Abstrak

Penyakit ginjal manusia membutuhkan dokter spesialis untuk mendiagnosanya. Saat ini jumlah dokter spesialis ahli ginjal di Indonesia masih sedikit. Keterbatasan jumlah dokter di bidang ini menyulitkan masyarakat dalam mendiagnosa penyakit ginjal. Oleh sebab itu, paper ini membangun aplikasi sistem pakar untuk memudahkan masyarakat dalam melakukan diagnosa awal penyakit ginjal. Basis pengetahuan sistem pakar ini dibuat dalam bentuk *if-then rule*. Metode inferensi yang digunakan adalah *forward chaining*. Rule yang dihasilkan pada proses pembuatan basis pengetahuan berjumlah 18, terdiri dari 8 penyakit dan 49 gejala. Aplikasi sistem pakar ini dibuat berbasis Android agar bisa digunakan oleh masyarakat kapan saja dan dimana saja. Berdasarkan hasil unit test aplikasi yang dibuat telah berhasil melakukan inferensi secara *forward chaining* dengan benar. Berdasarkan uji *black box* fitur-fitur di aplikasi berjalan baik, dengan tingkat keberhasilan 100%. Berdasarkan hasil *user acceptance test* penerimaan aplikasi sistem pakar ini sangat baik, yaitu 83,8%.

Kata kunci: *Android, Forward chaining, Penyakit, Ginjal, Sistem Pakar*

Abstract

Human kidney disease requires a specialist to diagnose it. Currently the number of specialist kidney doctors in Indonesia is still small. The limited number of doctors in this field makes it difficult for people to diagnose kidney disease. Therefore, this paper builds an expert system application to make it easier for people to make early diagnosis of kidney disease. This expert system knowledge base is made in the form of *if-then rule*. The inference method used is *forward chaining*. Rule produced in the process of making knowledge bases is 18, consisting of 8 diseases and 49 symptoms. This expert system application is made based on Android so that it can be used by people anytime and anywhere. Based on the results of the application test unit that has been made successfully inference by *forward chaining* correctly. Based on the *black box* test the features in the application run well, with a 100% success rate. Based on the results of the user acceptance test, the acceptance of this expert system application is very good, namely 83.8%.

Keywords: *Android, Forward chaining, Disease, Kidney, Expert System*

1. Pendahuluan

Ginjal adalah organ dalam tubuh manusia yang memiliki fungsi penting. Ginjal memiliki fungsi untuk membuang limbah atau kotoran dari aliran darah [1]. Fungsi lain dari ginjal adalah sebagai kelenjar endokrin. Kelenjar endokrin menghasilkan hormon untuk pembentukan sel darah merah, mengatur tekanan darah dan pembentukan tulang [2].

Tingginya kasus gagal ginjal di Indonesia tidak diimbangi dengan jumlah dokter ahli ginjal. Survei yang dilakukan oleh Perhimpunan Nefrologi Indonesia (PERNEFRI) tahun 2006 menunjukkan 12,5 persen dari populasi penduduk di Indonesia mengalami penyakit ginjal kronis [3]. Pada tahun 2013, jumlah spesialis ahli ginjal di Indonesia hanya 90 orang [4]. Penyakit ginjal memerlukan seorang dokter spesialis untuk mendiagnosanya. Minimnya spesialis ahli ginjal di Indonesia menjadi salah satu tantangan dalam penanganan penderita penyakit ginjal.

Studi ini membangun sistem pakar untuk diagnosa awal penyakit ginjal untuk membantu mengatasi kelangkaan dokter ahli ginjal. Sistem pakar adalah salah satu cabang dari kecerdasan buatan yang didalamnya terdapat pengetahuan-pengetahuan yang didapat dari seorang ahli yang mengetahui tentang permasalahan tersebut dan pengetahuan itu nantinya dapat digunakan untuk menyelesaikan suatu permasalahan tertentu [5]. Sistem pakar ini dapat membantu masyarakat untuk melakukan deteksi awal penyakit ginjal. Meskipun penyakit ginjal memerlukan dokter spesialis, deteksi awal bisa dilakukan oleh orang awam jika orang tersebut mengetahui gejala-gejalanya. Sehingga nantinya masyarakat dapat melakukan pencegahan terhadap penyakit ginjal dan segera menghubungi dokter spesialis.

Penyakit ginjal yang bisa didiagnosa oleh sistem pakar yang dibuat adalah penyakit ginjal yang bisa didiagnosa awal oleh orang awam. Hal ini bertujuan agar sistem pakar yang dibuat lebih aplikatif untuk digunakan oleh orang awam. Penelitian-penelitian tentang sistem pakar penyakit ginjal sebelumnya [6][7][8][9][10] memasukkan penyakit-penyakit yang harus diperiksa di laboratorium. Hal ini mengakibatkan sistem pakar yang dibuat kurang aplikatif untuk digunakan oleh orang awam, karena tetap harus melakukan pengecekan ke dokter untuk diagnosa awal.

Pada studi ini, sistem pakar penyakit ginjal dibuat berbasis *rule* dengan *forward chaining* sebagai metode inferensi. Metode *forward chaining* merupakan metode inferensi yang melakukan penalaran dimulai dari fakta terlebih dahulu untuk mendapatkan sebuah kesimpulan. Metode ini dipilih karena dalam menentukan penyakit yang diderita manusia diperlukan gejala-gejala (fakta-fakta) terlebih dahulu. Selain itu, metode inferensi ini digunakan karena telah berhasil digunakan oleh penelitian-penelitian sebelumnya, seperti: (1) diagnosa penyakit pada manusia [1][6][9][10][11][12][13][14]; (2) penentuan kelayakan sapi qurban [15]; (3) pemilihan model hijab [16]; (4) diagnosa penyakit pada ikan [17]; (6) deteksi kerusakan sepeda motor [18]; (5) penentuan bakat anak [19].

2. Metodologi Penelitian

Studi ini mengadopsi fase-fase pembuatan aplikasi sistem pakar yang dilakukan oleh [15]. Secara garis besar, fase-fase tersebut terbagi menjadi dua, yaitu fase pengembangan basis pengetahuan dan fase pengembangan aplikasi. Untuk lebih jelasnya perhatikan Gambar 1.

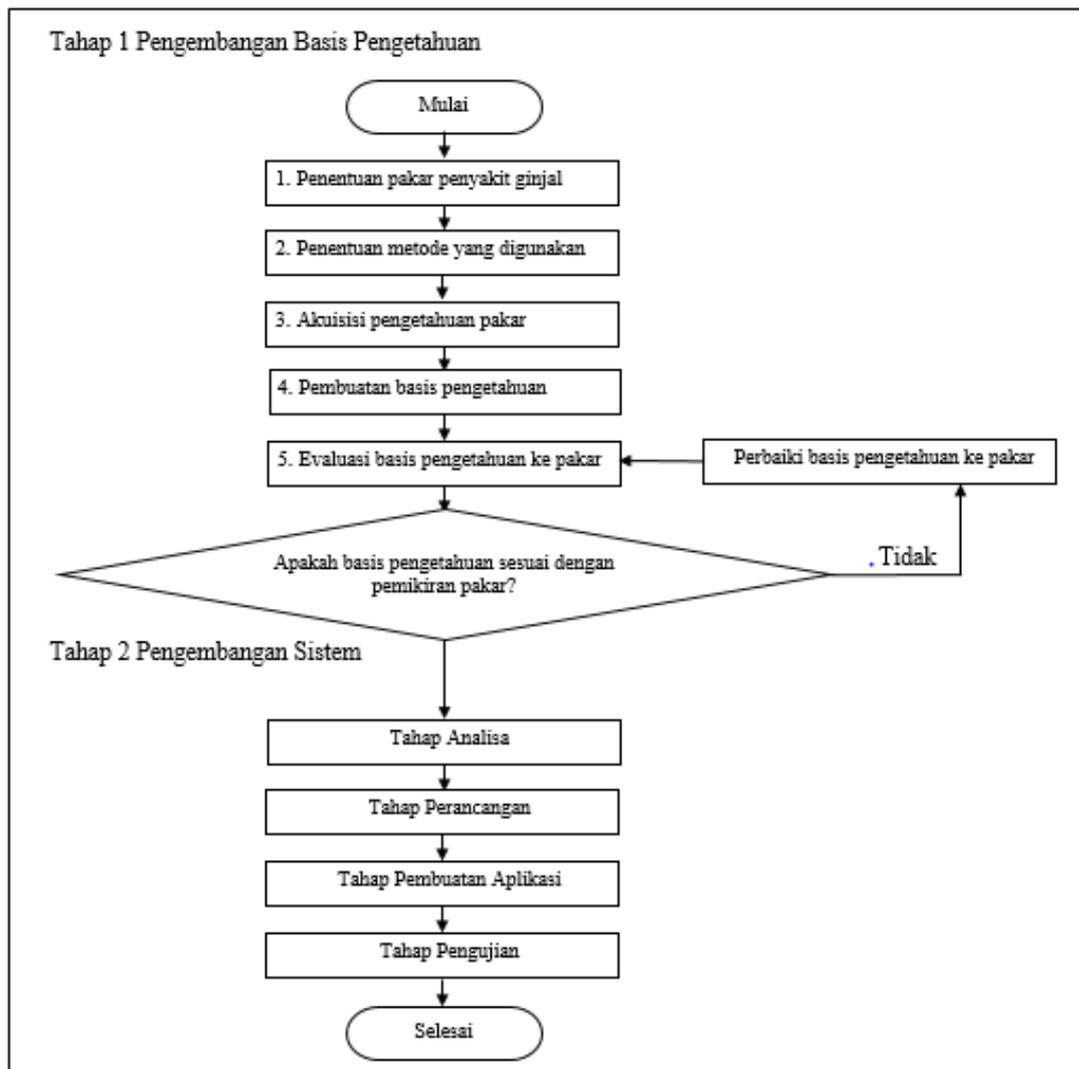
2.1. Fase Pengembangan Basis Pengetahuan

Pakar yang dipilih dalam penelitian adalah Dokter spesialis Urologi di Rumah Sakit Awal Bros Panam, Pekanbaru, Riau. Pemilihan pakar dilatar belakangi karena dokter spesialis urologi adalah dokter yang menangani masalah kelainan yang berhubungan dengan saluran kemih termasuk ginjal.

Akuisisi pengetahuan dengan cara wawancara dan studi literatur. Dari hasil wawancara yang telah dilakukan dibuatlah basis pengetahuan. Setelah itu basis pengetahuan tersebut dievaluasi kembali oleh pakar untuk memastikan apakah basis pengetahuan yang dibuat telah sesuai dengan pemikiran pakar. Jika belum sesuai maka basis pengetahuan akan diperbaiki dan dievaluasi kembali.

2.2. Fase Pengembangan Aplikasi Sistem Pakar

Pada tahap analisis dirumuskan kebutuhan fungsional aplikasi tersebut. Kebutuhan fungsional tersebut dimodelkan ke dalam salah satu model dari *unified modeling language* (UML), yaitu *use case diagram*. Diagram ini dibuat menggunakan alat bantu Astah Community. Pada tahap perancangan dilakukan perancangan antarmuka aplikasi. Antarmuka dibuat dalam bentuk *storyboard*. Alat bantu yang digunakan dalam pembuatan rancangan antarmuka adalah Balsamiq Mockups. Pada tahap pembuatan aplikasi dilakukan pengkodean menggunakan alat bantu Android Studio. Pada tahap pengujian aplikasi dilakukan *unit test* (UT), *user acceptance test* (UAT), dan uji *black box*.



Gambar 1. Tahapan-tahapan pembuatan aplikasi sistem pakar

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Basis Pengetahuan

Berdasarkan hasil wawancara ke pakar, didapat penyakit-penyakit ginjal yang bisa didiagnosa awal oleh orang awam seperti pada Tabel 1. Gejala-gejala penyakit ginjal dapat dilihat pada Tabel 2. Basis pengetahuan dalam bentuk *if-then rule* untuk penyakit ginjal dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 1. Tabel Penyakit Ginjal

ID Penyakit	Nama Penyakit
P1	Diabetes
P2	Ginjal kronis
P3	<i>Sindrom nefrotik</i>
P4	Infeksi saluran kemih
P5	Obstruksi saluran kemih
P6	<i>Pielonefritis / infeksi ginjal</i>
P7	Sistitis
P8	<i>Nefropati diabetik</i>

Tabel 2. Gejala-gejala penyakit ginjal

ID Gejala	Nama Gejala awal
G1	Buang air kecil lebih dari 5 sampai 8 kali sehari

G2	Perasaan urine tidak sepenuhnya keluar setelah buang air kecil
G3	Bau urine yang tidak seperti biasa
G4	Sensasi terbakar atau perih saat buang air kecil
G5	Urin berwarna merah
G6	Rasa selalu ingin buang air kecil dan tidak bisa ditahan
G7	Frekuensi buang air kecil sering tapi jumlah urin yang sedikit
G8	Disfungsi ereksi pada pria
G9	Nyeri saat buang air
G10	Rasa sakit atau sensasi terbakar pada perut bagian bawah
G11	Kandung kemih membesar terkadang terasa di bagian bawah perut tepat di atas tulang kemaluan
G12	Perut bagian samping (pinggul) mengalami rasa sakit
G13	Seperti ada tertekan pada panggul
G14	Nyeri pada perut
G15	Nyeri punggung
G16	Kram otot
G17	Sesak nafas
G18	Cegukan berlebih
G19	Pernafasan lebih dari 12 sampai 20 kali permenit
G20	Nyeri pada dada
G21	Susah tidur
G22	Mendengkur saat tidur
G23	Kehilangan kesadaran
G24	Sakit kepala
G25	Lemas
G26	Tubuh mudah merasa lelah
G27	Sering merasa haus
G28	Selalu merasa lapar
G29	Kehilangan nafsu makan
G30	Berat badan menurun atau bertambah lebih dari 1,5 sampai 2,5 kg perminggu
G31	Mual
G32	Muntah
G33	Pembengkakan pada pergelangan kaki, kaki atau tangan.
G34	Pembengkakan sekitar mata
G35	Suhu badan diatas 38 derajat celcius
G36	Tubuh kadang dingin atau menggigil
G37	Tekanan darah diatas 140/90 mm Hg
G38	Penglihatan kabur
G39	Kurang konsentrasi
G40	Kulit terasa gatal
G41	Kulit luka lebih dari 7 sampai 21 hari
G42	Berat badan menurun atau bertambah secara drastis
G43	Luka sulit sembuh
G44	Nafas lebih cepat
G45	Urin terdapat darah
G46	Tekanan darah tinggi
G47	Menurun ketajaman mental
G48	Demam tinggi
G49	Sering buang air kecil

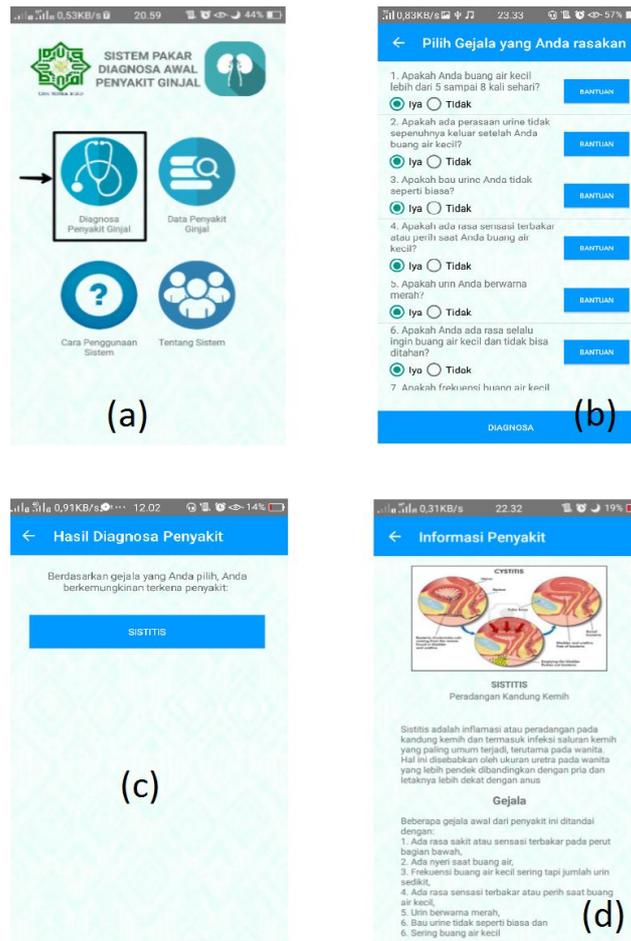
Tabel 3. Basis pengetahuan sistem pakar penyakit ginjal

Kode		Evidence		Hipotesis
R1	IF	buang air kecil lebih dari 8 kali dalam sehari = "ya" (G1)	THEN	sering buang air kecil = "ya" (G49)
R2	IF	pernafasan lebih dari 12-20 kali permenit = "ya" (G19)	THEN	dikatakan nafas lebih cepat = "ya" (G44)
R3	IF	berat badan menurun atau bertambah lebih dari 1,5-2,5 kg perminggu = "ya" (G30)	THEN	berat badan menurun atau bertambah secara drastis = "ya" (G42)
R4	IF	kulit luka lebih dari 7-21 hari = "ya" (G41)	THEN	luka sulit sembuh = "ya" (G43)
R5	IF	suhu badan diatas 38 derajat celcius = "ya" (G35)	THEN	demam tinggi = "ya" (G48)
R6	IF	urin berwarna merah = "ya" (G5)	THEN	urin terdapat darah = "ya" (G45)
R7	IF	kehilangan kesadaran = "ya" (23)	THEN	menurun ketajaman mental = "ya" (47)
R8	IF	sakit kepala = "ya" (G24) AND tekanan darah diatas 140/90 mmHg = "ya" (G37) AND penglihatan kabur = "ya" (G38)	THEN	tekanan darah tinggi = "ya" (G46)

R9	IF	Buang air kecil lebih dari 5 sampai 8 kali dalam sehari = "ya" = "ya" (G1) AND pernafasan lebih dari 12-20 kali permenit = "ya" (G19) AND sering merasa haus = "ya" (G27) AND selalu merasa lapar = "ya" (G28) AND berat badan menurun atau bertambah lebih dari 1,5-2,5 kg perminggu = "ya" (G30) AND kulit luka lebih dari 7-21 hari = "ya" (G41)	THEN	diabetes (P1)
R10	IF	urin berwarna merah = "ya" (G5) AND disfungsi ereksi pada pria = "ya" (G8) AND kram otot = "ya" (G16) AND sesak nafas = "ya" (G17) AND cegukan berlebih = "ya" (G18) AND nyeri pada dada = "ya" (20) AND kehilangan kesadaran = "ya" (G23) AND tubuh mudah merasa lelah = "ya" (G26) AND kehilangan nafsu makan = "ya" (G29) AND mual = "ya" (G31) AND muntah = "ya" (G32) AND pembengkakan pada pergelangan kaki, kaki atau tangan = "ya" (G33) AND kulit terasa gatal = "ya" (G40)	THEN	ginjal kronis (P2)
R11	IF	Sakit kepala = "ya" (G24) AND pembengkakan pada pergelangan kaki, kaki atau tangan = "ya" (G33) AND pembengkakan sekitar mata = "ya" (G34) AND tekanan darah diatas 140/90 mmHg = "ya" (G37) AND penglihatan kabur = "ya" (G38)	THEN	sindrom nefrotik (P3)
R13	IF	Buang air kecil lebih dari 5 - 8 kali dalam sehari = "ya" (G1) AND perasaan urine tidak sepenuhnya keluar setelah buang air kecil = "ya" (G2) AND Urin berwarna merah = "ya" (G5) AND frekuensi buang air kecil sering tapi jumlah urin yang sedikit = "ya" (G7) AND kandung kemih membesar kadang terasa di bagian bawah perut tepat di atas tulang kemaluan = "ya" (G11) AND perut bagian samping (pinggul) mengalami rasa sakit = "ya" (G12) AND nyeri pada perut = "ya" (G14) AND mual = "ya" (G31) AND muntah = "ya" (G32) AND suhu badan diatas 38 derajat celcius = "ya" (G35)	THEN	obstruksi saluran kemih (P5)
R14	IF	Bau urine yang tidak seperti biasa = "ya" (G3) AND Urin berwarna merah = "ya" (G5) AND nyeri pada perut = "ya" (G14) AND nyeri punggung = "ya" (G15) AND tubuh terasa lemas tubuh = "ya" (G25) AND kehilangan nafsu makan = "ya" (G29) AND mual = "ya" (G31) AND muntah = "ya" (G32) AND suhu badan diatas 38 derajat celcius = "ya" (G35) AND kadang dingin atau menggigil = "ya" (G36)	THEN	infeksi ginjal (P6)
R15	IF	(G1) AND bau urine yang tidak seperti biasa = "ya" (G3) AND sensasi terbakar atau perih saat buang air kecil = "ya" (G4) AND urin berwarna merah = "ya" (G5) AND frekuensi buang air kecil sering tapi jumlah urin yang sedikit = "ya" (G7) AND nyeri saat buang air = "ya" (G9) AND rasa sakit atau sensasi terbakar pada perut bagian bawah = "ya" (G10)	THEN	sistitis (P7)
R16	IF	Buang air kecil lebih dari 5 sampai 8 kali dalam sehari = "ya" (G1) AND kram otot = "ya" (G16) AND susah tidur = "ya" (G21) AND mendengkur saat tidur = "ya" (G22) AND kehilangan nafsu makan = "ya" (G29) AND berat badan menurun atau bertambah lebih dari 1,5-2,5 kg perminggu = "ya" (G30) AND mual = "ya" (G31) AND muntah = "ya" (G32) AND pembengkakan pada pergelangan kaki, kaki atau tangan = "ya" (G33) AND pembengkakan sekitar mata = "ya" (G34) AND kurang konsentrasi = "ya" (G39) AND Kulit terasa gatal = "ya" (G40)	THEN	nefropati diabetik (P8)

3.2. Aplikasi Sistem Pakar Penyakit Ginjal

Cara diagnosa penyakit ginjal menggunakan aplikasi sistem pakar yang dibuat dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Cara diagnosa penyakit ginjal pada aplikasi sistem pakar

Untuk melakukan diagnosa awal penyakit ginjal, pengguna mengklik menu diagnosa penyakit ginjal pada form utama (Gambar 2.a). Setelah itu aplikasi menampilkan pertanyaan mengenai gejala dari penyakit ginjal (Gambar 2.b). Daftar pertanyaan dapat dilihat pada Tabel 4. Setelah pengguna selesai menjawab pertanyaan, pengguna mengklik *button* diagnosa maka aplikasi akan menampilkan hasil diagnosa awal penyakit ginjal (Gambar 2.c). Jika diklik *button* hasil diagnosa penyakit maka sistem menampilkan penjelasan mengenai penyakit (Gambar 2.d).

Tabel 4. Daftar pertanyaan pada aplikasi

NO	DAFTAR PERTANYAAN
1	Apakah Anda buang air kecil lebih dari 5 sampai 8 kali sehari?
2	Apakah ada perasaan urine tidak sepenuhnya keluar setelah Anda buang air kecil?
3	Apakah bau urine Anda tidak seperti biasa?
4	Apakah ada rasa sensasi terbakar atau perih saat Anda buang air kecil?
5	Apakah urin Anda berwarna merah?
6	Apakah Anda ada rasa selalu ingin buang air kecil dan tidak bisa ditahan?
7	Apakah frekuensi buang air kecil Anda sering tapi jumlah urin sedikit?
8	Pada pria, Apakah terjadi disfungsi ereksi?
9	Apakah ada nyeri saat Anda buang air?
10	Apakah ada rasa sakit atau sensasi terbakar pada perut bagian bawah Anda?
11	Apakah kantung kemih Anda membesar terkadang terasa di bagian bawah perut tepat di atas tulang kemaluan?
12	Apakah perut bagian samping (pinggul) Anda mengalami rasa sakit?
13	Apakah seperti ada tertekan pada panggul Anda?
14	Apakah ada nyeri pada perut Anda?
15	Apakah ada rasa nyeri pada punggung Anda?
16	Apakah Anda mengalami kram pada otot?
17	Apakah Anda mengalami sesak nafas?
18	Apakah Anda mengalami cegukan yang berlebihan?

19	Apakah pernafasan Anda lebih dari 12 sampai 20 kali permenit?
20	Apakah ada rasa nyeri pada dada Anda?
21	Apakah Anda mengalami susah tidur?
22	Apakah Anda mendengkur saat tidur?
23	Apakah Anda kehilangan kesadaran?
24	Apakah Anda merasa sakit kepala?
25	Apakah tubuh Anda terasa lemas?
26	Apakah tubuh Anda mudah merasa lelah?
27	Apakah Anda sering merasa haus?
28	Apakah Anda selalu merasa lapar?
29	Apakah Anda kehilangan nafsu makan?
30	Apakah berat badan Anda berkurang atau bertambah lebih dari 1,5-2,5 kg perminggu?
31	Apakah Anda merasa mual?
32	Apakah Anda muntah?
33	Apakah terjadi pembengkakan pada pergelangan kaki, kaki atau tangan Anda?
34	Apakah terjadi pembengkakan di sekitar mata Anda?
35	Apakah suhu badan Anda diatas 38 derajat celcius?
36	Apakah tubuh Anda kadang dingin atau menggigil?
37	Apakah tekanan darah Anda diatas 140/90 mm Hg?
38	Apakah penglihatan Anda kabur?
39	Apakah Anda kurang konsentrasi?
40	Apakah kulit Anda terasa gatal?
41	Apakah kulit Anda jika luka lebih dari 7 sampai 21 hari?

3.3. Pengujian Aplikasi

Hasil pengujian UT menunjukkan aplikasi telah melakukan inferensi secara *forward chaining* dengan benar terhadap *rule-rule* yang ada. Hasil pengujian *black box* menunjukkan fitur-fitur aplikasi berjalan sangat baik, dengan tingkat keberhasilan 100%. Pengujian *black box* dilakukan pada 10 *smartphone*. Detail hasil pengujian black box dapat dilihat pada Tabel 5. Hasil UAT menunjukkan tingkat penerimaan pengguna sangat baik, yaitu sebesar 93.8%. Daftar pertanyaan UAT dapat dilihat pada Tabel 6. Nilai bobot di setiap jawaban adalah: (1) A=4; (2) B=3; (3) C=2; dan (4) D=1. Jumlah responden UAT yang terlibat adalah 100 orang. Detail hasil UAT dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 5 Hasil uji black box aplikasi sistem pakar diagnosa penyakit ginjal

Spesifikasi Mobile Device Aplikasi Sistem pakar diagnosa penyakit ginjal						
Smartphone	Ukuran Layar	RAM	Versi Android	Jaringan	Prosesor	Tingkat Keberhasilan
Oppo F1	5.0 Inchi	3 GB	5.1.1	4G	Octa Core	100%
Galaxy J1 Ace	4.3 Inchi	750 Mb	5.1.1	4G	Quad Core	100%
Vivo Y65	5.5 Inchi	3 GB	7.1	4G	Quad Core	100%
Zenfone 2 Laser	5.0 Inchi	2 GB	5.0	4G	Quad Core	100%
Zenfone Selfie ZD551KL	5.5 Inchi	3 GB	6.0.1	4G	Octa Core	100%
Xiaomi Redmi 3Pro	5.0 Inchi	3 GB	5.1.1	4G	Octa Core	100%
Galaxy J2 Prime	5.0 Inchi	1,5 GB	6.0	4G	Quad Core	100%
Xiaomi Redmi 3	5.0 Inchi	2 GB	5.1.1	4G	Octa Core	100%
Oppo A37	5.0 Inchi	2 GB	5.1	4G	Quad Core	100%
Xiaomi Redmi 5A	5.0 Inchi	3 GB	7.1.2	4G	Quad Core	100%
Rata-Rata Tingkat Keberhasilan						100%

Tabel 6. Kerangka tabel pengujian *User Acceptance test (UAT)*.

No	Pertanyaan	Jawaban			
		A	B	C	D
1.	Tampilan aplikasi sistem pakar diagnosa penyakit ginjal menarik				
2.	Aplikasi membantu dalam menambah pengetahuan dan mendapatkan informasi mengenai ginjal				
3.	Fitur yang ada di dalam aplikasi mudah dimengerti				
4.	Aplikasi sistem pakar mudah dioperasikan				
5.	Semua fitur aplikasi dapat diakses dengan baik				

Tabel 7. Hasil pengujian *unit test*

No	Pertanyaan	Tingkat Penerimaan
1	Pertanyaan 1	82,5%
2	Pertanyaan 2	86,75%

3	Pertanyaan 3	82,75%
4	Pertanyaan 4	86,25%
5	Pertanyaan 5	80,75%
Rata-Rata Tingkat Penerimaan		83,8 %

4. Kesimpulan

Jumlah *rule* pada basis pengetahuan sistem pakar penyakit ginjal adalah 16. Jumlah penyakit ginjal yang bisa didiagnosa oleh sistem pakar adalah 8. Jumlah gejala penyakit ginjal adalah 49. Berdasarkan hasil UT aplikasi sistem pakar telah melakukan inferensi dengan benar. Berdasarkan hasil uji *black box* fitur-fitur aplikasi telah berjalan dengan sangat baik dengan tingkat keberhasilan 100%. Berdasarkan UAT, aplikasi diterima dengan baik oleh pengguna, dengan tingkat penerimaan 83.8% Berdasarkan hasil ketiga uji tersebut, dapat disimpulkan bahwa sistem yang dibangun dapat direkomendasikan untuk digunakan sebagai alat bantu diagnosa awal penyakit ginjal.

Referensi

- [1] Arya, D. F., & Suarna, N. (2009). Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Penyakit Ginjal Menggunakan Metode Forward Chaining. *Jurnal Online ICT STMIK IKMI*, 1 (2), 1-6.
- [2] Solichin, A. (2011). Sistem Pakar Berbasis Mobile Untuk Mendeteksi Penyakit Pada Ginjal. *Digital Information & System Conference*, 249-254.
- [3] Pusdatin Ginjal RI 2017 [Online] Available <http://www.depkes.go.id/folder/view/01/structure-publikasi-pusdatin-infodatin.html>
- [4] Keswara, Ratih "Jumlah dokter ahli ginjal di Indonesia masih minim" [online] Available <https://nasional.sindonews.com/read/704926/15/jumlah-dokter-ahli-ginjal-di-indonesia-masih-minim-1357638649>
- [5] Hartati, S., & Iswanti, S. (2008). *Sistem Pakar dan Pengembangannya*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- [6] Rahardjo, R. S. (2013). Aplikasi Diagnosa Penyakit Ginjal Berbasis Android. Dokumen Karya Ilmiah Universitas Dian Nuswantoro Semarang, 1-7
- [7] Sulityohati, A., & Hidayat, T. (2008). Aplikasi Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Ginjal Dengan Menggunakan Metode Dempster-Shafer. *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATI 2008)*, 1-6.
- [8] Latumakulita, L., & Montolalu, C. E. (2011). Sistem Pakar Pendiagnosa Penyakit Ginjal. *Jurnal Ilmiah Sams*, 11 (1), 131-139.
- [9] Perdana, L., Nugroho, D., & Kustanto. Sistem Pakar Untuk Diagnosa Penyakit Ginjal Dengan Metode Forward Chaining. *Jurnal TIKomSiN*, 1-6.
- [10] Azhar, S., Sari, H. L., & Zulita, L. N. (2014). Sistem Pakar Penyakit Ginjal Pada Manusia Menggunakan Metode Forward Chaining. *Jurnal Media Infotama*, 10 (1), 16-26.
- [11] Putri, P. A., & Mustafidah, H. (2011). Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Penyakit Hati Menggunakan Metode Forward Chaining (Expert System for Diagnosing Liver Disease Using Forward Chaining). *JUITA*, 1(4), 143-155.
- [12] Fauzi, A. (2016). Penerapan forward chaining dalam sistem pakar untuk mendiagnosa penyakit pada anak. *Techno Xplore*. 1(1), 11-16.
- [13] Raharjo, J. S.D., Damiyana, D., & Supardi. (2016). Sistem pakar diagnosa penyakit kulit dengan menggunakan metode forward chaining berbasis android. *Jurnal Sisfotek Global*. 6(1), 83-89.
- [14] Arfajsyah, H. S., Permana, I., & Salisah, F. N. (2018). Sistem Pakar Berbasis Android Untuk Diagnosa Penyakit Gigi Dan Mulut. *Jurnal Ilmiah Rekayasa dan Manajemen Sistem Informasi*. 4(2), 110-117.
- [15] Purnamasari, E., Almisri, K., Permana, I., & Dalimunthe, N. (2017). Mobile-Based Expert Reliant System Of Application Determining The Adequacy Of Cows For Islamic Qurban Ritual Using Method Of Forward Chaining. *Journal Of Theoretical And Applied Information Technology*, 95 (11), 2393-2405.
- [16] Sari, U. I., Permana, I., & Salisah, F. N. (2017). Sistem Pendukung Keputusan Berbasis Rule Untuk Pemilihan Model Hijab. *Seminar Nasional Teknologi Informasi, Komunikasi dan Industri (SNTIKI) 9*, 138-143.
- [17] Putra, A. P., Aristoteles, & Diantari, R. (2016). Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Pada Ikan Budidaya Air Tawar Dengan Menggunakan Metode Forward Chaining Berbasis Android. *Jurnal Komputasi*, 4(1), 92-98.
- [18] Afnur, R., Sriwahyuni, T., & Hadi, A. (2016). Rancang bangun aplikasi sistem pakar untuk diagnosis kerusakan sepeda motor matic menggunakan metode forward chaining. *Jurnal Vokasional Teknik Elektro & Informatika*. 4(2), 75-84.
- [19] Salisah, F. N., Lidya, L., & Defit, S. (2015). Sistem Pakar Penentuan Bakat Anak Dengan Menggunakan Metode Forward Chaining. *Jurnal Ilmiah Rekayasa dan Manajemen Sistem Informasi*. 1(1), 62-66.