

SISTEM UNTUK KONSULTASI MENU DIET BAGI PENDERITA DIABETES MELLITUS BERBASIS ATURAN

Rifki Indra Perwira
Teknik Informatika, Fakultas Teknik Industri
Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta

ABSTRACT

Diabetes Mellitus (DM) is known as one of the chronic diseases. People from all ages can suffer DM, but the people that usually get this disease are old people and those who are less concerned with healthy eating pattern. Despite of taking drugs, the main treatment for DM is healthy diet with balanced food composition. However, the diet arrangement for the patient is hard to be created because it needs the knowledge from the *nutritionists* while the number of the *nutritionists* is limited. So, it needs program to make it easier and give alternative solution for the patient to obtain a healthy balanced diet.

Rule-based system diet consultation 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 rule-based system engineering is to make the user gets the consultation of the food composition and balanced diet program to help patient on healing process. The design of this system uses *rule based reasoning* saved in the data base using *forward chaining* and RSCM rules. This knowledge base is generated through interviews and library research from the *nutritionists* who have experience in the field.

The result of the research can find out the diet menu composition that is suitable for the patient's calorie need with 100% of accuracy.

Keywords: *Rule-based system, Diabetes Mellitus, RSCM, forward chaining*

INTISARI

Diabetes Mellitus (DM) dikenal sebagai salah satu penyakit kronis. *Diabetes Mellitus* dapat menyerang berbagai usia, namun pada umumnya menyerang penderita usia senja atau kurang peduli dengan pola makan yang sehat. Selain konsumsi obat, perawatan utama penyakit ini adalah diet sehat dengan komposisi makanan yang seimbang. Namun, penyusunan diet bagi penderita *Diabetes Mellitus* sulit dilakukan karena memerlukan pengetahuan pakar, sedangkan jumlah pakar yang terbatas, sehingga diperlukan program bantu untuk mempermudah dan memberikan solusi alternatif bagi penderita untuk memperoleh diet yang sehat dan seimbang.

Sistem untuk konsultasi menu diet bagi penderita *Diabetes Mellitus* berbasis aturan adalah salah satu alternatif dari berbagai macam sistem yang sudah pernah dipakai untuk mengatasi permasalahan yang dihadapi. Tujuan rancang bangun sistem berbasis aturan ini adalah agar pemakai dapat melakukan konsultasi terhadap komposisi makanan dan diet seimbang untuk membantu proses penyembuhan yang diderita pasien. Perancangan sistem ini menggunakan *rule based reasoning* yang disimpan dalam basis data menggunakan mesin inferensi kedepan (*forward chaining*) dan aturan RSCM. 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 komposisi menu diet yang sesuai dengan jumlah kebutuhan kalori yang dibutuhkan pasien dengan tingkat akurasi 100%.

Kata kunci : *sistem berbasis aturan, Diabetes Mellitus, RSCM, runut maju*

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. Kemampuan komputer dalam mengingat dan menyimpan informasi dapat dimanfaatkan tanpa harus bergantung kepada hambatan-hambatan seperti yang dimiliki

pada manusia. 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 berbasis aturan (*rule based system*).

Sistem berbasis aturan pada saat ini sudah banyak yang dikembangkan dan diaplikasikan untuk membantu mencari solusi terhadap permasalahan dalam berbagai bidang, misalnya bidang teknik, farmakologi, hukum, undang-undang, keuangan dan sebagainya, termasuk juga di bidang kesehatan kedokteran.

Bidang kesehatan merupakan bagian dari bidang-bidang lain yang memanfaatkan teknologi komputer, salah satunya yang digunakan untuk konsultasi menu 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 dimata pemerintah Indonesia maupun dunia.

RSUD Sukoharjo yang terletak di Propinsi Jawa Tengah merupakan salah satu rumah sakit daerah yang memiliki permasalahan dalam penanganan kasus Diabetes. Pola kerja yang harus siap selama 24 jam dengan keterbatasan ahli gizi turut memberi pengaruh dalam peningkatan pelayanan prima kepada pasien. Kondisi yang terjadi saat ini adalah perhitungan penentuan besarnya kalori yang dibutuhkan oleh pasien masih dilakukan secara manual.

Berdasarkan hasil wawancara dengan pakar gizi di RSUD Sukoharjo didapatkan data-data kenaikan pasien DM dari tahun ke tahun. Pada tahun 2010 pasien DM mencapai 396 kasus. Pada tahun 2011 terdapat sebanyak 411 kasus. Untuk tahun 2012 sampai bulan Mei sudah mencapai 230

kasus. Hal ini mengakibatkan pelayanan kesehatan kepada pasien menjadi tidak maksimal. Disamping itu pakar juga harus memastikan lagi dengan membuka buku panduan untuk menentukan takarannya. Permasalahan lainnya yang tidak kalah penting adalah keterbatasan pakar di RS tersebut sehingga membutuhkan semacam alat bantu untuk dapat menghitung jumlah kalori yang dibutuhkan pasien untuk menjalani terapi diet Diabetes Mellitus secara efektif dan efisien.

TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan Pustaka

Pengembangan Sistem Pakar Untuk Diagnosis Penyakit *Diabetes Mellitus* (Rizal, 2009). Sistem pakar ini merupakan pemanfaatan teknologi informasi dalam membantu pengambilan keputusan dalam penentuan penyakit *Diabetes Mellitus* sehingga akan sangat membantu bagi dokter maupun tenaga medis dalam menganalisis pasien menjadi lebih akurat. 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*. Perancangan ini menggunakan visual basic 6 dan MySQL digunakan sebagai media basis datanya. Model ini memberikan dua jenis pertanyaan yaitu gejala umum/khusus dan faktor resiko. Untuk semua jawaban Ya atau Tidak dalam satu faktor pertanyaan, pertanyaan akan tetap dilanjutkan sampai semua terjawab baru menuju ke faktor pertanyaan selanjutnya.

Kemudian 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 melalui obat farmasi dan tanaman 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.

Penelitian lain mengambil domain *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.

Kecerdasan Buatan

Kecerdasan buatan dapat didefinisikan sebagai salah satu bagian ilmu komputer yang membuat agar mesin dapat melakukan pekerjaan seperti dan sebaik yang dilakukan manusia (Kusumadewi, 2003). Hal ini dilakukan untuk mempelajari bagaimana manusia berfikir ketika mereka mencoba untuk membuat suatu keputusan dan memecahkan masalah, membagi-bagi proses berfikir tersebut menjadi langkah dasar dan merancang suatu program komputer yang akan memecahkan masalah dengan mempergunakan langkah-langkah yang sama. Pola berfikir manusia termasuk dalam sebuah fenomena kedinamisan, sedangkan program/sistem saat ini hanya mampu dirancang untuk menyerupai bukan pasti menggantikan. Manusia bisa menjadi pandai dalam menyelesaikan masalah karena mempunyai pengetahuan dan pengalaman. Pengetahuan diperoleh dari belajar. Semakin banyak bekal pengetahuan yang dimiliki seseorang tentu saja diharapkan akan lebih mampu dalam menyelesaikan permasalahan. Pengetahuan yang ada tidaklah cukup untuk menyelesaikan permasalahan, namun dibutuhkan suatu penalaran oleh akal manusia dan kemudian mengambil kesimpulan berdasarkan pengetahuan dan pengalaman yang dimiliki.

Sistem Berbasis Aturan

Sistem berbasis aturan (*Rule Based System*) adalah suatu program komputer yang memproses informasi yang terdapat di dalam *working memory* dengan sekumpulan aturan yang terdapat di dalam basis pengetahuan menggunakan mesin inferensi untuk menghasilkan informasi baru. (Kusumadewi, 2003)

Rule Based System dapat dibentuk dengan menggunakan sebuah *rule set* yang menentukan aksi pada *assertions set*. *Rule-based system* secara relatif adalah model

sederhana yang bisa diadaptasi ke banyak masalah. Namun, jika ada terlalu banyak peraturan, pemeliharaan sistem akan rumit dan terdapat banyak *failure* dalam kerjanya. Untuk membuat sistem berbasis aturan, anda harus memiliki :

1. Sekumpulan fakta yang mewakili *working memory*. Ini dapat berupa suatu keadaan yang relevan dengan keadaan awal sistem bekerja.
2. Sekumpulan aturan. Aturan ini mencakup setiap tindakan yang harus diambil dalam ruang lingkup permasalahan yang dibutuhkan.
3. Kondisi yang menentukan bahwa solusi telah ditemukan atau tidak (*none exist*). Hal ini berguna untuk menghindari looping yang tidak akan pernah berakhir.

Teori sistem berbasis aturan ini menggunakan teknik yang sederhana, yang dimulai dengan dasar aturan yang berisi semua pengetahuan dari permasalahan yang dihadapi yang kemudian dikodekan ke dalam aturan IF-THEN dan sebuah tempat penyimpanan (basis data) yang mengandung data, pernyataan dan informasi awal. Sistem akan memeriksa semua aturan kondisi (IF) yang menentukan subset, set konflik yang ada. Jika ditemukan, maka sistem akan melakukan kondisi THEN. Perulangan atau *looping* ini akan terus berlanjut hingga salah satu atau dua kondisi bertemu, jika aturan tidak diketemukan maka sistem tersebut harus keluar dari perulangan (*terminate*).

Kebutuhan Kalori

Ada beberapa cara untuk menentukan jumlah kalori yang dibutuhkan diabetisi. 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 umur Indeks Masa Tubuh (IMT) dapat dilihat pada Persamaan 1 sebagai berikut :

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

Dengan klasifikasi IMT pada Tabel 1 sebagai berikut :

TABEL 1 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 :

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

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 2 sebagai berikut :

TABEL 2 Kebutuhan hamil (Soegondo dan Sidartawan, 2006)

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

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

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

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

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

Kalori Awal adalah kalori yang dihasilkan dari perkalian BBI atau BBA 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 2.4.

d. Jenis Berat badan

Bila gemuk, dikurangi 25% bergantung pada tingkat kegemukan, dan bila kurus ditambah 25% sesuai kebutuhan untuk meningkatkan berat badan, bila ideal maka bisa diabaikan.

TABEL 3 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, mahasiswa, part time, dosen, petani
Berat	Kuli bangunan, menarik becak, Tukang kayu, Pekerja pasar

TABEL 4 Tabel kesamaan diet kalori (Sumber : Wawancara Tim Instalasi 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

Jumlah bahan makanan sehari untuk tiap standar diet Diabetes Mellitus dinyatakan dalam satuan penukar. Daftar bahan makanan penukar adalah daftar bahan pangan asupan sehari-hari dengan waktu pemberian berjangka. Daftar bahan penukar semua golongan dapat dilihat pada Tabel 5.

TABEL 5 Tabel pembagian makanan (Soegondo dan Sidartawan, 2006)

Energi (kkal)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Pagi (06.00-07.00)								
H.Arang	1/2	1	1	1	1,5	1,5	1,5	2
Hewani	1	1	1	1	1	1	1	1
Nabati	-	-	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2
Sayuran A	S	S	S	S	S	S	S	S
Minyak	1	1	1	1	2	2	2	2

Pukul 10.00								
Buah	1	1	1	1	1	1	1	1
Susu	-	-	-	-	-	-	1	1
Siang (12.00-13.00)								
Arang	1	1	2	2	2	2,5	3	3
Hewani	1	1	1	1	1	1	1	1
Nabati	1	1	1	1	1	1	1	2
Sayuran A	S	S	S	S	S	S	S	S
Sayuran B	1	1	1	1	1	1	1	1
Buah	1	1	1	1	1	1	1	1
Minyak	1	2	2	2	2	3	3	3
Pukul 16.00								
Buah	1	1	1	1	1	1	1	1
Malam (18.00-19.00)								
Arang	1	1	1	2	2	2	2,5	2,5
Hewani	1	1	1	1	1	1	1	2
Nabati	1	1	1	1	1	1	1	1
Sayuran A	S	S	S	S	S	S	S	S
Sayuran B	1	1	1	1	1	1	1	1
Buah	1	1	1	1	1	1	1	1

Pertanyaan Penelitian

Pertanyaan penelitian dari penelitian ini adalah

1. Bagaimanakah rancangan sebuah sistem berbasis aturan untuk memberi solusi berupa jumlah kalori dan menu diet penderita Diabetes Mellitus dengan aturan RSCM?
2. Bagaimanakah hasil uji sistem berbasis aturan untuk konsultasi menu diet penderita Diabetes Mellitus?

PERANCANGAN SISTEM

Analisa Bisnis Proses

Dalam penyusunan jumlah kalori yang dibutuhkan diabetesi, perlu beberapa pemahaman terkait variabel-variabel yang saling berhubungan satu sama lain (Imami, R). 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

masukannya. 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 RSCM. Dengan menggunakan rumus RSCM kebutuhan jumlah kalori dapat diketahui sehingga ahli gizi dapat memberikan menu diet yang seimbang.

Tahapan-tahapan dalam penentuan komposisi menu diet yang seimbang bagi diabetes adalah

1. Inialisasi awal data antropometri untuk mencari indeks massa tubuh (IMT) yang dijadikan acuan perhitungan selanjutnya.
2. Proses penelusuran menggunakan aturan kaidah IF-THEN dengan memberikan pertanyaan seputar data antropometri kepada pengguna.
3. Setiap pertanyaan data antropometri, sistem secara otomatis akan melakukan proses perhitungan standar RSCM sehingga setiap pertanyaan yang telah dijawab memiliki bobot pengali.
4. Nilai kalori yang dihasilkan dari masing-masing pertanyaan kemudian dijumlahkan atau dikurangkan menjadi sebuah nilai kalori total.
5. Setelah nilai kalori total diketahui maka sistem akan mengarahkan kepada sebuah jenis golongan sesuai dengan besar kalori.
6. Langkah terakhir adalah melihat komposisi menu diet sesuai dengan besar kalori yang didapatkan dari proses sebelumnya.

Proses tersebut dapat digambarkan dalam rancangan penentuan nilai kalori dengan *flow chart* seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



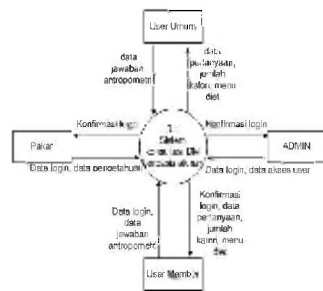
Gambar 1. Flow Chart proses bisnis penentuan nilai kalori

Diagram Konteks

Diagram pada Gambar 2 menggambarkan secara global mengenai beberapa aktor yang

terlibat dalam sistem berbasis aturan tersebut. Sistem tersebut berjalan dengan prinsip memberikan solusi kepada paramedis dalam menentukan besar kalori dan menu diet sehat bagi penderita Diabetes Mellitus. Selanjutnya ahli gizi dapat mengelola data tentang kepakarannya, paramedis dan pasien berhak untuk menggunakan sistem konsultasi menu diet, sedangkan admin berwenang mengatur sistem.

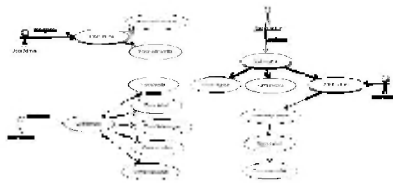
Diagram konteks dari sistem berbasis aturan penyusunan menu diet ini sebagai berikut.



Gambar 2. Diagram konteks

Perancangan Use Case

Use case termasuk dalam salah satu metode dalam mendesain sistem yang memperlihatkan hubungan antara aktor atau user dalam menggunakan sistem. Gambar 3 berikut memperlihatkan alur bagaimana sistem ini digunakan oleh aktor/user. User Admin memiliki kemampuan untuk mengontrol user dan sistem. Kesamaan user member dan ahli gizi adalah sama-sama harus login menu terlebih dahulu dengan memasukkan username dan password yang telah diberikan oleh admin atau dibuat sendiri. Rancangan use case dari sistem berbasis aturan ini disajikan sebagai berikut :



Gambar 3. Use Case

Mesin Inferensi

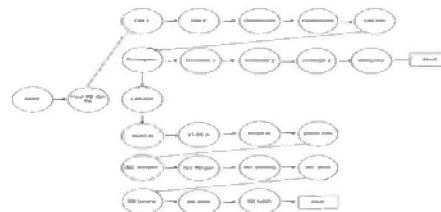
Mesin inferensi merupakan bagian terpenting yang melakukan tugas penalaran. Bagian ini biasa dikatakan sebagai mesin pemikir (*Thinking Machine*). Penelitian ini menggunakan metode penelusuran kedepan atau *forward chaining*, yaitu penalaran yang dimulai dari sekumpulan fakta menuju suatu

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 RSCM. Mesin inferensi dikemas dalam bentuk Kaidah Produksi yang merupakan bagian dari representasi pengetahuan. Mesin inferensi penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4 berikut.



Gambar 4. Mesin inferensi runtu maju

Selain mesin inferensi, dalam perancangan sistem berbasis kecerdasan buatan khususnya *rule-based system* diperlukan sebuah pohon penelusuran (*decision tree*) untuk menjelaskan sistematika alur-alur sekumpulan aturan yang diadopsi dari basis pengetahuan. Pohon keputusan penentuan kalori dapat dilihat pada Gambar 5 berikut.



Gambar 5. Pohon keputusan

Representasi Pengetahuan

Selain basis pengetahuan, Sistem berbasis aturan harus memiliki representasi

pengetahuan. Representasi pengetahuan (Kusumadewi, 2003) adalah kumpulan model-model pengetahuan yang telah diadopsi menggunakan bahasa yang mudah dipahami mesin. Dalam penelitian ini pengetahuan dari pakar direpresentasikan menggunakan kaidah aturan IF-THEN. Bentuk ini merupakan representasi pengetahuan yang paling sesuai dengan bisnis proses yang ada. Kasus penentuan komposisi menu diet ini setiap pertanyaannya memiliki jawaban Ya atau Tidak. Pengguna wajib menjawab setiap pertanyaan yang diajukan sistem berbasis aturan ini untuk memenuhi kaidah aturan produksi. Jika ada satu node yang tidak memiliki jawaban Ya, maka sistem tidak mampu memberikan kesimpulan dikarenakan tidak memenuhi aturan RSCM. Mesin Inferensi akan menuntun setiap pertanyaan atau fakta-fakta pada sebuah kesimpulan bergantung pada pilihan pengguna. Hal yang terpenting adalah setiap pertanyaan memiliki bobot dan nilai dari bobot itu yang akan dikenakan berisi sebuah nilai kalori. *Knowledge expert* dikumpulkan kemudian disusun menggunakan kaidah IF-THEN yang sesuai dengan metode RSCM sebagai rumus untuk menghasilkan besar kalori. Penelitian ini menggunakan data antropometri, data bahan makanan penukar dan data golongan diet. Data-data tersebut disusun dan dicari hubungan sebab akibat antara fakta dan kesimpulan. Salah satu cara untuk merepresentasi pengetahuan penelitian ini dengan cara aturan kaidah produksi. Contoh beberapa aturan kaidah produksi ditunjukkan seperti pada Tabel 5 berikut ini.

TABEL 5 Tabel kaidah aturan IF-THEN

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

PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Sistem berbasis aturan untuk konsultasi menu diet bagi penderita Diabetes Mellitus ini dirancang dengan menggunakan bahasa pemrograman php versi 5, didukung dengan MySQL sebagai basis datanya. Sistem ini memiliki dua menu utama diantaranya menu konsultasi dan menu utama. Menu-menu tersebut dapat dilihat pada bagian berikut.

Menu Utama



Gambar 6. Menu tampilan utama

Gambar 6 diatas merupakan tampilan awal saat aplikasi ini dijalankan. Pada menu utama terdapat dua bagian penting yaitu menu login, menu konsultasi. Menu login berisi fasilitas untuk login sesuai kategori penggunaanya. Menu konsultasi merupakan fasilitas utama pada aplikasi ini. Menu konsultasi diperuntukkan bagi umum (pasien) yang ingin mengetahui menu dietnya.

Menu Konsultasi Kebutuhan Kalori

Menu konsultasi merupakan fasilitas utama dalam sistem berbasis aturan 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. Setiap jawaban yang dipilih pengguna akan disimpan dalam fasilitas penjelas. Menu konsultasi dari proses inialisasi awal sampai proses hasil akhir dapat dilihat pada Gambar 7 sampai Gambar 12.



Gambar 7. Menu Inialisasi

Pada Gambar 7 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 8 berikut.



Gambar 8. Menu pertanyaan 1

Pada Gambar 8 diatas, sistem memberikan pertanyaan seputar jenis kelamin yaitu wanita atau pria. Pengguna wajib memilih satu diantara dua pilihan karena rumus RSCM 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 70 th.



Gambar 9. Menu pertanyaan 2

Pada Gambar 9 diatas menunjukkan sistem memberikan pertanyaan seputar rentang usia. Pengguna wajib memilih yang sesuai dengan kondisi sebenarnya rentang usia. 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 10 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.



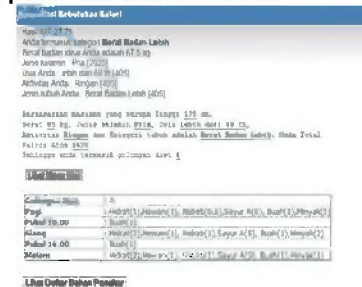
Gambar 10. Menu pertanyaan 3

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 penjelas. Form pernyataan kategori bentuk badan dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Menu pertanyaan 4

Setelah semua pertanyaan yang diajukan sistem habis, sistem akan memberi solusi seperti ditunjukkan pada Gambar 11. Hasil akhir perhitungan sistem ini adalah untuk menentukan besar kalori, golongan diet dan komposisi menu diet sehari-hari. Informasi yang ada dalam menu hasil akhir merupakan bagian dari rangkaian perhitungan rumus RSCM dengan bantuan mesin inferensi sehingga sistem mampu memberikan *output* sesuai dengan tujuan dalam penelitian ini. Dari hasil perhitungan untuk kasus contoh pada Gambar 12 dapat diambil kesimpulan bahwa penderita memerlukan jumlah kalori sebesar 1620. Hasil akhir dari sistem ini dapat dilihat pada Gambar 12 berikut.



Gambar 12. Menu hasil akhir

Mesin inferensi runut maju bekerja sesuai aturan IF-THEN yang telah direpresentasikan kedalam program komputer. Penjelasan perhitungan dari serangkaian Gambar 6 sampai Gambar 11 diatas dapat disajikan pada ilustrasi dibawah ini :

- Langkah pertama menentukan indeks massa tubuh (IMT) dengan rumus $BB\ kg / (TB)^2\ m = 85 / 3,0625 = 27,75$.
- Langkah kedua adalah mengklasifikasikan hasil IMT dengan Tabel 2.2 sehingga pasien dikategorikan memiliki BB lebih menggunakan BB Ideal karena 27,75 termasuk dalam BB lebih.
- Langkah ketiga adalah mencari kalori awal (KA) yaitu Berat Badan ideal dikalikan dengan prosentasi jenis kelamin yaitu $67,5 * 30 = 2025$.
- Langkah keempat adalah prosentase umur dikalikan kalori awal. Umur yang dipilih adalah diatas 69 tahun sehingga prosentasenya 20% sehingga $20\% * 2025 = 405$.
- Langkah kelima adalah prosentase aktifitas dikalikan KA yaitu $20\% * 2025 = 405$.
- Langkah keenam adalah prosentasi berat badan dikalikan KA yaitu $20\% * 2025 = 405$. Sehubungan dengan berat badan lebih maka point nomor 6 ini akan menjadi negatif. Sebaliknya jika kondisi berat badan kurang maka nilai pada point nomor 6 ini bernilai positif.
- Langkah terakhir adalah penentuan jumlah kalori yang dibutuhkan dengan cara point nomor (3)-(4)+(5)-(6) = $2025 - 405 + 405 - 405 = 1620$.

Dari hasil perhitungan matematis diatas dapat disimpulkan bahwa dengan beberapa input data antropometri seorang pasien didapat besar kalori adalah 1620 sehingga dengan besar kalori tersebut pasien diklasifikasikan kedalam jenis golongan diet 4.

Pengujian dan Pembahasan

Tahapan setelah proses perancangan sistem dan implementasi adalah pengujian sistem. Ada dua model pengujian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pengujian User Acceptance Test dan Pengujian akurasi hasil. Pengujian

Sistem ini dilakukan untuk menguji dan mengetahui apakah sistem telah berjalan dengan baik dan benar sesuai dengan aturan yang telah ditetapkan oleh pakar (*nutritionist*). Sistem ini menggunakan pengujian User Acceptance Test (UAT). *User Acceptance*

Test merupakan dokumen yang di gunakan untuk melakukan testing terhadap aplikasi ini. Testing yang dilakukan meliputi fungsi form, pemasukan data dan informasi yang dihasilkan. Pengujian sistem ini dilakukan oleh pakar sebagai konsultan dalam penelitian ini. Hasil uji dapat dilihat pada Tabel 6 berikut.

TABEL 6 Tabel UAT

No	UAT Script	Hasil Test	
		Pass	Fail
User non member dan member			
1.	Dapat menampilkan menu utama	√	
2.	Button menu berfungsi dengan baik	√	
3.	Login berhasil untuk legal akses	√	
4.	Error handling untuk illegal akses	√	
5.	Dapat login sesuai hak aksesnya	√	
6.	Dapat mendaftar member	√	
7.	Error handling masukan angka bukan huruf	√	
8.	Mesin inferensi berjalan sesuai aturan RSCM	√	
9.	Fasilitas penjas dapat menampilkan pilihan user	√	
10.	Dapat menampilkan basis pengetahuan	√	
11.	Pilihan 'ya' dan 'tidak' berfungsi dengan baik	√	
12.	Dapat melakukan perhitungan matematis	√	
13.	Dapat menentukan jumlah kalori berdasarkan masukan user	√	
14.	Dapat menampilkan menu diet berdasarkan jumlah kalori	√	
15.	Dapat menyimpan riwayat pemakai sistem	√	
16.	Dapat mencetak hasil konsultasi	√	
User admin			
17.	Dapat login sebagai admin	√	
18.	Dapat menambah data berita dan pengguna level admin/ahli	√	
19.	Dapat menghapus data berita dan pengguna level admin/ahli	√	
20.	Dapat mengupdate data berita dan pengguna level admin/ahli	√	
21.	Tombol keluar berfungsi dengan baik	√	
User Ahli			
22.	Dapat login sebagai ahli	√	
23.	Dapat menambah basis pengetahuan	√	
24.	Dapat menghapus basis pengetahuan	√	
25.	Dapat mengupdate basis pengetahuan	√	
26.	Tombol keluar berfungsi dengan baik	√	

Selain uji fungsionalitas sistem, aplikasi ini juga harus melalui tahapan uji kecocokan/akurasi hasil diagnosa kalori yang

selama ini telah dilakukan di RSUD Sukoharjo dengan hasil diagnosa dari sistem ini dengan menggunakan aturan RSCM. Uji akurasi hasil ini sangat menentukan apakah sistem ini dapat diimplementasikan atau tidak. Jenis pengujian ini akan menghasilkan sebuah *output* yang merepresentasikan bahwa penelitian ini dapat menggantikan peran ahli gizi yang selama ini melakukan konsultasi diet kepada pasien secara manual. Pengujian ini merepresentasikan kondisi sebenarnya dengan beberapa *input* yaitu tinggi badan, berat badan, jenis kelamin, usia, aktifitas sehari dan kategori bentuk badan sesuai IMT. Cara penggunaan dari aplikasi ini dapat dilihat pada Gambar 6 sampai Gambar 11.

Perhitungan hasil pengujian yang dilakukan oleh sistem dengan data 30 pasien penderita Diabetes Mellitus dapat dilihat pada Tabel 7 sebagai berikut :

TABEL 7
Tabel hasil pengujian

Penilaian	Kesetaraan Value	Keterangan	Jumlah sample
Sama	Valid	25/25 x 100%	25
Komplikasi	Tidak valid	5/5 x 100%	5
Total sample			30

Menurut Tabel 7 diatas, total responden data yang digunakan ada 30. Diantaranya terdapat lima *sample* yang tidak valid. Setelah dilakukan penelusuran secara manual di bagian rekam medis RSUD Sukoharjo, benar ditemukan bahwa kelima pasien yang tidak *valid* tersebut menderita komplikasi jantung, ginjal, stroke dan kolesterol. Hal ini disebabkan karena sistem ini tidak mengakomodir pasien yang mengalami komplikasi. Data tidak valid sebanyak lima sampel mengindikasikan bahwa pasien-pasien tersebut menderita komplikasi yang membutuhkan penanganan yang berbeda dari sistem berbasis aturan ini. Kesimpulan hasil uji yang telah dilakukan dapat dikatakan bahwa sistem berbasis aturan ini memiliki akurasi 100% *valid* normal sesuai rancangan *rule-based* dan diantara pengujian terdapat lima *sample* yang tidak *valid* dikarenakan *sample* tersebut menderita komplikasi.

KESIMPULAN

Hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa :

1. Sistem ini dirancang dengan masukan data-data antropometri yang meliputi tinggi badan, berat badan, jenis kelamin, usia, aktifitas dan kategori badan dengan *rule-based* dan aturan RSCM untuk perhitungan menu diet.

2. Sistem ini dirancang menggunakan basis pengetahuan yang tersimpan dalam basis data diantaranya tabel usia, jenis kelamin, bobot, kategori, aktifitas, berat badan, keterangan dan diet.
3. Sistem ini memberi *output* berupa jumlah kalori dan menu diet.
4. Hasil pengujian data dikatakan 100% *valid* normal sudah sesuai dengan aturan yang berlaku.
5. Dalam pengujian ditemukan lima data yang tidak *valid* karena adanya faktor komplikasi.

SARAN

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

1. Untuk menyempurnakan sistem berbasis aturan ini diperlukan penggabungan aturan-aturan lain dalam *knowledge base*-nya seperti faktor hasil laboratorium.
2. Perlu adanya penelitian lebih lanjut untuk menyempurnakan sistem ini menjadi sebuah sistem pakar sehingga dapat memberi solusi pendekatan apabila terdapat hasil penelusuran yang tidak sesuai dengan *rule based*.
3. Perlu ditambah fitur atau kemampuan sistem untuk dapat menambah, mengedit atau memperkaya aturan (*rule*).

DAFTAR PUSTAKA

- Almatsier, 2007, *Penuntun Diet Edisi Baru*, PT.Gramedia Pustaka, Jakarta.
- 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.
- Masykur, 2009, Sistem Pakar Penyusun Diet Diabetes Tipe II, Jurnal Digilibs, Institute Teknologi Bandung, Bandung.
- Rizal, 2009, Pengembangan Aplikasi Sistem Pakar Untuk Diagnosis Penyakit Diabetes Mellitus, Tesis UNDIP.
- Soegondo, Sidartawan., FACE, 2006., *Konsensus Pengelolaan dan Pencegahan Diabetes Mellitus tipe 2 Di Indonesia*, PB. PERKENI, Jakarta.