

PURWARUPA SISTEM PAKAR UNTUK MENENTUKAN JUMLAH KALORI DIET BAGI PENDERITA DIABETES MELLITUS

Rifki Indra Perwira

Jurusan Teknik Informatika UPN "Veteran" Yogyakarta
Jl. Babarsari no 2 Tambakbayan 55281 Yogyakarta Telp (0274)-485323
Email : rifki_ip@yahoo.com

Abstract

Diabetes Mellitus (DM) is one of the chronic diseases. People from all ages can suffer Diabetes Mellitus, but usually suffered the people who do not care about a healthy diet. Despite of taking drugs, the main treatment for DM is healthy diet with balanced food composition. The diet arrangement for the patient is hard to be created because it needs the knowledge from the nutritionists (expert) and calculation so that needs program to make it easier and give alternative solution for the patient to obtain a healthy balanced diet. Prototype of expert system for calculating amount of calorie for Diabetes Mellitus patient is one of the alternatives from various systems that have been used to overcome the problems they faced. The aim of this system is to make prototype of expert system for calculating amount of calorie diet to help patient on healing process. The design of this expert system using forward chaining and broca rules. This knowledge base is generated through interviews and library research from the nutritionists who have experience in the field. The result of this study can determine amount of calorie diet according to the Diabetes Mellitus patient's need.

Keywords: *Expert system, Diabetes Mellitus, Calorie , Broca, Forward chaining.*

*Diabetes Mellitus (DM) merupakan salah satu penyakit kronis. Diabetes Mellitus dapat menyerang segala usia, namun pada umumnya menyerang penderita yang tidak peduli dengan pola makan yang sehat. Selain konsumsi obat, perawatan utama penyakit ini adalah diet sehat dengan komposisi makanan yang seimbang. Penyusunan diet ini sulit dilakukan karena memerlukan pengetahuan pakar dan perhitungan rumus yang rumit sehingga diperlukan program bantu untuk mempermudah dan memberikan solusi alternatif bagi penderita untuk memperoleh diet yang sehat dan seimbang. Purwarupa sistem pakar untuk menentukan jumlah kalori diet bagi penderita *Diabetes Mellitus* adalah salah satu alternatif dari berbagai macam sistem yang sudah pernah dipakai untuk mengatasi permasalahan yang dihadapi. Tujuan rancang bangun sistem ini adalah membuat purwarupa sistem pakar untuk menentukan jumlah kalori diet untuk membantu proses penyembuhan yang diderita pasien. Perancangan sistem ini menggunakan kaidah aturan yang menggunakan mesin inferensi kedepan dan rumus broca. Basis pengetahuan ini dihasilkan melalui wawancara dan studi pustaka kepada pakar atau ahli gizi yang telah berpengalaman di bidangnya. Hasil dari penelitian ini dapat mengetahui jumlah kalori diet yang sesuai dengan kebutuhan pasien penderita Diabetes Mellitus.*

Kata kunci : *Sistem pakar, Diabetes Mellitus, Kalori, Broca, Runut maju.*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi sekarang ini berjalan sangat cepat dan memegang peranan penting dalam berbagai hal. Komputer merupakan salah satu bagian penting dalam peningkatan teknologi informasi saat ini sehingga dapat digunakan untuk mengolah data sebagai informasi pengambilan keputusan. Dengan menyimpan informasi dan sehimpunan aturan penalaran yang memadai memungkinkan komputer memproses informasi yang terdapat di dalam working memory dengan sekumpulan aturan yang terdapat di dalam basis pengetahuan menggunakan mesin inferensi untuk menghasilkan informasi, pola kerja sistem ini disebut sebagai sistem pakar (*expert system*).

Implementasi sistem pakar banyak digunakan untuk kepentingan komersial karena sistem pakar dipandang sebagai cara penyimpanan pengetahuan pakar dalam bidang tertentu ke

dalam program sehingga komputer dapat memberikan keputusan dan melakukan penalaran secara cerdas.

Bidang kesehatan merupakan bagian dari bidang-bidang lain yang memanfaatkan teknologi komputer, salah satunya yang digunakan untuk menentukan jumlah kalori diet bagi penderita penyakit Diabetes Mellitus (DM). *Diabetes Mellitus* yang memprihatinkan dan merupakan salah satu penyakit kronis di mata pemerintah Indonesia maupun dunia. Fakta-fakta dan kondisi yang ada saat ini di lingkungan mengenai penyakit *Diabetes Mellitus* (Almatsier, 2007):

1. Diabetes adalah penyakit yang bisa menyebabkan komplikasi serius seperti jantung, stroke, kebutaan, gagal ginjal, dan amputasi kaki.
2. Pada tahun 2000, sekitar 150 juta jiwa di dunia mengidap *Diabetes Mellitus*.
3. Pada tahun 2005, penderita *Diabetes Mellitus* meningkat hampir 2 kali lipat dari statistik tahun 2000.
4. Pada tahun 2005 penderita *Diabetes Mellitus* di Indonesia mencapai 12 juta jiwa.

Penelitian ini mencoba membuat semacam program bantu di bidang kesehatan, dengan mempertimbangkan kenyataan-kenyataan di lingkungan masalah kesehatan masyarakat yang masih kurang mendapat perhatian terutama masalah penyakit Diabetes Mellitus yang memprihatinkan dan merupakan salah satu penyakit kronis di mata pemerintah Indonesia maupun dunia.

2. PERUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang diatas maka rumusan masalah adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana menyusun sebuah sistem yang mampu memberikan solusi berupa jumlah kalori diet bagi penderita Diabetes Mellitus.
2. Bagaimana merancang mesin inferensi dan basis pengetahuan yang dipergunakan untuk penelusuran pertanyaan-pertanyaan seputar Diabetes Mellitus.

Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah Merancang sebuah purwarupa sistem pakar untuk menentukan jumlah kalori diet bagi penderita diabetes.

Tinjauan Pustaka

Penelitian *Diabetes Mellitus* tipe II (Masykur, 2009). Penyusunan diet diabetes tipe II ini menggunakan metode *propose* dan *revise* dalam penentuan nilai kalori serta penerapannya dibantu dengan mesin inferensi model *skeletal construction (decision tree)*. Penyusunan diet pada penelitian ini merupakan permasalahan konstruksi yang diselesaikan dengan metode pemecahan *propose* dan *revise*. Implementasi *skeletal construction* pada penelitian ini meliputi control simpul-simpul. Simpul terdiri atas empat *rule* yaitu simpul AND, OR, daun dan terminasi proses simpul.

Pengembangan Sistem Pakar Untuk Diagnosis Penyakit *Diabetes Mellitus* (Rizal, 2009). Dalam penelitiannya data gejala dan resiko diperoleh dari wawancara dengan dokter *internist*. Penelitian ini menggunakan *Certainly Factor (CF)* pada kisaran 0-1 dan *rule-based* sehingga semakin besar angka diperoleh maka semakin besar kemungkinan seseorang mengidap *Diabetes Mellitus*.

Penelitian sejenis lain adalah Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Diabetes Berbasis Web (Mukharromah, 2010). Penelitian ini membantu dalam pengambilan keputusan suatu penyakit yang dialami seseorang dan memberikan solusi pengobatan herbal sesuai aturan. Input dari sistem ini berupa keluhan dari user yang dikumpulkan sesuai aturan sehingga mampu memberikan solusi. Penelitian ini menggunakan mesin inferensi pelacakan kedepan dengan memberikan daftar pertanyaan seputar keluhan dari pasien. Pertanyaan sebelumnya telah disusun dalam basis pengetahuan menggunakan kaidah aturan (*rule-base*). Sistem akan membawa pertanyaan semakin spesifik dan menuju sebuah pendekatan solusi.

Perbedaan penelitian ini dengan sebelumnya adalah menggunakan rumus broca yang dikonversi menjadi kaidah aturan yang menjadi acuan perhitungan penentuan kalori bagi diabetesi sehingga diet sehatnya dapat akurat sesuai kebutuhan penderita.

3. DASAR TEORI

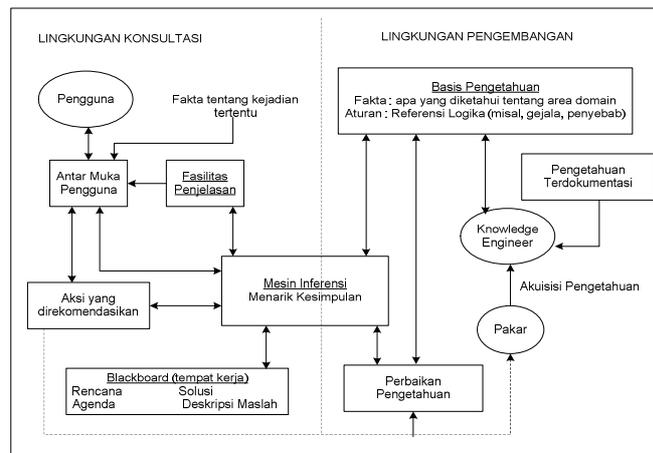
Sistem Pakar

Sistem pakar adalah sistem yang berusaha mengadopsi pengetahuan manusia (Pakar) ke komputer, sehingga komputer dapat menyelesaikan permasalahan tersebut layaknya

seorang pakar (Kusumadewi, 2003). Sampai saat ini sudah banyak sistem pakar yang dibuat. Kemampuannya untuk memberikan keputusan seperti seorang pakar di dalam bidang tertentu merupakan salah satu hal yang diperlukan oleh manusia dalam berbagai aspek kehidupan. Sistem pakar dibuat pada *domain* pengetahuan tertentu untuk suatu kepakaran tertentu yang mendekati kemampuan manusia di salah satu bidang. Sistem pakar mencoba mencari solusi yang memuaskan sebagaimana yang dilakukan seorang pakar.

Arsitektur Sistem Pakar

Sistem pakar disusun oleh dua bagian utama yaitu lingkungan pengembang dan lingkungan konsultasi (Turban, 2005). Lingkungan pengembang sistem pakar digunakan untuk memasukkan pengetahuan ke dalam lingkungan sistem pakar, sedangkan lingkungan konsultasi digunakan oleh pengguna yang bukan pakar guna memperoleh pengetahuan pakar. Komponen sistem pakar dapat dilihat dalam gambar 1.



Gambar 1. Arsitektur sistem pakar (Turban, 2005)

Sebuah program yang digunakan untuk menirukan seorang pakar harus dapat melakukan hal-hal yang dilakukan seorang pakar. Untuk membangun sistem seperti di atas maka komponen-komponen dasar yang harus dimiliki adalah sebagai berikut :

1. Antarmuka Pengguna

User interface merupakan bagian dari *software* yang menyediakan sarana untuk *user* agar bisa berkomunikasi dengan sistem. *User interface* akan mengajukan pertanyaan atau form input dari fakta-fakta yang baru ataupun fakta-fakta yang sudah ada dalam *knowledge base* beserta *rul*nya dan juga menyediakan menu pilihan untuk memasukkan pengetahuan baru dalam basis pengetahuan.

2. Basis Pengetahuan

Basis pengetahuan (Kusumadewi, S., 2003) adalah kumpulan data-data yang merupakan representasi dari pengetahuan. Ada dua bentuk pendekatan basis pengetahuan yang sangat umum digunakan, yaitu:

A. Penalaran Berbasis Aturan (*Rule-Based Reasoning*)

Pada penalaran berbasis aturan, pengetahuan direpresentasikan dengan aturan berbentuk IF-THEN. Bentuk ini digunakan apabila memiliki sejumlah pengetahuan pakar pada suatu permasalahan tertentu dan pakar dapat menyelesaikan masalah tersebut secara berurutan. Aturan IF-THEN memiliki kemudahan dalam penyusunan basis aturan kedalam representasi pengetahuan sehingga memudahkan mesin dalam melakukan proses inferensi.

Sebagai contoh dalam penelitian ini menggunakan aturan produksi IF-THEN dikarenakan representasi pengetahuan ini sangat cocok dikombinasikan dengan rumus broca (Tabel 1).

Tabel 1. Aturan produksi menu diet menggunakan broca

| No | Aturan Produksi |
|----|---|
| 1. | IF Pria OR Wanita AND 30-40 tahun OR 41-59 tahun OR 60-69 tahun OR diatas 70 tahun AND aktifitas istirahat OR aktifitas ringan OR aktifitas sedang OR aktifitas berat AND berat badan kurang OR berat badan ideal OR berat badan lebih THEN Jumlah Kalori. |
| 2. | IF Jumlah Kalori kurang dari 1200 THEN Menu Golongan Diet I |
| 3. | IF Jumlah Kalori 1201-1400 THEN Menu Golongan Diet II |
| 4. | IF Jumlah Kalori 1401-1600 THEN Menu Golongan Diet III |
| 5. | IF Jumlah Kalori 1601-1800 THEN Menu Golongan Diet VI |
| 6. | IF Jumlah Kalori 1801-2000 THEN Menu Golongan Diet V |
| 7. | IF Jumlah Kalori 2001-2200 THEN Menu Golongan Diet VI |
| 8. | IF Jumlah Kalori 2201-2400 THEN Menu Golongan Diet VII |
| 9. | IF Jumlah Kalori diatas 2400 THEN Menu Golongan Diet VIII |

B. Penalaran Berbasis Kasus (*Case-Based Reasoning*)

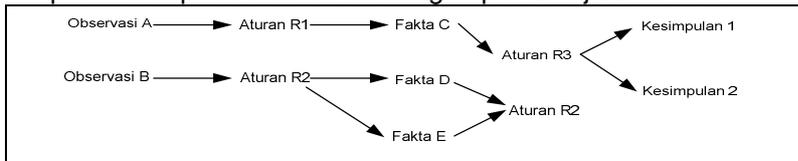
Pada penalaran berbasis kasus, basis pengetahuan akan berisi solusi-solusi yang telah dicapai sebelumnya, kemudian akan diturunkan suatu solusi untuk keadaan yang terjadi sekarang (fakta yang ada). Bentuk ini digunakan apabila *user* menginginkan untuk tahu lebih banyak lagi pada kasus-kasus yang hampir sama.

C. Mesin Inferensi

Salah satu keistimewaan dari sistem pakar adalah kemampuannya dalam membuat kesimpulan atau menarik kesimpulan dari suatu premi (pernyataan). Inilah yang membuat sistem pakar dianggap sebagai sistem cerdas. Untuk dapat menjalankan proses tersebut sistem pakar membutuhkan mesin inferensi. Mesin inferensi berperan sebagai otak dari sistem pakar. Di dalam mesin inferensi terjadi proses untuk memanipulasi dan mengarahkan kaidah, model, dan fakta yang disimpan dalam basis pengetahuan dalam rangka mencapai solusi atau kesimpulan. Strategi pengendalian berfungsi sebagai panduan arah dalam melakukan proses penalaran. Metode/teknik pengendalian yang sering digunakan adalah sebagai berikut :

a. Forward Chaining

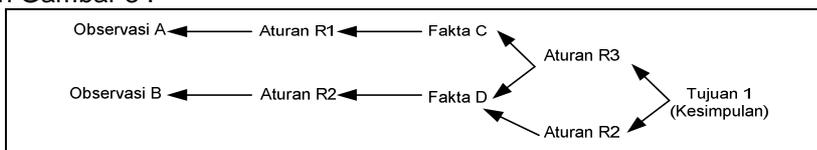
Pada Metode *Forward Chaining*, penarikan kesimpulan (*Inference Rules*) dilakukan berdasarkan data yang sudah tersedia di dalam *knowledge base*. Dalam pengertian lain, *forward chaining* diartikan sebagai pendekatan yang dimotori data. Dalam pendekatan ini pelacakan dimulai dari informasi masukan, dan selanjutnya mencoba menggambarkan kesimpulan. Proses pelacakan pada *forward chaining* dapat ditunjukkan oleh Gambar 2.



Gambar 2. Proses *forward chaining* (Arhami, 2005)

b. Backward Chaining

Metode *Backward Chaining* adalah mekanisme yang digunakan untuk membuktikan suatu hipotesis/kesimpulan berdasarkan fakta yang ada dengan menyelidiki kebenaran semua premi. Dalam pengertian lain, *backward chaining* adalah pendekatan yang dimotori tujuan. Dalam pendekatan ini pelacakan dimulai dari tujuan, selanjutnya dicari aturan yang memiliki tujuan tersebut untuk kesimpulannya. Proses pelacakan pada *backward chaining* dapat ditunjukkan oleh Gambar 3.



Gambar 3. Proses *backward chaining* (Arhami, 2005)

D. Area Kerja

Working memory merupakan bagian dari sistem pakar yang digunakan untuk merekam kejadian yang sedang berlangsung termasuk keputusan sementara. Bagian ini berisi

fakta-fakta masalah yang ditemukan dalam suatu proses. Fakta-fakta ini berasal dari konsultasi (Kusrini, 2006).

E. Pakar

Pakar merupakan bagian terpenting dalam sistem pakar. Pakar merupakan orang yang mempunyai keilmuan yang akan diakuisisi kedalam sistem sehingga sistem mampu menyelesaikan permasalahan layaknya seorang pakar.

Diabetes Mellitus (DM)

Diabetes Mellitus didefinisikan sebagai suatu penyakit atau gangguan metabolisme kronis yang ditandai dengan tingginya kadar gula darah disertai dengan gangguan metabolisme karbohidrat, lipid dan protein sebagai akibat insufisiensi fungsi insulin (Mahan dan Stump, 2000). Dengan kata lain *Diabetes Mellitus* adalah suatu penyakit yang menunjukkan kadar gula dalam darah meningkat karena tubuh tidak dapat melepaskan insulin secara adekuat. Kadar gula dalam darah yang normal pada pagi hari setelah malam sebelumnya puasa adalah 70-110 mg/dl darah. Kadar gula darah biasanya kurang dari 120-140 mg/dl pada dua jam setelah makan atau minum cairan yang mengandung gula atau karbohidrat lainnya.

Walaupun *Diabetes Mellitus* merupakan penyakit kronis yang tidak menyebabkan kematian secara langsung tetapi dapat berakibat fatal bila pencegahan atau pengelolannya tidak tepat.

Kebutuhan Kalori

Ada beberapa cara untuk menentukan jumlah kalori yang dibutuhkan diabetisi yang kemudian disebut dengan rumus broca. Diantaranya dengan memperhitungkan berdasarkan kebutuhan kalori basal yang besarnya 25-30 kalori/kg BB ideal, ditambah dan dikurangi bergantung pada faktor usia, jenis kelamin, Tinggi Badan (TB), Berat Badan (BB) dan aktifitas fisik. Untuk mencari kebutuhan kalori, sebelumnya harus mencari berat badan ideal dahulu dengan umus Indeks Masa Tubuh (IMT) dapat dilihat pada Persamaan 1 sebagai berikut :

$$IMT = \frac{BB}{(TB \times TB)^2} \quad (1)$$

Dengan klasifikasi IMT pada Tabel 2 sebagai berikut :

Tabel 2. Klasifikasi IMT (Soegondo dan Sidartawan, 2006)

| Jenis Berat Badan (BB) | Angka IMT | Keterangan |
|------------------------|-----------|------------|
| BB kurang | < 18,5 | BB Aktual |
| BB normal | 18,5-22,9 | BB Aktual |
| BB lebih | ≥ 23 | BB Ideal |

Untuk kasus wanita hamil, sedikit berbeda dengan wanita normal dengan rumus khusus dan sistematika kebutuhan hamil bagi wanita yang dapat dilihat pada Persamaan 2 :

$$Kalori\ Awal = (TB - 100) * 30 + \left(\frac{T1+100}{T3+300} \frac{T2+200}{L+400} \right) \quad (2)$$

Trimester 1 adalah masa kehamilan dalam waktu tiga bulan pertama. Trimester 2 adalah masa kehamilan pada bulan keempat sampai bulan keenam, sedangkan Trimester 3 adalah masa kehamilan memasuki usia bulan ketujuh sampai kesembilan. Dan kebutuhan hamil dapat dilihat pada Tabel 3 sebagai berikut :

Tabel 3. Kebutuhan hamil (Soegondo dan Sidartawan, 2006)

| Keterangan | Umur kehamilan |
|------------|----------------|
| T1 | Trimester 1 |
| T2 | Trimester 2 |
| T3 | Trimester 3 |
| L | Menyusui |

Standar broca yang digunakan untuk menentukan kebutuhan kalori penderita dalam penelitian ini berturut-turut dapat dilihat pada Persamaan 3, Persamaan 4 dan Persamaan 5 berikut :

$$BBI = 90\% * (TB\ cm - 100\ cm) \ kg \quad (3)$$

$$Kalori\ Awal\ (KA) = BBI / BBA * Kalori\ JK \quad (4)$$

$$Kalori\ Total = Kalori\ Awal\ (KA) - (KA * \% \ umur) + (KA * \% \ aktifitas\ fisik) \ -/+ \ (KA * \% \ kondisi\ BB) \quad (5)$$

Kalori Awal adalah kalori yang dihasilkan dari perkalian Berat Badan Ideal atau Berat Badan Aktual dengan jenis kelamin. Untuk jenis kelamin laki-laki maka dikalikan 30 kkal sedangkan untuk jenis kelamin perempuan dikalikan 25 kkal. Kalori ini dijadikan acuan untuk mendapatkan kalori tambahan lain dari faktor-faktor pendukung lainnya. Perhitungan tambahan faktor-faktor yang menentukan kebutuhan kalori antara lain (Soegondo dan Sidartawan, 2006) :

- a. Jenis kelamin
Kebutuhan kalori (bobot) pada wanita lebih kecil dibandingkan pria. Kebutuhan kalori wanita sebesar 25 kal/kg BB dan pria sebesar 30 kal/kg BB.
- b. Umur
Untuk pasien usia diatas 40-59 tahun kebutuhan kalori (bobot) dikurangi 5 %, untuk usia diantara 60-69 tahun dikurangi 10 % dan untuk usia diatas 69 tahun dikurangi 20 %.
- c. Aktifitas fisik
Penambahan 10 % dari kebutuhan kalori (bobot) diberikan pada keadaan istirahat, 20 % pada pasien dengan aktifitas ringan, 30 % dengan aktifitas sedang dan 50 % dengan aktifitas berat. Klasifikasi jenis aktifitas dan contoh kegiatan dapat dilihat dalam Tabel 4.
- d. Jenis Berat badan
Bila gemuk, dikurangi 20% bergantung pada tingkat kegemukan, dan bila kurus ditambah 20% sesuai kebutuhan untuk meningkatkan berat badan, bila ideal maka bisa diabaikan.

Tabel 4. Tabel kegiatan aktifitas fisik (Mahan dan Stump, 2000)

| Aktifitas | Contoh |
|-----------|--|
| Istirahat | Tidur, Duduk, Tidak kerja, Nganggur, Pensiunan, Ibu RT |
| Ringan | Pembantu RT, Menyapu, Menjahit, Mencuci, Industri RT |
| Sedang | PNS, Peg.swasta, mahasiwa, part time, dosen, petani |
| Berat | Kuli bangunan, menarik becak, Tukang kayu, Pekerja pasar |

Tabel 5. Tabel golongan diet (sumber : wawancara ahli gizi, 2012)

| Jenis gol. diet | Energi (kkal) | Energi (kkal) Versi RSUD |
|-----------------|---------------|--------------------------|
| I | < 1200 | 1100 |
| II | 1201-1400 | 1300 |
| III | 1401-1600 | 1500 |
| IV | 1601-1800 | 1700 |
| V | 1801-2000 | 1900 |
| VI | 2001-2200 | 2100 |
| VII | 2201-2400 | 2300 |
| VIII | > 2401 | 2500 |

4. METODE PENELITIAN

Pengumpulan Data

Tahapan Pengumpulan data dengan pakar pada umumnya meliputi hal-hal sebagai berikut :

a. Diskusi domain penentuan nilai kalori menggunakan rumus broca.

Diskusi ini dilakukan di awal pertemuan dengan para pakar, dimana akan mendapatkan penjelasan apa-apa saja yang terkait dengan data antropometri, rumus broca, kalori seimbang, diabetesi murni.

b. Wawancara, tanya jawab semua hal yang berkenaan dengan domain Diabetes Mellitus. Domain-domain tersebut adalah proses perhitungan kalori diet dengan masukan berupa data-data antropometri penderita.

c. Studi literatur, yaitu studi penelitian-penelitian sebelumnya yang pernah dilakukan oleh para peneliti dengan domain yang hampir mirip.

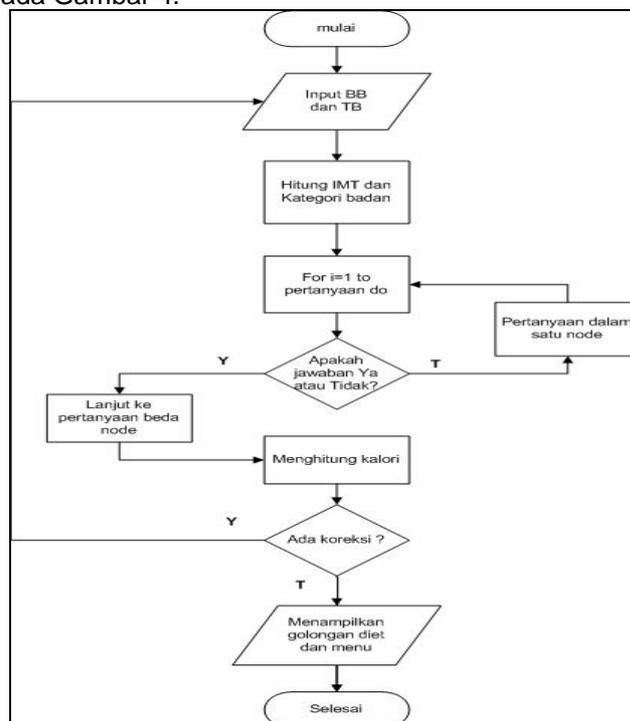
Analisa Proses Bisnis

Dari hasil wawancara dengan pakar gizi dikatakan bahwa dalam penyusunan jumlah kalori yang dibutuhkan diabetesi, perlu beberapa pemahaman terkait variabel-variabel yang saling berhubungan satu sama lain. Penyusunan menu diet dapat dilakukan setelah mendapat kepastian dari dokter terkait penyakit *Diabetes Mellitus* yang diderita pasien. Untuk itu langkah

pertama pasien harus menghubungi dokter *internist* untuk mencari kepastian bahwa pasien benar-benar menderita *Diabetes Mellitus*. Pemeriksaan dokter bisa diperkuat dengan hasil pemeriksaan laboratorium atau penunjang medis lainnya. Langkah kedua setelah dokter mengetahui hasil pemeriksaan penunjang yang dilakukan oleh pasien, maka dokter kemudian memutuskan pasien menderita penyakit *Diabetes Mellitus* tipe tertentu. Langkah ketiga, dokter mendisposisi kepada *nutritionist* atau ahli gizi untuk memberikan menu diet yang seimbang kepada diabetesi sesuai perhitungan variabel-variabel masukan. Variabel tersebut adalah tinggi badan, berat badan, usia, jenis kelamin, aktifitas fisik dan bentuk tubuh. Semua variabel tersebut harus mempunyai nilai agar dapat memenuhi kriteria broca. Dengan menggunakan rumus broca kebutuhan jumlah kalori dapat diketahui sehingga ahli gizi dapat memberikan menu diet yang seimbang.

Flowchart

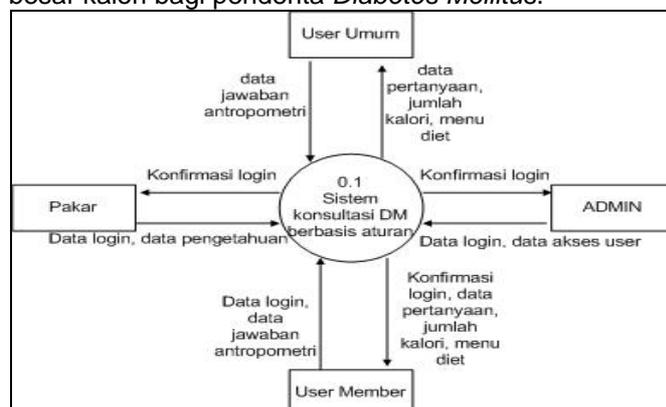
Proses tersebut dapat digambarkan dalam rancangan penentuan nilai kalori dengan *flowchart* seperti ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Flowchart sistem pakar untuk menentukan jumlah kalori

Diagram Konteks

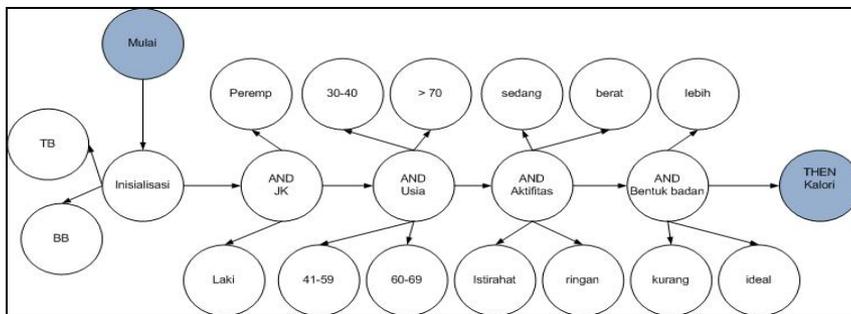
Diagram pada Gambar 5 menggambarkan mengenai beberapa aktor yang terlibat dalam sistem pakar tersebut. Sistem tersebut berjalan dengan prinsip memberikan solusi kepada paramedis dalam menentukan besar kalori bagi penderita *Diabetes Mellitus*.



Gambar 5. Diagram konteks

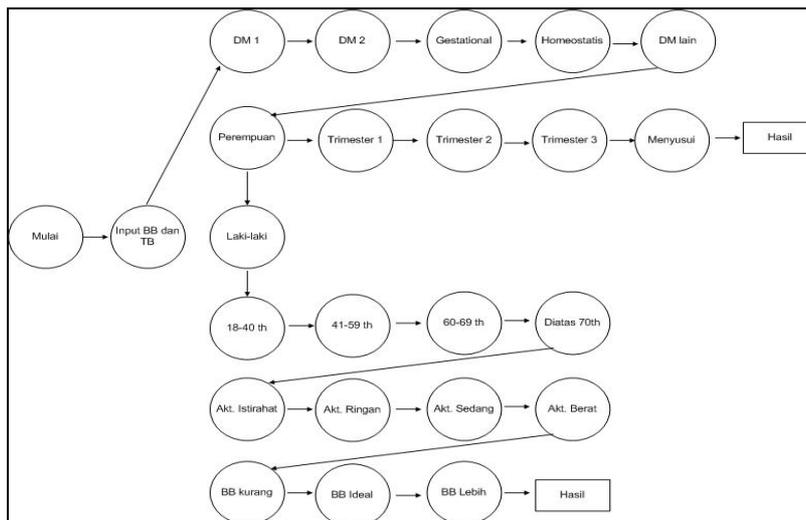
Kaidah Inferensi

Mesin inferensi merupakan bagian terpenting yang melakukan tugas penalaran. Bagian ini biasa dikatakan sebagai mesin pemikir (*Thinking Machine*). Penelitian ini menggunakan metode penelusuran kedepan atau *forward chaining*, yaitu penalaran yang dimulai dari sekumpulan fakta menuju suatu kesimpulan (jumlah kalori *then* jenis diet). Fakta-fakta tersebut berupa tinggi badan, berat badan, jenis kelamin, rentang usia, aktifitas fisik keseharian dan kondisi berat badan menurut hasil Indeks Massa Tubuh (IMT). Untuk wanita hamil hanya memerlukan satu variabel tambahan dalam penentuan besar kalori yang harus dikonsumsi yaitu masa kehamilan atau menyusui. Dari beberapa fakta diatas, pengguna diminta untuk menjawab setiap pertanyaan yang diajukan sistem secara benar sesuai kondisi sebenarnya. Sebelum pertanyaan memiliki jawaban, sistem tidak akan dilanjutkan menuju pertanyaan berikutnya. Hal ini berulang sampai pertanyaan habis dan kesimpulan berupa jumlah kalori bisa dihitung berdasarkan jawaban-jawaban yang dipilih pengguna. Setiap jawaban memiliki bobot sendiri-sendiri dan dengan mesin inferensi kedepan setiap bobot yang terpilih akan dijumlahkan atau dikurangkan berdasarkan rumus broca. Mesin inferensi dikemas dalam bentuk Kaidah Produksi yang merupakan bagian dari representasi pengetahuan. Mesin inferensi penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 6 berikut.



Gambar 6. Mesin inferensi runut maju

Selain mesin inferensi, dalam perancangan sistem berbasis kecerdasan buatan diperlukan sebuah pohon penelusuran (*decision tree*) untuk menjelaskan sistematika alur-alur sekumpulan aturan yang diadopsi dari basis pengetahuan. Pohon penelusuran penentuan kalori dapat dilihat pada Gambar 7 berikut.



Gambar 7. Pohon penelusuran penentuan kalori

Untuk memperjelas tabel-tabel representasi pengetahuan, berikut ini contoh perhitungan kalori menggunakan rumus broca. Seorang pasien berjenis kelamin laki-laki dengan berat badan 45

kg, tinggi 160 cm dinyatakan suspect DM 1 oleh dokter internist. Usia pasien adalah 45 th dan kegiatan sehari-hari bekerja sebagai pensiunan. Perhitungan kalorinya sebagai berikut :

1. Langkah pertama menentukan indeks massa tubuh (IMT) dengan rumus $BB \text{ kg} / (TB)^2 \text{ m}$
2. Langkah kedua adalah mengklasifikasikan hasil IMT dengan Tabel 2 sehingga pasien dikategorikan memiliki BB lebih atau BB kurang atau BB ideal.
2. Langkah ketiga adalah mencari kalori awal (KA) yaitu Berat Badan ideal dikalikan dengan prosentasi jenis kelamin.
3. Langkah keempat adalah prosentase umur * KA.
4. Langkah kelima adalah prosentase aktifitas dikalikan KA.
5. Langkah keenam adalah prosentasi berat badan dikalikan KA.
6. Langkah terakhir adalah penentuan jumlah kalori yang dibutuhkan dengan cara $(c)-(d)+(e)+/-(f) = x$

Setelah kebutuhan kalori pasien dihasilkan sebesar x kalori dapat disimpulkan tipe diet golongan yang sesuai dengan kalori tersebut. (Lihat Tabel 5)

5. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan dari purwarupa sistem pakar untuk menentukan jumlah kalori bagi penderita DM ini terdiri dari beberapa form akan muncul sesuai dengan menu yang dipilih.

Menu Jumlah Kebutuhan Kalori

Menu konsultasi merupakan fasilitas utama dalam sistem pakar ini. Dalam menu ini terdapat serangkaian pertanyaan seputar data antropometri yang diajukan oleh sistem kemudian wajib dijawab oleh pengguna. Menu ini memberikan opsi jawaban Ya dan Tidak kepada pengguna. Menu konsultasi dari proses inialisasi awal sampai proses hasil akhir dapat dilihat pada Gambar 8 sampai Gambar 13.

The screenshot shows a web form titled "Konsultasi Kebutuhan Kalori". It has two input fields: "Masukan Tinggi badan:" with the value "160" and unit "cm", and "Masukan Berat badan:" with the value "45" and unit "kg". Below these is a "Hitung" button. To the right, the results are displayed: "Hasil IMT 17.57", "Anda termasuk kategori **Berat Badan Kurang**", and "Berat badan anda adalah 45 kg". There is a link "[klik lanjut untuk menjawab pertanyaan]" and a "Lanjut" button at the bottom.

Gambar 8. Menu Inialisasi

Pada Gambar 8 diatas memperlihatkan hasil perhitungan pencarian berat badan ideal yang digunakan untuk menentukan kategori berat badan kurang, ideal atau lebih. Setelah berat badan diketahui pengguna dipersilakan melanjutkan pertanyaan dengan menekan tombol lanjut. Setelah pengguna menentukan pilihannya, langkah berikutnya menjawab pertanyaan kedua sampai pertanyaan habis. Menu pertanyaan kedua dapat dilihat pada Gambar 9 berikut.

The screenshot shows the next step in the "Konsultasi Kebutuhan Kalori" menu. It displays the previous results: "Hasil IMT 17.57", "Anda termasuk kategori **Berat Badan Kurang**", and "Berat badan anda adalah 45 kg". The main question is "Apakah Jenis Kelamin Anda Perempuan?". Below the question are two buttons: "Tidak" and "Ya".

Gambar 9. Menu pertanyaan 1

Pada Gambar 9 diatas, sistem memberikan pertanyaan seputar jenis kelamin yaitu wanita atau pria. Pengguna wajib memilih satu diantara dua pilihan karena rumus broca mengharuskan semua input ada nilainya. Jika pilihannya jatuh pada wanita maka berat badan akan dikalikan angka 25. Namun jika pilihannya jatuh pada pria maka berat badan akan dikalikan 30 satuan kemudian dicatat pada fasilitas penjelas. Pertanyaan berikutnya adalah

rentang usia pengguna atau penderita. Rentang usia ini dibagi menjadi empat kelompok yaitu kelompok 30-40 th, 41-59 th, 60-69 th dan diatas 69 th.

| Konsultasi Kebutuhan Kalori | |
|--|--|
| Hasil IMT 17.57 | Apakah rentang usia Anda diantara 41- 59 th ? |
| Anda termasuk kategori Berat Badan Kurang | |
| Berat badan anda adalah 45 kg | <input type="button" value="Tidak"/> <input type="button" value="Ya"/> |
| Jenis kelamin : Pria [1350] | |

Gambar 10. Menu pertanyaan 2

Pada Gambar 10 diatas menunjukkan sistem memberikan pertanyaan seputar rentang usia. Pengguna wajib memilih yang sesuai dengan kondisi sebenarnya. Sistem pertama kali akan menanyakan rentang umur terendah sampai pada rentang umur tertinggi. Jika pengguna memilih ya maka akan menuju ke pertanyaan berikutnya namun jika memilih tidak maka akan dilanjutkan pada rentang usia lainnya. Pertanyaan berikutnya adalah pertanyaan seputar aktifitas sehari-hari. Pada Gambar 11 dibawah ini menunjukkan sistem memberikan pertanyaan seputar aktifitas sehari-hari dari pengguna. Aktifitas sehari-hari diklasifikasikan menjadi empat kategori yaitu aktifitas istirahat, aktifitas ringan, aktifitas sedang dan aktifitas berat. Masing-masing dari aktifitas memiliki bobot sendiri-sendiri dan akan dikalikan dengan berat badan pengguna.

| Konsultasi Kebutuhan Kalori | |
|--|--|
| Hasil IMT 17.57 | Apakah Aktifitas Anda Istirahat ? |
| Anda termasuk kategori Berat Badan Kurang | (Tidur, Berbaring, Duduk) |
| Berat badan anda adalah 45 kg | |
| Jenis kelamin : Pria [1350] | <input type="button" value="Tidak"/> <input type="button" value="Ya"/> |
| Usia Anda : 41- 59 th [67.5] | |

Gambar 11. Menu pertanyaan 3

Pertanyaan terakhir setelah beberapa pertanyaan yang harus dijawab oleh pengguna adalah pertanyaan bentuk badan. Bentuk badan disini dibagi menjadi tiga kategori sesuai perhitungan IMT di fase inialisasi awal. Ketiga kategori itu adalah kurang, berat badan ideal dan berat badan lebih. Pengguna harus menjawab sesuai dengan hasil perhitungan IMT di bagian fasilitas penjas. Form pernyataan kategori bentuk badan dapat dilihat pada Gambar 12.

| Konsultasi Kebutuhan Kalori | |
|--|--|
| Hasil IMT 17.57 | |
| Anda termasuk kategori Berat Badan Kurang | |
| Berat badan anda adalah 45 kg | |
| Jenis kelamin : Pria [1350] | |
| Usia Anda : 41- 59 th [67.5] | |
| Aktifitas Anda : Istirahat [135] | |
| (Pilihlah sesuai dengan kategori berat badan) | |
| Apakah Anda termasuk kategori Berat Badan Kurang ? | |
| <input type="button" value="Tidak"/> <input type="button" value="Ya"/> | |

Gambar 12. Menu pertanyaan 4

Setelah semua pertanyaan yang diajukan sistem habis, sistem akan memberi solusi seperti ditunjukkan pada Gambar 12. Hasil akhir perhitungan sistem ini adalah untuk menentukan besar kalori. Informasi yang ada dalam menu hasil akhir merupakan bagian dari rangkaian perhitungan rumus broca dengan bantuan mesin inferensi sehingga sistem mampu memberikan *output* sesuai dengan tujuan dalam penelitian ini. Dari hasil perhitungan untuk kasus contoh pada Gambar 13 dapat diambil kesimpulan bahwa penderita memerlukan jumlah kalori sebesar 1687,5. Hasil akhir dari sistem ini dapat dilihat pada Gambar 13 berikut.



Gambar 13. Menu hasil akhir

Mesin inferensi runut maju bekerja sesuai aturan IF-THEN yang telah direpresentasikan kedalam program komputer. Penjelasan perhitungan dari serangkaian Gambar 8 sampai Gambar 13 diatas dapat disajikan pada ilustrasi dibawah ini :

1. Langkah pertama menentukan indeks massa tubuh (IMT) dengan rumus $BB \text{ kg} / (TB)^2 \text{ m} = 45 / 2,56 = 17,57$.
2. Langkah kedua adalah mengklasifikasikan hasil IMT dengan Tabel 2 sehingga pasien dikategorikan memiliki BB kurang menggunakan BB aktual karena 17,57 termasuk dalam BB kurang.
3. Langkah ketiga adalah mencari kalori awal (KA) yaitu Berat Badan ideal dikalikan dengan prosentasi jenis kelamin yaitu $45 * 30 = 1350$.
4. Langkah keempat adalah prosentase umur dikalikan kalori awal. Umur yang dipilih adalah antara 41-59 tahun sehingga prosentasenya 5% sehingga $5\% * 1350 = 67,5$.
5. Langkah kelima adalah prosentase aktifitas dikalikan KA yaitu $10\% * 1350 = 135$.
6. Langkah keenam adalah prosentasi berat badan dikalikan KA yaitu $20\% * 1350 = 270$. Sehubungan dengan berat badan lebih maka poin nomor 6 ini akan menjadi positif. Sebaliknya jika kondisi berat badan lebih maka nilai pada poin nomor 6 ini bernilai negatif.
7. Langkah terakhir adalah penentuan jumlah kalori yang dibutuhkan dengan cara poin nomor (3)-(4)+(5)+(6) = $1350 - 67,5 + 135 - 270 = 1687,5$.

Dari hasil perhitungan matematis diatas dapat disimpulkan bahwa dengan beberapa input data antropometri seorang pasien didapat besar kalori diet adalah 1687,5.

6. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa :

1. Sistem ini dirancang dengan beberapa masukan seperti tinggi badan, berat badan, jenis kelamin, usia, aktifitas dan kategori badan dengan aturan broca untuk perhitungan menu diet.
2. Sistem ini dirancang menggunakan basis pengetahuan yang tersimpan dalam basis data diantaranya tabel usia, jenis kelamin, bobot, kategori, aktifitas dan berat badan.
3. Sistem ini memberi *output* berupa jumlah kalori.

Saran

Dalam pembuatan sistem ini masih banyak bagian yang dapat dikembangkan. Saran kedepannya antara lain adalah :

1. Perlu penelitian lebih lanjut untuk menyempurnakan sistem ini menjadi sebuah sistem pakar untuk menentukan jumlah kalori diet ini dengan memperhitungkan hasil laboratorium dan riwayat penderita sehingga terapi penyembuhannya dapat lebih optimal.
2. Perlu pengembangan menu basis pengetahuan agar memudahkan pakar dalam *update knowledge*

DAFTAR PUSTAKA

- Almatsier, S, 2007., *Penuntun Diet Edisi Baru*, PT.Gramedia Pustaka, Jakarta.
- Arhami, M, 2005., *Konsep Dasar Sistem Pakar*. Andi, Yogyakarta.
- Kusrini, 2006., *Sistem pakar teori dan aplikas*, Andi offset, Yogyakarta.
- Kusumadewi, S., 2003, *Artificial Intelligent Teknik dan Aplikasinya*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Mahan, Stump, 2000., *Food, Nutrition and Diet Therapy*, Elsevier's, 11th edition, USA.
- Mukharromah, 2010., *Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Diabetes Berbasis Web*, Skripsi Teknik Informatika, IST AKPRIND.
- Rizal, 2009., *Pengembangan Aplikasi Sistem Pakar Untuk Diagnosis Penyakit Diabetes Mellitus*, Tesis UNDIP, Semarang
- Masykur, 2009., *Sistem Pakar Penyusun Diet Diabetes Tipe II*, Jurnal Digilibs, Institute Teknologi Bandung, Bandung.
- Soegondo, Sidartawan., Prof., Dr., dr., SpPD-KEMD., FACE, 2006., *Konsensus Pengelolaan dan Pencegahan Diabetes Mellitus Di Indonesia*, PB. PERKENI, Jakarta.
- Turban, E., Aronson., 2005., *Decision Support System and Intelligent System Jilid 2*, Prantice Hall International Inc, 7th edition, New Jersey.
-