

Pemodelan Sistem Pakar Diagnosis Penyakit pada Sistem Endokrin Manusia dengan Metode Dempster-Shafer

Didin Wahyu Utomo¹, Suprpto², Nurul Hidayat³

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya

E-mail: ¹didinwu@gmail.com, ²spttif@ub.ac.id, ³ntayadih@ub.ac.id

Abstrak

Sistem endokrin merupakan sistem kelenjar yang bekerja pada tubuh manusia yang hasil sekresinya disebut hormon. Hormon adalah zat kimia yang dibawa dalam aliran darah ke jaringan dan organ kemudian merangsang hormon untuk melakukan tindakan tertentu. Cara kerja hormon yaitu langsung ke dalam darah tanpa melalui duktus atau saluran. Penyakit kelenjar endokrin sangat berbahaya dan bahkan bisa berujung kematian apabila tidak segera ditangani. Pada sistem BPJS yang digunakan oleh pemerintah, dokter umum dijadikan sebagai gerbang utama dalam diagnosis penyakit ataupun menentukan apakah harus dirujuk ke dokter spesialis. Dalam kasus penderita penyakit endokrin, sangat berbahaya apabila tidak ditangani sejak dini, sedangkan proses rujukan ke dokter spesialis atau rumah sakit membutuhkan waktu yang panjang dikarenakan pasien yang datang terlalu banyak. Pembuatan pemodelan sistem ini merupakan salah satu cara yang dilakukan yang bertujuan untuk memberi pertolongan dini bagi penderita penyakit endokrin. Aplikasi ini dikembangkan dengan menggunakan bahasa pemrograman PHP menggunakan *framework* CodeIgniter dan *database* MySQL. Proses perhitungan dalam diagnosis penyakit menggunakan metode *Dempster-Shafer*. pengujian dilakukan dengan cara membandingkan kesesuaian hasil antara diagnosis sistem dan hasil diagnosis pakar. berdasarkan 35 data yang diuji, didapatkan tingkat akurasi pengujian sebesar 91.428% yang menunjukkan bahwa pemodelan sistem pakar diagnosis penyakit endokrin dengan metode *dempster-shafer* dapat berfungsi dengan baik.

Kata kunci: Endokrin, Hormon, *Dempster-Shafer*

Abstract

The endocrine system is a gland system that acts on the human body whose secretedness called as hormones. Hormones are chemicals which carried within the bloodstream to tissues and organs and then stimulate hormones to perform certain actions. Hormones work directly into the blood without going through the ductus. Endocrine disease is very dangerous and can even lead to death if it were not treated immediately. In the BPJS system that implemented by the Indonesian government, general practitioners serve as the main gateway in diagnosing the disease or determining whether to be referred to a specialist. In the case of endocrine disease patients, it is very dangerous if not treated early, whereas referral process to a specialist or hospital takes a long time due to many patients who come. The purpose of this modelling system is one way done that aims to provide early help for patients with endocrine diseases. This application is developed by using PHP programming language using CodeIgniter framework and MySQL database. The process of calculating the diagnosis of disease using the Dempster-Shafer method. Testing is done by comparing the conformity of results between the diagnosis of the system and the results of expert diagnosis. Based on 35 tested data, obtained 91.428% test accuracy level indicating that modeling expert system diagnosis of endocrine disease with dempster-shafer method can well functioned.

Keywords: Endocrine, Hormones, *Dempster-Shafer*

1. PENDAHULUAN

Sistem endokrin adalah sistem kelenjar yang bekerja pada tubuh manusia yang hasil sekresinya langsung ke dalam darah tanpa melewati duktus atau saluran dan dari sekresi

tersebut adalah hormon. Hormon adalah zat kimia yang dibawa dalam aliran darah ke jaringan dan organ kemudian merangsang hormon untuk melakukan tindakan tertentu. Sistem endokrin sangat berpengaruh pada banyak proses kehidupan yang melibatkan

reproduksi, pertumbuhan, kekebalan tubuh, dan menjaga keseimbangan fungsi internal tubuh. Kelenjar dari sistem endokrin meliputi hipofisis, pineal, tiroid, paratiroid, timus, pankreas, adrenal, dan ovarium atau testis.

Meskipun berperan sangat penting dalam tubuh, ada banyak gangguan kelenjar endokrin yang belum diketahui. Salah satu gangguan pada kelenjar endokrin adalah Diabetes Melitus. Dari data yang diperoleh Riskesdas, menunjukkan peningkatan jumlah prevalensi Diabetes di Indonesia dari 5,7% pada tahun 2007 menjadi 6,9% pada tahun 2013. Menurut Data International Diabetes Federation tahun 2015, jumlah penderita Diabetes di Indonesia diperkirakan sebesar 10 juta jiwa. Di Indonesia sendiri, menurut Data Sample Registration Survey tahun 2014 telah menunjukkan bahwa Diabetes merupakan penyebab kematian nomor 3 di Indonesia (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2016). Selain Diabetes, penyakit tiroid menempati urutan ke-2 daftar penyakit endokrin yakni sekitar 10%-20% (Arisandi, 2016).

Dengan adanya program kartu Badan Penyelenggara Jaminan Sosial (BPJS) dari pemerintah, dokter umum dijadikan pintu utama untuk diagnosis penyakit ataupun menentukan apakah harus dirujuk ke dokter spesialis. Dalam kasus penderita penyakit endokrin sangat berbahaya apabila tidak ditangani sejak dini sedangkan proses rujukan ke dokter spesialis atau rumah sakit membutuhkan waktu yang tidak sedikit karena pasien yang datang terlalu banyak. Salah satu solusi untuk memberikan penanganan dini sebelum ditangani dokter spesialis adalah dengan menggunakan kecerdasan buatan.

Kecerdasan buatan adalah salah satu cabang ilmu komputer yang membuat komputer dapat meniru cara berfikir manusia sehingga diharapkan komputer dapat melakukan penyelesaian masalah seperti manusia (Kusumadewi, 2003). Salah satu cabang dari kecerdasan buatan adalah sistem pakar. Cara kerja sistem pakar adalah dengan mempelajari bagaimana meniru cara berpikir seorang pakar dalam menyelesaikan suatu permasalahan, membuat keputusan maupun mengambil kesimpulan dari beberapa fakta. Kajian utama dalam sistem pakar adalah bagaimana suatu komputer bisa bekerja seperti seorang pakar seperti melihat beberapa fakta, menganalisis, dan membuat suatu keputusan atau kesimpulan

seperti seorang pakar (Dahria, 2011). Sehingga sistem pakar ini bisa dijadikan salah satu solusi tepat untuk diagnosis penyakit pada sistem endokrin.

Dalam dunia kedokteran, diagnosis medis haruslah tepat dan mempunyai tingkat akurasi yang tinggi. Pada penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan diagnosis penyakit sudah ada penelitian dengan judul “Pemodelan Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Malaria dengan Metode Dempster-Shafer” menghasilkan hasil uji dengan tingkat akurasi dari sistem pakar mencapai 90% (Digdaya, 2016). Hal ini membuktikan bahwa tingkat akurasi yang dihasilkan sangat bagus sehingga teori Dempster Shafer akan digunakan pada penelitian ini dan diharapkan mendapatkan hasil yang optimal.

Berdasarkan latar belakang dan penelitian sebelumnya, penulis mengusulkan judul “Pemodelan Sistem Pakar Diagnosis Penyakit pada Sistem Endokrin Manusia dengan Metode Dempster-Shafer”. Penelitian ini akan memberikan fasilitas informasi tentang diagnosis penyakit pada kelenjar endokrin berdasarkan gejala-gejala yang ada. Dengan adanya penelitian ini, dokter umum ataupun tenaga medis diharapkan mampu mempermudah proses diagnosis dan mengatasi berbagai jenis penyakit yang ada pada sistem endokrin manusia.

2. LANDASAN KEPUSTAKAAN

2.1. Metode Dempster-Shafer

Teori *Dempster Shafer* merupakan teori matematika untuk melakukan pembuktian berdasarkan fungsi kepercayaan (*Belief functions*) dan pemikiran yang masuk akal (*Plausible reasoning*). *Belief* dan *Plausibility* ini digunakan untuk mengkombinasikan potongan informasi yang terpisah (*evidence*) untuk menghitung tingkat kemungkinan dari suatu peristiwa. Teori ini dikembangkan oleh Arthur P. Dempster dan Glenn Shafer. Secara umum Teori *Dempster-Shafer* ditulis dalam suatu interval (Kusumadewi, 2003):

[*Belief*, *Plausibility*]

- *Belief* (*Bel*) atau nilai kepercayaan adalah ukuran kekuatan dari suatu *evidence* (bukti) dalam mendukung suatu himpunan proposisi. Jika bernilai 0 maka menunjukkan bahwa tidak ada

evidence, dan jika bernilai 1 maka mengindikasikan adanya kepastian.

- *Plausibility (Pl)* akan mengurangi tingkat kepastian dari *evidence*. *Plausibility* juga bernilai 0 sampai 1. Nilai *Plausibility* juga dinotasikan sebagai $Pl(X) = 1 - Bel(-x)$. Dimana jika yakin akan X maka dapat dikatakan bahwa nilai $Bel(X)=1$, sehingga nilai dari $Pl(X)=0$.

Menurut Giarratano dan Riley dalam (Prijudiprojo & Wahyuni, 2013) fungsi *Belief* dapat diformulasikan seperti pada Persamaan (1).

$$Bel(X) = \sum_{Y \subseteq X} m(Y) \quad (1)$$

Sementara untuk *Plausibility* dinotasikan pada Persamaan (2).

$$Pls(X) = 1 - \sum_{Y \subseteq X} m(Y) \quad (2)$$

Dimana:

$Bel(X) = Belief(X)$

$Pls(X) = Plausibility$

$m(X) = Mass\ function\ dari\ (X)$

$m(Y) = Mass\ function\ dari\ (Y)$

Pada teorema *Dempster-Shafer* terdapat *frame of discernment* yang dinotasikan dengan θ . *Frame of discernment* ini adalah semesta pembicaraan dari sekumpulan hipotesis atau bisa disebut juga dengan *environment* yang dapat dilihat pada Persamaan (3).

$$\theta = \theta_1, \theta_2, \dots, \theta_N \quad (3)$$

Dimana :

$\theta = Frame\ of\ discernment\ atau\ environment$

$\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_N = element/unsur\ bagian\ dalam\ environment$

Environment terdiri dari elemen-elemen yang menggambarkan kemungkinan sebagai jawaban, dan hanya ada satu saja yang sesuai dengan jawaban yang dibutuhkan. Kemungkinan ini dalam teori *Dempster-Shafer* disebut dengan *power-set* dan dinotasikan dengan P, setiap elemen dalam *power-set* ini memiliki interval nilai antara 0 sampai 1.

Mass function(m) dalam teori *Dempster-Shafer* merupakan tingkat kepercayaan dari *evidence*, sering disebut juga dengan *evidence measure* sehingga dinotasikan dengan (m). Hal ini bertujuan untuk mengaitkan tingkat ukuran kepercayaan dari elemen-elemen θ . Tidak semua *evidence* secara langsung mendukung

tiap-tiap elemen. Untuk itu diperlukan adanya probabilitas fungsi densitas (m). Nilai m tidak hanya mendefinisikan elemen θ saja, namun juga dengan semua *subset*-nya. Sehingga jika θ berisi n elemen maka *subset* dari θ adalah 2^n . Jumlah seluruh nilai m dalam *subset* θ sama dengan 1. Dan apabila tidak ada informasi apapun untuk memilih hipotesis maka nilai dari m adalah seperti pada Persamaan (4).

$$m\{\theta\} = 1, 0 \quad (4)$$

Apabila diketahui X merupakan *subset* dari θ dengan m_1 sebagai fungsi densitasnya dan Y juga merupakan *subset* dari θ dengan m_2 sebagai fungsi densitasnya maka dapat dibuat sebuah fungsi kombinasi dari m_1 dan m_2 yang akan menghasilkan fungsi kombinasi baru yaitu m_3 seperti pada Persamaan (5).

$$m_3(z) = \frac{\sum_{x \cap y = z} m_1(x).m_2(y)}{1 - \sum_{x \cap y = \emptyset} m_1(x).m_2(y)} \quad (5)$$

Dimana

$m_1(X) = ukuran\ kepercayaan\ evidence\ X$

$m_2(Y) = ukuran\ kepercayaan\ evidence\ Y$

$m_3(Z) = ukuran\ kepercayaan\ evidence\ Z$

2.2. Sistem Endokrin

Sistem Endokrin adalah sistem yang terdiri dari kelenjar endokrin buntu atau tanpa saluran yang tersebar pada bagian tubuh (Sherwood, 2010). Kelenjar endokrin ini melaksanakan fungsinya dari dalam tubuh dengan cara memproduksi hormon yang hasil sekresinya langsung ke dalam darah tanpa melalui saluran. Sementara hormon merupakan zat kimia hasil dari sekresi oleh suatu sel yang mempengaruhi sel lainnya. Hormon hasil sekresi dari kelenjar endokrin ini pada umumnya berfungsi sebagai homeostasis atau menyeimbangkan fungsi dari dalam tubuh. Banyak sekali yang dipengaruhi oleh hormon hasil sekresi dari kelenjar endokrin, antara lain adalah pertumbuhan dan perkembangan, reproduksi, fungsi seksual, mood, ketahanan tubuh, pernafasan, suhu tubuh, detak jantung dan metabolisme.

Peran dari kelenjar endokrin sangatlah vital, sehingga apabila terserang suatu penyakit akan sangat berbahaya bagi kehidupan, dan pada sub-bab selanjutnya akan dibahas tentang bagian-bagian kelenjar endokrin dan juga penyakit pada kelenjar endokrin.

2.2.1 Penyakit pada kelenjar endokrin

1. *Diabetes Mellitus*

Diabetes mellitus merupakan gangguan metabolisme tubuh dengan naiknya gula darah (hiperglikemia) karena kekurangan hormon insulin. Yang mungkin juga terjadi karena hormon insulin tidak bekerja dengan semestinya (Gardner & Shoback, 2011). Diabetes mellitus sendiri dibagi menjadi dua, yakni karena gangguan autoimun karena kelenjar pankreas tidak dapat mensekresi hormon insulin yang biasa disebut dengan diabetes tipe 1. Sementara diabetes tipe 2 terjadi karena tubuh seseorang tidak menerima insulin dalam jumlah yang cukup sehingga fungsinya tidak optimal yang menjadikan tubuh kurang peka terhadap insulin (terjadi resistensi insulin). Dari dua tipe penyakit diabetes mellitus diatas, yang sering terjadi adalah diabetes tipe 2 yang awal mulanya disebabkan karena pola hidup yang kurang sehat.

2. *Diabetes Insipidus*

Diabetes Insipidus merupakan suatu gangguan penyakit yang disebabkan oleh gangguan tingkat sirkulasi pada hormon ADH (*anti-diuretic hormone*) yang berfungsi untuk mengatur cairan dalam tubuh (Gardner & Shoback, 2011). Hormon ADH ini adalah hormon yang dihasilkan oleh kelenjar hipofisis posterior.

Penyebab utama terjadinya diabetes insipidus ini adalah produksi hormon ADH berkurang atau ketika ginjal kurang merespon terhadap hormon ADH yang ada dan berakibat ginjal mengeluarkan terlalu banyak cairan dan urin yang dihasilkan menjadi tidak pekat.

3. Hipotiroid

Hipotiroid adalah penyakit yang terjadi karena kurangnya hormon tiroksin yang diproduksi dari kelenjar tiroid (Sherwood, 2010). Hipotiroid menyebabkan beberapa kelainan pada tubuh karena hormon dari kelenjar tiroid ini bertugas mengatur metabolisme dalam tubuh. Apabila terjadi kekurangan hormon, maka fungsi metabolisme tubuh tidak berjalan sebagaimana mestinya. Akibat dari hipotiroid ini seperti berat badan meningkat tanpa alasan yang jelas, sangat mudah lelah, kurangnya kesadaran diri (merasa bingung) dan mudah lupa.

Jika hipotiroid ini terjadi karena penyakit bawaan lahir, maka akan terjadi kretinisme,

dimana perkembangan fisik dan mental pada masa anak-anak menjadi terhambat. kretinisme pada anak ini dapat ditandai dengan tubuhnya yang kecil, bentuk kepala yang agak menonjol, tangan dan kaki pendek, dimana gejala-gejalanya mirip dengan dwarfisme. Pada orang dewasa, gejala yang terlihat adalah wajah yang terlihat sembab, dan juga rambut yang rontok ketika menderita hipotiroid.

4. Hipertiroid

Hipertiroid merupakan kebalikan dari Hipotiroid dimana apabila hipotiroid disebabkan kurangnya hasil sekresi hormon pada kelenjar tiroid, maka hipertiroid adalah terlalu banyaknya hormon tiroid yang dihasilkan. Pada kebanyakan kasus yang terjadi hipertiroid, penyebab utamanya adalah penyakit graves. Penyakit graves sendiri merupakan penyakit auto-imun dimana tubuh memproduksi TSI (*thyroid stimulating immunoglobulin*) juga dikenal sebagai LATS (*long-acting thyroid stimulator*), yang merupakan antibodi yang menuju reseptor TSH (*thyroid stimulating hormone*) pada sel tiroid (Sherwood, 2010).

5. Penyakit Addison

Penyakit Addison merupakan penyakit yang terdapat pada kelenjar adrenal. Hal ini karena korteks adrenal menghasilkan hormon yang terlalu sedikit dari seharusnya. Penyebab utama pada penyakit addison ini merupakan kelainan autoimun dimana terjadi kesalahan pada produksi hormon aldosteron dan kortisol yang dihasilkan oleh kelenjar adrenal menjadi terlalu sedikit. Selain hal tersebut penyebab lain dari penyakit addison ini berasal dari kondisi kelenjar pituitari yang kurang memproduksi hormon adrenokortikotropik (ACTH), dimana yang berakibat pada kurangnya hormon kortisol saja, karena sekresi hormon aldosteron ini tidak bergantung pada ACTH.

6. Sindrom Cushing

Sindrom Cushing merupakan penyakit karena sekresi yang berlebih dari hormon kortisol. Penyebab sindrom Cushing ini ada tiga, yang pertama adalah karena rangsangan yang terlalu berlebih dari korteks adrenal dengan jumlah hormon CRH dan/atau ACTH yang berlebih. Kedua yaitu karena terdapat tumor pada kelenjar adrenal yang mengakibatkan kesulitan dalam mensekresi

hormon kortisol ACTH. Yang terakhir adalah karena terdapat tumor yang mensekresi hormon ACTH selain dari kelenjar pituitari, yang biasanya terdapat pada paru-paru.

Selain ketiga faktor diatas, konsumsi obat yang mengandung kortikosteroid juga bisa memicu sindrom cushing ini. Sindrom Cushing ini dapat diketahui dengan mudah apabila seorang pasien memang mengonsumsi obat yang mengandung kortikosteroid sejak lama. Gejala seperti membulatnya wajah, munculnya guratan-guratan pada tubuh, serta penumpukan lemak merupakan gejala yang terlihat dari penderita sindrom Cushing.

7. Sindrom Adrenogenital

Sekresi hormon androgen yang terlalu berlebih menyebabkan penyakit sindrom adrenogenital ini. Hormon androgen yang dihasilkan oleh kelenjar adrenal ini merupakan hormon yang lebih mempengaruhi pria. Apabila seorang wanita menghasilkan hormon androgen yang terlalu berlebih maka akan berakibat wanita tersebut bisa mempunyai ciri-ciri fisik seperti laki-laki. Pada pria, kelebihan hormon androgen ini akan sulit dideteksi kecuali pada pria ketika masih dalam masa puber dimana terjadi pembesaran suara, pertumbuhan jenggot, dan munculnya hasrat berhubungan. Kelebihan androgen pada pria dewasa bisa tidak terlalu berpengaruh karena hormon ini merupakan hormon untuk pria.

3. PERANCANGAN

3.1. Perancangan Perangkat Lunak

Pada perancangan perangkat lunak ini terdapat empat bagian penting deskripsi dari sistem, identifikasi aktor, analisis kebutuhan masukan, analisis kebutuhan proses, dan analisis kebutuhan keluaran. Perancangan perangkat lunak ini ditujukan untuk menganalisis apa saja kebutuhan-kebutuhan yang harus disediakan pada saat merancang sistem pakar.

3.2. Perancangan Sistem

3.2.1 Algoritma Perhitungan Dempster-Shaffer

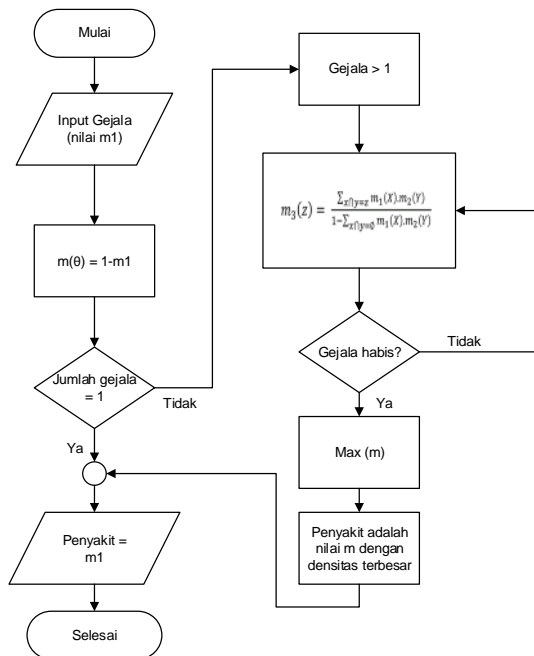
Pada penelitian ini, untuk menghasilkan diagnosis penyakit yang tepat, peneliti menggunakan teori *Dempster-Shafer* yang

pada penelitian sebelumnya teori ini menghasilkan persentase keakuratan yang tinggi ketika dicocokkan dengan kemampuan diagnosis pakar.

Alur perhitungan Dempster-Shaffer dimulai dari memasukkan gejala dari penyakit. Gejala sudah mempunyai nilai *believe* atau bobot yang didapat dari pakar. Setelah mendapatkan nilai *believe* dari gejala, selanjutnya adalah menghitung nilai *plausibility*. Nilai *plausibility* ini digunakan untuk proses perhitungan apabila terdapat lebih dari satu gejala yang dimasukkan. Apabila masukan gejala hanya satu saja, maka hasil keluaran adalah penyakit dari gejala masukan dengan nilai *believe* dari gejala.

Apabila gejala yang dimasukkan lebih dari satu, maka langkah selanjutnya adalah menggunakan formula kombinasi dari Dempster-Shaffer. Formula perhitungan kombinasi Dempster-Shafer dilakukan hingga gejala yang diinputkan habis. Setelah gejala habis, maka nilai *believe* yang diambil adalah nilai terbesar. Nilai *believe* terbesar bisa disebut juga nilai densitas. Keluaran yang dihasilkan adalah penyakit yang mempunyai nilai densitas terbesar.

Untuk menghasilkan kesimpulan penyakit apa yang diderita, dalam perhitungan Dempster-Shafer menggunakan gejala-gejala dari penyakit yang sudah diberi nilai *believe* (kepercayaan), dimana nilai kepercayaan tersebut diperoleh dari pakar. Nilai-nilai kepercayaan awalnya disimpan pada database dari pemodelan sistem pakar, yang kemudian apabila user melakukan diagnosis maka nilai-nilai tersebut diproses oleh sistem untuk menghasilkan kesimpulan penyakit apa yang diderita. Alur dari perhitungan Dempster-Shafer ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Flowchart Sistem Dengan Metode Dempster-Shafer

3.2.2 Penerapan Teori Dempster-Shafer

Untuk proses perhitungan pada pemodelan sistem pakar, teori Dempster-Shafer digunakan untuk menentukan penyakit apa yang diderita pasien berdasarkan gejala-gejala yang telah diinputkan. Untuk cara hitung dari sistem adalah seperti contoh kasus berikut:

Pasien memilih 5 gejala yang dialami dimana pilihan dari gejala-gejala beserta nilai kepercayaannya telah disediakan oleh sistem. Gejala tersebut antara lain:

1. Nafsu makan berkurang, berat badan bertambah
2. Tidak tahan suhu dingin/mudah merasa kedinginan
3. Lemas sepanjang hari
4. Bengkak di leher /kelenjar leher membengkak
5. Rambut rontok parah secara tiba-tiba

Dari 5 gejala yang dialami oleh pasien tersebut, maka langkah selanjutnya adalah dengan memproses perhitungan dimana tiap-tiap gejala tersebut sudah memiliki kepercayaan. Dari 5 gejala yang dipilih, masing-masing gejala memiliki kode tersendiri, dan 5 gejala tersebut memiliki kode gejala dan nilai kepercayaan sebagai berikut :

1. G01 dengan nilai kepercayaan 0.3
2. G02 dengan nilai kepercayaan 0.2
3. G03 dengan nilai kepercayaan 0.5
4. G07 dengan nilai kepercayaan 0.8
5. G09 dengan nilai kepercayaan 0.2

Setelah mengetahui nilai kepercayaan dari tiap-tiap gejala yang dipilih, langkah selanjutnya adalah menghitung nilai kepercayaan dengan metode *Dempster-Shafer* dan langkahnya adalah sebagai berikut :

G01 dan G02 merupakan gejala dari penyakit hipotiroid (P01) jadi langkah yang dilakukan adalah menghitung nilai $m_1(P01) = 0.3$ dan $m_2(P01) = 0.2$. setelah mengetahui nilai *believe*, langkah selanjutnya adalah menghitung nilai *plausibility* dengan cara 1-*Bel*. Jadi perhitungannya adalah $m_1(\theta) = 1 - 0.6 = 0.7$ dan $m_2(\theta) = 1 - 0.6 = 0.8$. setelah diketahui nilai m θ dari dua gejala selanjutnya menggunakan formula kombinasi *Dempster-Shafer* seperti pada Tabel 1.

Tabel 1 Perhitungan Dempster-Shafer gejala ke-2

	P01(0.2)	θ (0.8)
P01(0.3)	P01(0.06)	P01(0.24)
θ (0.7)	P01 (0.14)	θ (0.56)

. Dari nilai yang diperoleh pada Tabel 1 maka nilai tersebut dijumlahkan semua menjadi :

$$m_3(P01) = (0.06 + 0.24 + 0.14) / (1 - 0) = 0.44$$

$$m_3(\theta) = (0.56) / (1 - 0) = 0.56$$

Jadi kesimpulan sementara adalah penyakit pasien masih belum jelas dengan yaitu θ sebesar 0.56. Langkah selanjutnya yaitu mengkombinasikan gejala baru (G03) dengan nilai densitas yang sudah dihitung dari gejala G01 dan G02.

1. Dua gejala sebelumnya yang merupakan gejala dari P01 telah dikombinasikan, selanjutnya adalah mengkombinasikan dengan gejala baru yang dipilih yaitu G03. G03 merupakan gejala dari penyakit P01, P03 dan P05. Diketahui nilai dari m_3 dari perhitungan sebelumnya adalah 0.56 dan nilai $m_4(P01, P03, P05) = 0.5$. Nilai *Plausibility* dari $m_3 = 0.44$ dan $m_4(P01, P03, P05) = 1 - 0.5 = 0.5$. Perhitungan dengan nilai-nilai tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Perhitungan Dempster-Shafer gejala ke-3

	P01,P03,P05(0.5)	θ (0.5)
P01(0.44)	P01(0.22)	P01(0.22)
θ (0.56)	P01,P03,P05(0.28)	θ (0.28)

Dari Tabel 2 maka dihasilkan nilai sebagai berikut:

$$m_5(P01) = (0.22+0.22) / (1-0) = 0.44$$

$$m_5(P01,P03,P05) = 0.28 / (1-0) = 0.28$$

$$m_5(\theta) = 0.8 / (1-0) = 0.28$$

Kesimpulan sementara, hasil diagnosis terkuat masih P01 dengan nilai densitas 0.44.

- Gejala nomor 4 adalah G07 yang merupakan gejala dari P01 dan P02. Kemudian dihitung nilai m dan juga *Plausibility* dari G07. $m_5(P01) = 0.44$ dan $m_6(P01,P02) = 0.8$. Nilai *Plausibility* dari $m_6(P01,P02) = 1-0.8=0.2$. Perhitungan *Dempster-Shafer* dengan adanya gejala ke-4 atau G07 dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Perhitungan Dempster-Shafer gejala ke-4

	P01,P02(0.8)	θ (0.2)
P01(0.44)	P1 (0.352)	P01(0.088)
P01,P03,P05(0.28)	P1(0.224)	P1,P03,P05(0.056)
θ (0.28)	P01,P02(0.224)	θ (0.056)

Tabel 3 menghasilkan hasil sebagai berikut :

$$m_7(P01) = (0.352+0.224+0.088) / (1-0) = 0.664$$

$$m_7(P01,P03,P05) = 0.056 / (1-0) = 0.056$$

$$m_7(P01,P02) = 0.224 / (1-0) = 0.224$$

$$m_7(\theta) = 0.056 / (1-0) = 0.056$$

Nilai tertinggi dari perhitungan dengan adanya gejala G07 adalah P01 dengan nilai densitas 0.664. Kesimpulan sementara yang dihasilkan dari munculnya empat gejala yang dipilih oleh user adalah P01 yang mempunyai nilai densitas tertinggi yaitu 0.664.

- Pada gejala ke-5 muncul G09 yang mempunyai nilai densitas 0.2 dan G09 merupakan gejala dari penyakit P01 dan P02. Pada perhitungan sebelumnya menghasilkan nilai densitas dari $m_7(P01)=0.664$, $m_7(P01,P02)$ adalah 0.224, $m_7(P01,P03,P05) = 0.056$ dan nilai $m_7(\theta) = 0.056$. kemudian muncul gejala baru G09 dengan nilai densitas yang baru sebesar 0.2 jadi $m_8(P01,P02)$ yang baru adalah 0.2. Kemudian nilai *Plausibility* atau $m_8(\theta)$ yang baru adalah $1-0.2 = 0.8$. Langkah selanjutnya adalah

membuat Tabel untuk menghitung dengan teori *Dempster-Shafer* dengan munculnya gejala baru yaitu G09. Perhitungan *Dempster-Shafer* dengan munculnya G09 dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Perhitungan Dempster-Shafer gejala ke-5

	P01,P02(0.4)	Teta(0.5)
P01(0.664)	P01(0.133)	P01(0.531)
P01,P03,P05(0.056)	P01(0.011)	P01,P03,P05(0.045)
P01,P02(0.224)	P01,P02(0.045)	P01,P02(0.179)
θ (0.056)	P01,P02(0.011)	θ (0.045)

Dari Tabel 4 menghasilkan nilai sebagai berikut:

$$m_9(P01) = (0.133 + 0.531 + 0.011) / (1-0) = 0.675$$

$$m_9(P01,P03,P05) = 0.045 / (1-0) = 0.045$$

$$m_9(P01,P02) = (0.064 + 0.08 + 0.016) / (1-0) = 0.235$$

$$m_9(teta) = 0.02 / (1-0) = 0.045$$

Kesimpulan yang dihasilkan dengan munculnya 5 gejala yang telah dipilih oleh pasien adalah P01 dengan nilai 0.675. Jadi pasien menderita penyakit dengan kode P01 yaitu Hipotiroid.

3.2.3 Akuisisi Pengetahuan

Akuisisi pengetahuan dalam sistem pakar merupakan suatu proses untuk mengumpulkan data ataupun pengetahuan dari pakar. Dalam akuisisi pengetahuan ini bisa menggunakan beberapa cara seperti mengambil referensi dari buku, wawancara, ataupun secara observasi. Pada penelitian ini, cara yang digunakan untuk akuisisi pengetahuan antara lain :

1. Referensi buku

Pada referensi buku, yang dilakukan adalah mencari pengertian tentang penyakit endokrin beserta dengan gejala-gejala dari penyakit pada sistem endokrin. Setelah mendapat cukup referensi dari buku ataupun majalah, langkah selanjutnya yaitu melakukan wawancara dengan pakar untuk mengkonfirmasi ataupun mencocokkan apakah pengetahuan yang didapatkan dari buku ataupun media lain sudah cukup memadai.

2. Wawancara

Wawancara merupakan langkah yang dilakukan dalam penelitian ini setelah memperoleh referensi. Pada wawancara ini penulis mengumpulkan informasi yang berkaitan dengan penyakit kelenjar endokrin

dimana pada tahap sebelumnya sudah mencari referensi melalui buku ataupun majalah. Apabila referensi dari tahap sebelumnya menurut pakar masih kurang, maka dalam proses wawancara ini akan ditambahkan beberapa informasi yang kurang sehingga data yang dikumpulkan mengenai penyakit menjadi semakin lengkap. Sumber wawancara penulis adalah dr. Hernowo Aris Munandar, MA., Sp.PD. Wawancara ini menghasilkan data nama penyakit dan penjelasannya, gejala dari penyakit, serta penentuan nilai kepercayaan untuk Dempster-Shafer oleh pakar. Nilai kepercayaan yang dimaksud nantinya akan digunakan untuk perhitungan Dempster-Shafer yang berfungsi untuk proses diagnosis penyakit dari gejala yang telah diinputkan oleh pengguna. Informasi tersebut antara lain. Jenis penyakit pada kelenjar endokrin dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Jenis Penyakit Pada Kelenjar Endokrin

Kode	Nama Penyakit
P01	Hipotiroid
P02	Hipertiroid
P03	Diabetes Mellitus
P04	Diabetes Insipidus
P05	Penyakit Addison
P06	Sindrom Cushing
P07	Sindrom Adrenogenital

Gejala-gejala dari penyakit endokrin terdapat 58 gejala dari 7 penyakit endokrin. Gejala-gejala yang penyakit endokrin ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6 Gejala Penyakit Endokrin

Kode	Gejala
G01	Nafsu makan berkurang, berat badan bertambah
G02	Tidak tahan suhu dingin
G03	Merasa lemas sepanjang hari/ Mudah lelah
G04	Wajah terlihat bengkak/sembab
G05	Konstipasi / sembelit
G06	Penurunan libido
G07	Bengkak di leher / kelenjar leher membesar
G08	Pendengaran terganggu
G09	Rambut rontok tanpa sebab
G10	Kulit kering dan kasar
G11	Susah konsentrasi/kebingungan
G12	Suara serak
G13	Denyut jantung lemah
G14	Penurunan berat badan dengan nafsu makan meningkat
G15	Keringat berlebih
G16	Denyut jantung tinggi
G17	Tremor/gemetaran

Kode	Gejala
G18	Sensitif terhadap suhu panas
G19	BAB lebih sering /Diare
G20	Mata tampak melotot atau menonjol
G21	Mata sensitif terhadap cahaya
G22	Mudah marah dan emosional
G23	Denyut jantung tidak beraturan
G24	Kesemutan pada tangan atau kaki secara tiba-tiba
G25	Penglihatan kabur
G26	Proses penyembuhan luka yang lama
G27	Sering timbul bisul
G28	Sering kencing
G29	Disfungsi ereksi
G30	Selalu merasa haus
G31	Dehidrasi
G32	Penurunan berat badan
G33	Demam
G34	Rasa haus hingga minum 5-20 liter per hari
G35	Terbangun pada malam hari karena ingin kencing
G36	Depresi (tidak termotivasi, putus asa)
G37	Nafsu makan makanan asin sangat tinggi
G38	Penurunan nafsu makan dan berat badan
G39	Hiperpigmentasi (warna kulit menjadi lebih gelap)
G40	Mudah pusing atau pingsan
G41	Sakit pada otot atau sakit pada persendian
G42	Tekanan darah rendah
G43	Mual dan muntah yang parah
G44	Wajah tampak membulat (moonface)
G45	Muncul guratan pada kulit (stretch mark)
G46	Penipisan kulit
G47	Bagian tubuh mudah memar
G48	Periode menstruasi tidak teratur
G49	Pembengkakan kaki
G50	Otot terasa lemah pada daerah bahu dan pinggul (miopati proksimal)
G51	Berat badan meningkat dan penumpukan lemak antara area leher dan bahu
G52	Muncul sifat jantan
G53	Tumbuh jenggot
G54	Suara menjadi berat seperti laki-laki
G55	Kebotakan
G56	Pembesaran klitoris
G57	Distribusi rambut pada tubuh dan pubis seperti laki-laki
G58	Otot tampak seperti laki-laki

3.2.4 Basis Pengetahuan

Basis pengetahuan dalam sistem pakar ini berisi tentang fakta, pemikiran ataupun prosedur untuk merumuskan dan melakukan penyelesaian masalah. pendekatan dari basis

pengetahuan ini terdapat dua metode yaitu *case-based reasoning* dan juga *rule-based reasoning*. Dalam penggunaan metode *Dempster-Shafer* untuk diagnosis penyakit endokrin, data-data yang dibutuhkan adalah data dari penyakit dan juga gejala-gejala dari penyakit tersebut dan nilai perhitungan kepercayaan atau bobot yang diberikan oleh pakar akan dijadikan sebagai bahan perhitungan metode *Dempster-Shafer*. Sementara untuk pendekatan yang dilakukan pada penelitian ini adalah *rule-based reasoning* karena awal yang diinputkan berupa gejala-gejala kemudian sistem melakukan perhitungan yang nantinya menghasilkan kesimpulan berupa penyakit apa yang diderita.

4. IMPLEMENTASI

Pada tahap implementasi dilakukan untuk mengimplementasikan perancangan sistem yang telah dibuat sebelumnya.

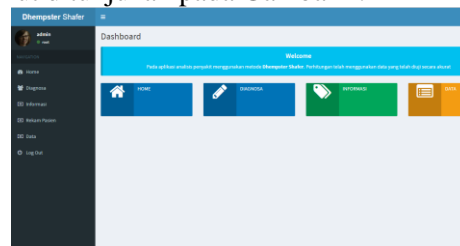
4.1. Implementasi Antarmuka

Antarmuka pemodelan sistem pakar Diagnosis penyakit endokrin ini digunakan oleh pengguna untuk berinteraksi dengan sistem perangkat lunak. Pada implementasi antarmuka perangkat lunak ini tidak semua halaman pada sistem ditampilkan, tetapi hanya antarmuka halaman tertentu saja. Beberapa antarmuka yang ditampilkan antara lain implementasi halaman utama, implementasi halaman diagnosis, implementasi halaman informasi, implementasi halaman login, implementasi halaman pengguna, implementasi halaman edit profil pengguna, implementasi halaman diagnosis, implementasi halaman admin/pakar, implementasi halaman tambah penyakit, implementasi halaman edit gejala, implementasi halaman tambah gejala, dan implementasi halaman edit bobot gejala.

4.1.1 Tampilan Halaman Admin

Halaman ini digunakan oleh admin untuk masuk ke dalam halaman utama *admin*. Untuk masuk ke dalam halaman utama *admin*, admin harus memasukkan *username* dan *password*. Halaman ini juga memiliki banyak menu yang dapat diakses oleh pakar khususnya yang berkaitan dengan basis pengetahuan seperti pengolahan data jenis penyakit endokrin, data gejala, pengolahan data nilai kepercayaan tiap

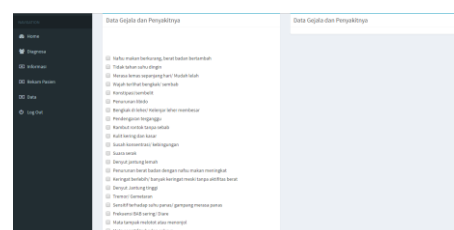
gejala, serta pengolahan data bobot gejala. Berikut ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Implementasi Antarmuka Halaman Utama Pakar

4.1.2 Tampilan Halaman Diagnosis

Menu diagnosis merupakan menu utama sistem pakar ini. Melalui halaman ini pengguna dapat melakukan proses diagnosis penyakit endokrin. Kali pertama user akan disajikan menu input biodata pasien dan kemudian disediakan berbagai gejala-gejala dari penyakit endokrin. Kemudian sistem memberikan kesempatan kepada user untuk memilih gejala-gejala yang dialami oleh pasien. Setelah gejala-gejala yang sesuai terseleksi maka user menginputkan data fakta gejala tersebut ke dalam sistem untuk diolah lebih lanjut. Kemudian sistem akan memberikan kesimpulan hasil penyakit apa yang diderita dengan . Tampilan halaman diagnosis dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Implementasi halaman diagnosis

5. PENGUJIAN DAN ANALISIS

5.1. Pengujian Validasi

Pengujian Pengujian validasi digunakan untuk menentukan apakah sistem yang telah dibuat sudah sesuai dengan yang dibutuhkan. Daftar *item* yang telah dirumuskan dalam kebutuhan fungsional akan dijadikan acuan untuk melakukan uji validasi. Pengujian validasi menggunakan pengujian *black box* dimana hanya fokus terhadap fungsionalitas dan *output* dari program dan tidak terfokus pada alur jalannya algoritma program. Dari kasus uji

yang telah dilakukan sesuai dengan prosedur uji validasi.

Berdasarkan pengujian fungsionalitas terhadap 5 tindakan dalam daftar kebutuhan dengan metode *black box testing* menunjukkan bahwa sistem memiliki fungsionalitas sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\text{Fungsionalitas} &= \frac{\text{jumlah tindakan yang dilakukan}}{\text{jumlah tindakan pada daftar kebutuhan}} \times 100\% \\ &= \frac{5}{5} \times 100\% \\ &= 100\%\end{aligned}$$

Dari 5 uji kasus yang telah dilakukan pengujian *black box* menunjukkan nilai valid sebesar 100% dan dapat disimpulkan bahwa secara fungsionalitas, pemodelan sistem pakar dapat berjalan dengan baik sesuai dengan daftar kebutuhan.

5.2 Hasil Pengujian Akurasi

Pengujian akurasi dilakukan untuk mengetahui performa dari pemodelan sistem pakar untuk memberikan hasil diagnosis kesimpulan jenis penyakit yang ada. Data yang diuji berjumlah 35 sampel data analisa pakar. Hasil rekomendasi yang diperoleh dari perhitungan di sistem pakar, dicocokkan dengan hasil analisa dari pakar. Hasil pengujian akurasi sistem pakar dari 35 sampel yang telah diuji. Analisis pengujian akurasi dilakukan dengan jumlah sampel data sebanyak 35 penyakit endokrin manusia dan menghasilkan nilai akurasi sesuai dengan perhitungan berikut:

$$\begin{aligned}\text{Akurasi} &= \frac{\text{Jumlah data akurat}}{\text{jumlah seluruh data}} \times 100\% \\ &= \frac{32}{35} \times 100\% \\ &= 91.42\%\end{aligned}$$

Dari hasil pengujian akurasi, dapat disimpulkan bahwa akurasi sistem pakar berdasarkan 35 data sampel yang telah diuji adalah sebesar 91.42% yang menunjukkan bahwa sistem pakar ini dapat berfungsi dengan baik dan sesuai dengan hasil diagnosis pakar.

Ketidakakurasian sistem pakar sebesar 8.58%. Kesalahan diagnosis bisa disebabkan karena beberapa kemungkinan diantaranya adalah pemberian nilai *belief* atau kepercayaan dari gejala untuk setiap penyakit, kesalahan penerapan perhitungan metode ataupun kesalahan dalam memasukkan informasi gejala di setiap penyakit.

6. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi dan pengujian Pemodelan Sistem pakar diagnosis penyakit endokrin manusia dengan menggunakan metode *Dempster-Shafer*, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Setelah diuji dan dianalisis, diketahui bahwa secara garis besar hasil yang didapat dari perhitungan oleh pemodelan sistem pakar memberikan hasil yang baik. Secara umum sistem telah bekerja dengan baik karena proses perhitungan sudah sesuai dengan yang diharapkan.
2. Diagnosis penyakit menggunakan metode *Dempster-Shafer* dilakukan dengan menggunakan inputan gejala dari pengguna. Jumlah gejala yang harus dimasukkan oleh pengguna harus lebih dari satu gejala, karena semakin banyak inputan gejala maka akan menghasilkan hasil diagnosis yang lebih spesifik.
3. Hasil uji akurasi diagnosis penyakit menggunakan metode *Dempster-Shafer* memiliki tingkat akurasi sebesar 91.42%. Dengan kata lain, pemodelan sistem pakar diagnosis pada penyakit endokrin pada manusia berjalan dengan baik dan dapat memberikan solusi dini pada penderita penyakit endokrin.

7. DAFTAR PUSTAKA

- Arisandi, C.D., 2014. Sistem Pakar Mendiagnosa Gangguan Kelenjar Tiroid Menggunakan Metode Forward Chaining dan Dempster Shafer Berbasis Android. S1. Universitas Sumatera Utara.
- Dahria, M., 2011. Pengembangan Sistem Pakar Dalam Membangun Suatu Aplikasi. STMIK Triguna Dharma. Medan,
- Digdaya, F.A., 2016. Pemodelan Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Malaria dengan Metode Dempster Shafer. S1. Universitas Brawijaya.
- Gardner, D.G and Shoback, D., 2011. Greenspan's Basic & Clinical Endocrinology. 9th ed. China: The McGraw-Hill Companies, Inc.

- Hartati, S., Iswanti, S. 2008. Sistem Pakar dan Pengembanganya. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2016. Menkes : Mari Kita Cegah Diabetes dengan Cerdik. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Tersedia di: <<http://www.depkes.go.id/article/print/16040700002/menkes-mari-kita-cegah-diabetes-dengan-cerdik.html>> [Diakses 13 Agustus 2016].
- Kusumadewi, S., 2003. Artificial Intelligence. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Prijodiprojo, W., & Wahyuni, E.G. 2013. Prototype Sistem Pakar Untuk Mendeteksi Tingkat Resiko Penyakit Jantung Koroner dengan Menggunakan Metode Dempster-Shafer (Studi Kasus: RS. PKU Muhammadiyah Yogyakarta). IJCCS 7(2).
- Sherwood, L., 2010. Human Physiology. From Cells to Systems. 7th ed. Canada: Yolanda Cossio