

**SISTEM PAKAR PROGRAM DIET DIABETES MELLITUS TIPE 2 BERDASARKAN BMI
DAN BMR MENGGUNAKAN METODE *FORWARD CHAINING* DAN *CONSTRAINT
SATISFACTION PROBLEMS*
(STUDI KASUS: PUSKESMAS MANDURO NGORO)**

Galih Yuda Permana
Amak Yunus

¹Program Studi Sistem Informasi, Universitas Kanjuruhan Malang, galihyud@gmail.com

²Program Studi Sistem Informasi, Universitas Kanjuruhan Malang, amakyunus@yahoo.com

Abstrak

*Diabetes Mellitus(DM) adalah salah satu penyakit degeneratif , yang merupakan salah satu penyakit di dalam sepuluh besar penyakit di Indonesia. Berdasarkan pola pertumbuhan penduduk, diperkirakan pada tahun 2030 nanti akan ada 194 juta penduduk yang berusia di atas 20 tahun penderita diabetes. Mengingat bahwa DM akan memberikan dampak terhadap kualitas sumber daya manusia dan peningkatan biaya kesehatan yang cukup besar, maka semua pihak, baik masyarakat maupun pemerintah, sudah seharusnya ikut serta dalam usaha penanggulangan DM, khususnya dalam upaya pencegahan. Banyaknya kasus penyakit diabetes di PUSKESMAS MANDURO tidak berbanding dengan jumlah tenaga ahli gizi yang terbatas. Kondisi yang terjadi saat ini adalah bagaimana membuat alat bantu yang bisa menggantikan peran ahli gizi dengan mengaplikasikan sistem pakar program diet untuk penderita diabetes mellitus. Sistem pakar yang akan dibuat adalah sistem pakar diet yang di butuhkan penderita diabetes mellitus dengan metode *Constraint Satisfaction Problems* Dan *Forward Chaining* berbasis web. Dengan dibuatnya sistem pakar program diet berdasarkan BMI dan BMR ini dapat membantu user atau pasien untuk konsultasi program diet untuk penderita diabetes dengan memberikan informasi jumlah kalori harian berdasarkan BMR (basal metabolic rate) sehingga pelayanan untuk diabetesi di PUSKESMAS MANDURO bisa maksimal, sistem pakar memberikan informasi saran diet yang tepat. Memberikan informasi jadwal diet bagi penderita atau pasien serta memberikan kemudahan kepada pengguna atau pasien untuk konsultasi.*

Kata Kunci: Sistem Pakar, BMI dan BMR, Diabetes Mellitus, Forward Chaining, Constraint Satisfaction Problems.

Abstract

*Diabetes Mellitus(DM) is one of the degenerative disease, which is one of the diseases in the top ten diseases in Indonesia. Based on the pattern of population growth, estimated in 2030 there will be 194 million people with age over 20 years which have diabetes. DM will have an impact on the quality of human resources and increasing of health care cost. Both public and government should participate to evercome diabetes, especially for prevention. The number of cases of diabetes in HEALTH MANDURO are not proportional to the number of nutritional experts that are limited. Condition that occurs today is reason to create a tool that can replace the role of a nutritionist as the expert system of diet program for people which have diabetes mellitus. Expert system is web based the diet expert system for patient which have diabetes mellitus using *Constraint Satisfaction Problems* And *Forward Chaining* method. We make the expert system program based on BMI and BMR diet can help the user or the patient to consult a diet for diabetics by providing information based on the amount of daily calories BMR (basal metabolic rate) there for services for people with diabetes in HEALTH MANDURO can be maximum. Expert systems provides information for right diet, diet schedule information for patients and convenience to the user or patient for consultation.*

Kata Kunci: Sistem Pakar, BMI dan BMR, Diabetes Mellitus, Forward Chaining, Constraint Satisfaction Problems.

1. Pendahuluan

Diabetes Mellitus adalah salah satu penyakit degeneratif , yang merupakan salah

satu penyakit di dalam sepuluh besar penyakit di Indonesia. Pada tahun 1995 tercatat jumlah penderita Diabetes Mellitus di Indoneisa lebih

kurang 5 juta jiwa.

Mengingat bahwa DM akan memberikan dampak terhadap kualitas sumber daya manusia dan peningkatan biaya kesehatan yang cukup besar, maka semua pihak, baik masyarakat maupun pemerintah, sudah seharusnya ikut serta dalam usaha penanggulangan DM, khususnya dalam upaya pencegahan.

Kasus pasien yang terkena penyakit degeneratif termasuk diabetes mellitus di Puskesmas Manduro Ngoro cukup banyak, bahkan setiap tahun mengalami peningkatan. Sedangkan banyaknya kasus penyakit diabetes di PUSKESMAS MANDURO tidak berbanding dengan jumlah tenaga ahli gizi yang terbatas.

Kondisi yang terjadi saat ini adalah bagaimana membuat alat bantu yang bisa menggantikan peran ahli gizi dengan mengaplikasikan sistem pakar program diet untuk penderita diabetes mellitus dengan melakukan studi kasus di Puskesmas Manduro Ngoro. Sistem pakar yang akan dibuat adalah sistem pakar diet untuk mengetahui berat badan ideal dan berapa banyak asupan kalori harian dan penentuan menu diet serta saran cara diet yang di butuhkan penderita diabetes mellitus dengan metode *constraint satisfaction problems* dan *forward chaining* berbasis *web*.

2. Tinjauan Pustaka

Sistem Pakar

Sistem Pakar (*Expert System*) adalah program berbasis pengetahuan yang menyediakan solusi-solusi untuk problema-problema dengan kualitas pakar. Sistem pakar merupakan program komputer yang meniru proses pemikiran dan pengetahuan pakar dalam menyelesaikan suatu masalah tertentu. Sistem pakar dibangun untuk mencoba menyerupai kemampuan manusia dalam menyelesaikan masalah tertentu dalam bentuk heuristik. Implementasi dari sistem pakar juga dapat diterapkan di segala bidang (Broto,2010).

Pelacakan ke Depan (*Forward Chaining*)

Pada Metode *forward chaining* di artikan sebagai pendekatan yang dimotori data.

Dalam pendekatan ini pelacakan dimulai dari informasi masukan, dan selanjutnya mencoba menggambarkan kesimpulan. Sehingga metode ini juga sering disebut "*Data driven*" (Turban, 1995).

Constraint Satisfaction Problems

Untuk menyelesaikan masalah *constraint satisfaction problem*, diperlukan *constraint programming*. *Constraint programming* adalah pembelajaran sistem komputasi berdasarkan *constraint*. Ide utama dari *constraint programming* ini adalah menyelesaikan masalah dengan menyatakan *constraint* (kondisi, sifat, kebutuhan) yang harus dipenuhi oleh solusi. Dengan kata lain, *constraint programming* adalah pendekatan alternatif terhadap pemrograman yang berisikan permodelan suatu masalah sebagai himpunan kebutuhan (*constraint*) yang berurutan diselesaikan metode umum ataupun spesifik untuk domain (Krzysztof Apt, 2005, p1).

Diabetes Mellitus

Menurut *American Diabetes Association (ADA)* tahun 2010, Diabetes melitus merupakan suatu kelompok penyakit metabolik dengan karakteristik hiperglikemia yang terjadi karena kelainan sekresi insulin, kerja insulin, atau kedua-duanya.

Diabetes Melitus tipe 2

DM tipe 2 ini bervariasi mulai dari yang dominan resistensi insulin disertai defisiensi insulin relatif, sampai yang dominan gangguan sekresi insulin bersama resistensi insulin. Pada DM tipe 2 resistensi insulin terjadi pada otot, lemak dan hati serta terdapat respons yang inadekuat pada sel beta pankreas. Terjadi peningkatan kadar asam lemak bebas di plasma, penurunan transpor glukosa di otot, peningkatan produksi glukosa hati dan peningkatan lipolisis. Defek yang terjadi pada DM tipe 2 disebabkan oleh gaya hidup yang diabetogenik (asupan kalori yang berlebihan, aktivitas fisik yang rendah, obesitas) ditambah kecenderungan secara genetik. Nilai BMI yang dapat memicu

terjadinya DM tipe 2 adalah berbeda-beda untuk setiap ras.

BMI (Body Mass Index)

Istilah normal, *overweight* dan *obese* dapat berbeda-beda, masing-masing negara dan budaya mempunyai kriteria sendiri-sendiri, oleh karena itu, WHO menetapkan suatu pengukuran / klasifikasi obesitas yang tidak bergantung pada bias-bias kebudayaan.

Metoda yang paling berguna dan banyak digunakan untuk mengukur tingkat obesitas adalah BMI (*Body Mass Index*). BMI (*Body Mass Index*), atau dalam bahasa Indonesia IMT (Indeks Masa Tubuh), tidak lain adalah angka yang menunjukkan apakah seseorang terlalu berat untuk tinggi mereka. BMI didapat dengan cara membagi berat badan (kg) dengan kuadrat dari tinggi badan (meter). Nilai BMI yang didapat tidak tergantung pada umur dan jenis kelamin. Rumus BMI sebagai berikut:

$$BMI = \frac{\text{Berat Badan (kg)}}{(\text{Tinggi Badan (m)})^2}$$

(<http://pramita.co.id/index.php>).

BMR (Basa Metabolic Rate)

Kebutuhan kalori basal/ *basal metabolic rate* adalah kalori yang anda butuhkan untuk kegiatan sehari-hari. Untuk menghitung kebutuhan kalori basal/*basal metabolic rate* dapat ditentukan dengan rumus Harris Benedict sebagai berikut :

LAKI-LAKI	— KKB = 66 + (13.7 x BB) + (5 x TB) — (6.8 x U)
WANITA	— KKB = 65.5 + (9.6 x BB) + (1.7 x TB) — (4.7 x U).
BB	Berat Badan (kg) (ideal)
TB	: Tinggi Badan (cm)
U	: Umur (tahun)

Dengan perhitungan KKB seperti cara di atas, maka baik kelebihan maupun kekurangan berat badan dapat diatasi dengan mengkonsumsi makanan sesuai dengan kebutuhan kalorinya untuk berat badan yang ideal.

(<http://afghanaus.com/diet-menurunkan-berat-badan/>)

Adapun rumus kebutuhan kalori basal untuk kepentingan praktis dalam praktek di lapangan, digunakan rumus Broca.

Penentuan kebutuhan kalori per hari :

1. Kebutuhan basal :

Laki-laki : BB idaman (kg) X 30 kalori

Wanita : BB idaman (kg) X 25 kalori

2. Koreksi atau penyesuaian :

Umur diatas 40 tahun : - 5 %

Aktivitas ringan : + 10 % (duduk-duduk, nonton televisi dll)

Aktivitas sedang :+20% (kerja kantoran, ibu rumah tangga, perawat, dokter)

Aktivitas berat :+30% (olahragawan, tukang becak dll)

Berat badan gemuk :-20%

Berat badan lebih : -10 %

Berat badan kurus :+20%

3. Pembahasan

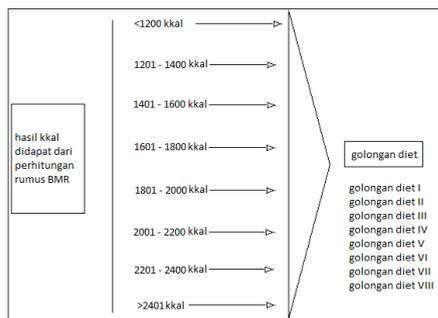
Analisa Permasalahan

Dalam penyusunan program diet yang dibutuhkan penderita diabetes perlu beberapa pemahaman terkait variabel-variabel yang saling berhubungan satu sama lain, penyusunan program diet dilakukan oleh ahli atau pakar gizi untuk memberikan menu diet kepada penderita diabetes sesuai perhitungan variabel-variabel masukan, variabel tersebut adalah berat badan, tinggi badan, usia, jenis kelamin dan aktivitas/pekerjaan sehari-hari. Dengan variabel variabel yang didapat, ahli gizi dapat menentukan BMI dan BMR pasien penderita diabetes. Melalui nilai-nilai tersebut ahli gizi dapat menyusun menu diet seimbang. Tahapan-tahapan dalam menentukan jadwal menu diet untuk penderita diabetes adalah data antropometri pasien/penderita diabetes untuk mencari BMI dan BMR yang dijadikan acuan untuk menentukan menu/jadwal diet, setiap data dari pasien akan di proses oleh sistem, sistem akan secara otomatis melakukan perhitungan dengan rumus BMI dan BMR, setelah nilai kalori yang didapat dari rumus *basal metabolic rate* maka sistem akan mengarahkan kepada sebuah jenis golongan diet sesuai dengan besar kalori. Penentuan jenis diet ditentukan dengan metode *constraint*

dimana data-data tersebut bisa dihapus dan di edit oleh admin.

Mesin Inferensi Menggunakan *Forward Chaining* dan *Constraint Satisfaction Problems*

Mesin inferensi merupakan bagian terpenting dalam sistem ini, bisa disebut sebagai otak dari sistem pakar. Metode *forward chaining*/penelusuran kedepan adalah metode yang digunakan dalam sisitem pakar ini. *Forward chaining* yaitu penalaran yang dimulai dari sekumpulan fakta menuju suatu kesimpulan, dimana kesimpulan dalam sistem pakar ini adalah jenis golongan diet. Data-data tersebut berupa data tinggi badan, berat badan, jenis kelamin, usia dan aktivitas/pekerjaan sehari-hari sehingga nilai kalori didapat.berikut adalah dependency diagram penentuan jadwal berdasarkan jumlah kalori



Gambar 5 *Dependency Diagram*

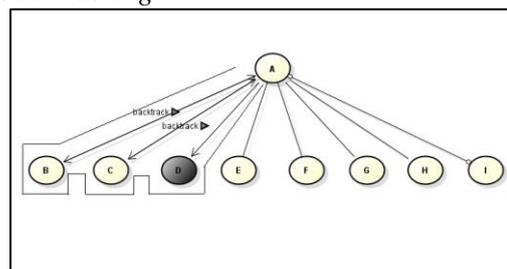
Selain didapat dari hasil relasi antar tabel, jadwal diet bisa didapat dari metode *constraint satisfaction problem*, Pada penyusunan jadwal diet berdasarkan jadwal yang telah ditentukan sesuai jenis golongan terdapat sejumlah *constraint* yang harus dipenuhi. Algoritma yang digunakan dalam CSP ini adalah *backtracking*. Pada CSP terdapat beberapa komponen yang harus ditentukan terlebih dahulu yaitu variabel,domain dan *constraint*. Metode CSP disini bertindak sebagai mesin inferensi untuk menentukan golongan diet yang tepat untuk user dengan *constraint-constraint* yang harus ditetapkan.

Konsep *Constraint Satisfaction Problems* Menggunakan Algoritma *Backtraking*

Pada pemodelan konsep *constraint satisfaction problems* ini adalah menentukan *constraint* atau batasan dalam menentukan jadwal diet pada aplikasi ini, adapun data-data aturan dalam penentuan jadwal diet ini adalah

1. Setiap golongan diet mempunyai nilai kalori yang berbeda-beda sehingga setiap pasien juga membutuhkan nilai kalori yang berbeda sesuai dengan perhitungan penentuan jumlah kalori.
2. Setiap golongan diet terdapat jenis makanan yang berbeda sesuai jam dan sesuai jumlah kalori.
3. Setiap jenis makanan mempunyai menu yang sesuai dengan kebutuhan kalori pasien.
4. Setiap jam menu makanan harus sesuai kalori pada jenis golongan diet tertentu.
5. Setiap pasien mempunyai golongan diet yang berbeda.

Penelusuran algoritma *backtracking* mempunyai beberapa tahapan tahap pertama adalah membuat solusi dalam bentuk pohon(tree). Setelah tahap pertama dibuat maka tahap kedua adalahn penerapan kedalam sistem.Contoh: Berikut adalah pohon solusi jadwal diet algoritma *backtracking*:



Gambar 6 solusi jenis diet algoritma *Backtracking*

Dari gambar 1.7 menjelaskan bahwa A adalah variabel jenis golongan diet yang memiliki domain B diet golongan I yang mempunyai nilai constraint <1200, domain C diet golongan II 1201-1400, domain D diet golongan III 1401-1600, domain E diet golongan IV 1601-1800, domain F diet golongan V 1801-2000, domain G diet golongan VI 2001-2200, domain H diet

golongan VII 2201-2400, domain I diet golongan VIII <2400. Nilai constraint akan di bandingkan dengan hasil perhitungan nilai kalori, jika nilai kalori 1350 maka pencarian solusi untuk nilai kalori 1350 akan dimulai dari domain B, jika domain B tidak memenuhi kriteria maka sistem akan melakukan backtracking ke domain selanjutnya sampai solusi telah didapatkan, pada gambar diatas domain D adalah solusi karena domain C memenuhi kriteria batasan.

4. Implementasi Program Implementasi Pada Form Jadwal Menu Diet.

Form jadwal menu diet merupakan form utama agar sistem bisa berjalan. Tanpa adanya form jadwal menu diet maka sistem tidak bisa menampilkan jadwal diet, jadwal diet merupakan tujuan utama dalam hasil dari konsultasi. Form ini berisi jenis golongan diet, jam, jenis energi dan takaran, pengguna/admin mendapatkan hak untuk mengisikan jadwal diet sesuai aturan diet dm dalam ilmu kesehatan. Setelah admin menentukan, admin bisa melakukan penyimpanan pada menu aksi simpan.

Gambar 7 Form Jadwal Menu Diet

Implementasi Pada Form Konsultasi Diet

Form konsultasi diet adalah dimana user melakukan konsultasi diet, sebelum masuk pada form konsultasi diet, user diharapkan untuk mengisi biodata diri, setelah user mengisi biodata diri, user akan mengisi data-data antropometri dimana input data-data antropometri berada pada form konsultasi diet ini. Berikut adalah tampilan form konsultasi diet.

Gambar 8 Form Konsultasi Diet

Implementasi Pada Form Hasil Konsultasi Diet

Form hasil konsultasi diet adalah hasil dari konsultasi diet yang ditampilkan ketika user telah memasukkan data-data pada form konsultasi diet. Berikut tampilannya.

Gambar 9 Form hasil konsultasi diet

Menu Home

Uji coba pada halaman home. Berikut adalah uji coba dilakukan pada halaman utama menu home pada sistem pakar diet.



Gambar 10 Halaman Home

Menu Jadwal Diet

Uji coba pada menu mastering kegiatan. Berikut adalah uji coba dilakukan

pada menu mastering kegiatan pada sistem pakar diet.



Gambar 11 Halaman *Input* Jadwal Diet

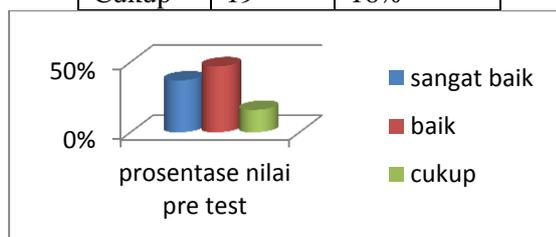
Gambar 4.10 adalah halaman *input* kegiatan, pada halaman ini admin dapat melakukan penginputan data-data jadwal diet dengan mengisikan inputan jagolongan diet, jam, jenis energi, dan takaran. Pada menu mastering jadwal diet admin dapat memilih data kegiatan yaitu menampilkan data-data kegiatan yang berhasil di inputkan.

Uji Kelayakan Program

Proses *pre test* dilakukan kepada pasien-pasien PUSKESMAS MANDURO NGORO. Berikut adalah hasil *pre test*:

Tabel 1 Hasil Presentase Nilai *Pre Test*

Kriteria	Jumlah	Prosentase
Sangat baik	44	37%
Baik	57	47%
Cukup	19	16%



Gambar 12 Pie DiagramPercentage ValuePre test

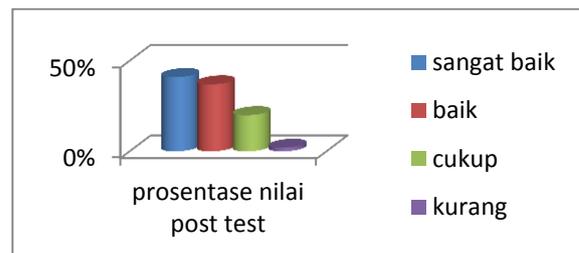
Dari hasil pre test yang dilakukan kepada pasien di PUSKESMAS MANDURO menyimpulkan bahwa, dari 20 pasien yang di uji dengan jumlah pertanyaan sebanyak 6 pertanyaan pada setiap pasien, 44 pasien yang menjawab sangat baik, 57 menjawab baik dan 19 menjawab cukup. Dari jawaban sangat baik

sejumlah 44 akan dibagikan jumlah pertanyaan keseluruhan yang di berikan ke semua pasien sebanyak $20 \times 6 = 120$, maka akan didapat prosentase nilai pre test dengan jawaban sangat baik sebesar 37%, demikian pula pada pre test dengan jawaban baik maka $(57/120) \times 100 = 47\%$,dan nilai pre test dengan jawaban cukup sebesar 16%.

Proses *post test* dilakukan kepada pasien-pasien PUSKESMAS MANDURO NGORO. Berikut adalah hasil *post test*:

Tabel 2 Hasil Presentase Nilai *Post Test*

Kriteria	Jumlah	Prosentase
Sangat baik	49	41%
Baik	44	37%
Cukup	24	20%
Kurang	3	2%



Gambar 13 Pie DiagramPercentage ValuePost test

Sama dengan pre test sebelumnya dari hasil post test yang dilakukan kepada pasien di PUSKESMAS MANDURO menyimpulkan bahwa, dari 20 pasien yang di uji dengan jumlah pertanyaan sebanyak 6 pertanyaan pada setiap pasien, 49 jawaban sangat baik, 44 jawaban baik, 24 jawaban cukup dan 3 jawaban kurang. Dari jawaban sangat baik sejumlah 49 akan dibagikan jumlah pertanyaan keseluruhan yang di berikan ke semua pasien sebanyak $20 \times 6 = 120$, maka akan didapat prosentase nilai pre test dengan jawaban sangat baik sebesar 41%, demikian pula pada pre test dengan jawaban baik maka $(44/120) \times 100 = 37\%$,nilai pre test dengan jawaban cukup sebesar 20%, dan 2% jawaban kurang.

5. Kesimpulan

Berdasarkan pembuatan sistem pakar program diet berdasarkan BMI dan BMR ini dibutuhkan field-field sebagai pengolahan data data, yaitu data antropometri pasien, data-data jenis golongan diet, takaran, bahan penunjar, jam, jenis energi, data jumlah kalori pasien dalam sehari dan data berat badan ideal yang dihitung dengan rumus BMI dan BMR serta rumus-rumus lain yang berhubungan dengan sistem yang dibuat. Sedangkan proses yang digunakan pada sistem ini meliputi konsultasi berdasarkan data-data antropometri pasien, dan jenis pekerjaan serta proses lainnya yang berhubungan dengan sistem pakar ini, yang nantinya akan diolah oleh sistem sehingga sistem bisa memberikan saran diet tepat untuk pasien.

Dengan dibuatnya sistem pakar program diet berdasarkan BMI dan BMR ini dapat membantu user atau pasien untuk konsultasi program diet untuk penderita diabetes dengan memberikan informasi jumlah kalori harian berdasarkan BMR (basal metabolic rate) sehingga pelayanan untuk diabetes di PUSKESMAS MANDURO bisa maksimal, sistem pakar memberikan informasi saran diet yang tepat, memberikan informasi jadwal diet bagi penderita atau pasien serta memberikan kemudahan kepada pengguna atau pasien untuk konsultasi.

6. Saran

Pada laporan penelitian ini banyak terdapat keterbatasan, sehingga untuk lebih mengembangkan hasil pengerjaan pengembangan sistem pakar program diet berdasarkan BMI (*body mass index*) dan BMR (*basal metabolic rate*), peneliti memberikan saran yang dapat digunakan sebagai landasan pengerjaan sistem yang penulis buat ini, agar hasil yang didapat menjadi lebih baik.

1. Penambahan diet untuk ibu hamil yang menderita diabetes.
2. Penambahan data-data yang lebih spesifik tentang diet diabetes.
3. Perancangan sistem diterapkan pada aplikasi mobile android.

DAFTAR PUSTAKA

- Novriyanto, Zaid. 2013. Penerapan Algoritma *Backtracking* Berbasis *Blind Search* Untuk Menentukan Penjadwalan Mengajar. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau Pekanbaru. Pekanbaru.
- Perwira, Rizki. 2012. Sistem Untuk Konsultasi Menu Diet Bagi Penderita Diabetes Mellitus Berbasis Aturan. Andi. Universitas Pembangunan Nasional Yogyakarta. Yogyakarta.
- Rochman, Abdul. 2009. Penjadwalan Mata Kuliah Menggunakan Metode *Constraint Programming* Dan *Simulated Annealing*. Universitas Trisakti. Jakarta.
- Soegondo, Sidartawan. 2006. Konsensus Pengelolaan Dan Pencegahan Diabetes Tipe 2 Di Indonesia. Perkeni. Jakarta
- Suyanto, Asep. 2009. *Jurus Step By Step WEB Design Theory And Practices*. Andi. Yogyakarta.
- Soewondo, Pradana. 2011. . Konsensus Pengelolaan Dan Pencegahan Diabetes Tipe 2 Di Indonesia. Perkeni. Jakarta
- Untoro, Wisnu. 2009. Penerapan Metode Forward Chaining Pada Penjadwalan Mata Kuliah. Universitas Kanjuruhan Malang. Malang.