

APLIKASI INFORMATIKA MEDIS UNTUK PENATALAKSANAAN DIABETES MELITUS SECARA TERPADU

Sri Kusumadewi

Pusat Studi Informatika Medis, Jurusan Teknik Informatika, Universitas Islam Indonesia

Jl. Kaliurang Km. 14 Yogyakarta 55501

Telp. (0274) 895287 ext. 122, Faks. (0274) 895007ext. 148

E-mail: cicie@fti.uui.ac.id

ABSTRAK

Prevalensi Diabetes Melitus (DM) di Indonesia menunjukkan angka yang sangat mencengangkan. Tingginya angka ini menyebabkan dipandang perlunya tindakan antisipasi dan penatalaksanaan yang tepat bagi penyandang DM. Pada penelitian ini, dibangun sebuah model sistem yang akan memanfaatkan beberapa teknik dalam informatika medis untuk penatalaksanaan DM secara terpadu. Beberapa fitur diberikan dalam sistem ini, seperti: penentu tingkat resiko DM, diagnosis DM, diagnosis komplikasi DM, penentu menu harian, penentu latihan jasmani, dan penentu farmakoterapi. Pemrograman berbasis web, pemrograman desktop, pemrograman pocket PC, dan pemrograman berbasis SMS digunakan untuk keperluan tersebut. Sistem ini dirancang untuk dapat digunakan oleh berbagai pihak dengan perbedaan hak akses, seperti: penyandang DM, dokter, perawat, ahli gizi, administrator, masyarakat umum, dan laboran. Sistem yang dibangun dengan basisdata yang terpusat ini memungkinkan para pengguna untuk berbagi data meskipun beberapa aplikasi dibangun dengan platform yang berbeda. Melalui sistem ini, pelayanan kesehatan dapat dilakukan meskipun terhalang oleh jarak dan waktu. Konsep telemedicine diterapkan dalam sistem ini

Kata Kunci: penatalaksanaan, diabetes melitus, terapi, basis pengetahuan

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Diabetes Melitus (DM) sering juga dikenal dengan nama kencing manis atau penyakit gula. DM memang tidak dapat didefinisikan secara tepat, DM lebih merupakan kumpulan gejala yang timbul pada diri seseorang yang disebabkan oleh adanya peningkatan glukosa darah akibat kekurangan insulin baik absolut maupun relatif (Suyono, 2005). Di Indonesia, jumlah penyandang DM semakin tahun semakin menunjukkan peningkatan yang sangat tinggi. Pada tahun 2000, jumlah penyandang di Indonesia sebanyak 8,4 juta jiwa dan diperkirakan akan mencapai angka 21,3 juta jiwa pada tahun 2030 nanti. Hal tersebut mengakibatkan Indonesia berada di peringkat keempat jumlah penyandang DM di dunia setelah Amerika Serikat, India, dan Cina menurut Reputrawati dalam Hans (2008).

Tingginya prevalensi DM di Indonesia, dan perkiraan adanya peningkatan di tahun-tahun mendatang menyebabkan perlunya antisipasi dan tindakan segera dalam penatalaksanaan DM. Penatalaksanaan DM meliputi dua pendekatan, yaitu pendekatan tanpa obat dan pendekatan dengan obat. Pendekatan tanpa obat dilakukan dengan cara pengaturan pola makanan dan latihan jasmani, sedangkan pendekatan dengan obat dilakukan manakala pendekatan tanpa obat saja kurang efektif (Direktorat Bina Farmasi Komunitas & Klinik, 2005).

Penatalaksanaan DM secara terpadu membutuhkan sinergi dari berbagai pihak mulai dari dokter, penyandang DM, perawat, ahli gizi, laboran

di laboratorium klinik, pemerintah, maupun masyarakat umum. Media komunikasi antar berbagai kalangan menjadi kunci utama penyebaran informasi dari satu pihak ke pihak yang lainnya.

Oleh karena itu, kebutuhan akan teknologi informasi dan komunikasi (ICT) menjadi media utama untuk menjembatani permasalahan tersebut. Di bidang medis, peranan ICT dikemas dalam suatu wadah informatika medis. Shortliffe mendefinisikan: *ilmu informatika medis* adalah ilmu yang menggunakan alat-alat bantu analisis sistem untuk mengembangkan prosedur (algoritma) untuk manajemen, kontrol proses, pembuatan keputusan, dan analisis keilmuan dari pengetahuan medis (Shortliffe, 1984).

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka pada penelitian ini akan dikembangkan sebuah sistem berbasis ICT untuk penatalaksanaan DM secara terpadu.

1.2 Kontribusi

Sistem penatalaksanaan DM terpadu ini dapat memberikan manfaat bagi berbagai pihak.

- Layanan kesehatan (khususnya yang terkait dengan DM) dapat dilakukan tanpa terbatas pada jarak dan waktu (*telemedicine*)
- Masyarakat umum dapat menentukan tingkat resiko DM secara akurat melalui web atau pocket PC.
- Dokter akan lebih terbantu dalam mendiagnosis DM dan komplikasinya, karena sistem tersebut disertai dengan fitur dukungan keputusan untuk diagnosis DM dan komplikasinya.

- d. Ahli gizi akan lebih terbantu dalam menentukan menu harian dan latihan jasmani bagi penyandang DM.
- e. Para penyandang DM lebih terbantu dengan adanya SMS reminder untuk pengingat agenda terapi.

2. MODEL YANG DIBANGUN

Sistem yang dibangun sepenuhnya menggunakan konsep informatika medis. Aplikasi informatika medis terbukti handal dan memberikan kontribusi sebesar-besarnya bagi masyarakat (Jenders, 2008) (Colloc *et al.*, 2001) (Galanter, 2008) (Nguyen, 2008) (Shiffman, 2008) (Hunt, 1998)

Sistem penatalaksanaan DM terpadu terdiri dari beberapa subsistem yang dapat dipandang dari berbagai sudut pandang seperti fungsi, aplikasi model keputusan, pengguna, dan basis pemrograman.

2.1 Subsistem dipandang dari sisi fungsi (kegunaan)

Jika dipandang dari sisi fungsi (kegunaan), terdapat beberapa subsistem yang akan dibangun.

a. Penentuan tingkat resiko DM

Untuk mengantisipasi adanya DM pada diri seseorang, maka sedari dini perlu diketahui seberapa besar tingkat resiko DM yang mungkin terjadi pada diri seseorang. Untuk menentukan besarnya tingkat resiko, diperlukan parameter penunjang berupa faktor-faktor yang mempengaruhi resiko DM. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi tingkat resiko pada DM tipe-2 (Suyono, 2005) (Soegondo, 2005), antara lain.

- Usia
- Obesitas (terutama obesitas sentral);
- Pola makan yang salah, seperti: diet tinggi lemak dan diet rendah karbohidrat;
- Kurang melakukan latihan jasmani;
- Minum obat-obatan yang dapat menaikkan kadar glukosa darah;
- Stress;
- Hipertensi;
- Riwayat DM pada garis keturunan;
- Riwayat abortus berulang, melahirkan bayi cacat atau berat badan bayi lebih dari 4 kg.
- Kolesterol HDL \leq 35 mg/dl dan atau trigliserida \geq 250 mg/dl.

b. Diagnosis DM

Proses diagnosis DM terbagi dalam 2 kategori. Pertama, apabila seseorang mengalami gejala-gejala DM, maka diagnosis DM dapat dilakukan dengan memeriksa kadar glukosa darah. Kedua, apabila tidak ditemukan gejala-gejala DM, maka akan dilakukan pemeriksaan penyaring (Soegondo, 2005)

(PERKENI, 2006). Adapun gejala-gejala khas DM adalah sebagai berikut (PERKENI, 2006).

- Keluhan klasik DM berupa: poliuria, polidipsia, polifagia, dan penurunan berat badan yang tidak dapat dijelaskan sebabnya.
- Keluhan lain dapat berupa: lemah badan, kesemutan, gatal, mata kabur dan disfungsi ereksi pada pria, serta pruritus vulvae pada wanita.

Pemeriksaan penyaring dilakukan kepada orang yang memiliki salah satu faktor resiko DM.

c. Penentuan menu harian bagi penyandang DM.

Setiap penyandang DM diharapkan mendapatkan Terapi Gizi Medis (TGM) sesuai dengan kebutuhannya. Perlu adanya kebutuhan yang nutrisi seimbang dengan komposisi: karbohidrat 60% - 70%, protein 10% - 15%, dan lemak 20% - 25% (Waspadji, 2005a). Tujuan utama dari terapi gizi ini adalah untuk membantu penyandang DM dalam memperbaiki kebiasaan gizi dalam rangka mendapatkan kontrol metabolik yang lebih baik (Sukardji, 2005).

d. Penentuan jenis latihan jasmani bagi penyandang DM

Penyandang DM harus memiliki pola latihan jasmani yang terstruktur agar proses terapi dapat berjalan secara efektif. Pada prinsipnya, dalam melakukan latihan jasmani, perlu dipertimbangkan frekuensi, intensitas, durasi dan jenis terapi (Ilyas, 2005)

e. Diagnosis komplikasi DM

Komplikasi akut seperti hipoglikemika dan ketoasidosis merupakan keadaan gawat darurat yang sering kali terjadi pada perjalanan penyakit penyandang DM (Boedisantoso *et al.*, 2005). Oleh karena itu, pengenalan tanda-tandanya perlu dikaukan dari dini. Kadar glukosa yang tetap tinggi, juga akan menjadi penyulit pada berbagai organ tubuh pada penyandang DM, seperti: pembuluh darah otak, mata, jantung, ginjal, kaki; stroke; jntung koroner; kebutaan; ginjal kronik; dan luka yang sulit untuk disembuhkan (Waspadji, 2005b)

f. Manajemen farmakologis untuk terapi.

Terapi bagi penyandang DM juga dapat dilakukan melalui terapi obat (farmakoterapi). Manajemen farmakologis DM dapat meliputi obat hipoglikemik oral yang dapat berupa pemicu sekresi insulin atau penambah sensitivitas terhadap insulin, dan terapi insulin (Waspadji, 2005a).

2.2 Subsistem dipandang dari sisi model keputusan

Jika dipandang dari sisi model keputusan, terdapat beberapa subsistem yang akan dibangun.

a. Sistem inferensi fuzzy (*fuzzy inference systems* atau FIS)

Sistem inferensi fuzzy merupakan suatu sistem yang menggunakan sekumpulan IF-THEN rule dengan pendekatan himpunan fuzzy dalam melakukan proses penalaran. Selama ini telah dikenal beberapa metode dalam FIS, seperti metode Tsukamoto, metode Mamdani, dan metode TSK (Takagi-Sugeno-Kang). Pada Metode Tsukamoto, setiap konsekuensi pada aturan yang berbentuk IF-Then harus direpresentasikan dengan suatu himpunan fuzzy dengan fungsi keanggotaan yang monoton. Output hasil inferensi dari tiap-tiap aturan diberikan secara tegas berdasarkan α -predikat (*fire strength*). Hasil akhirnya diperoleh dengan menggunakan rata-rata terbobot (Kusumadewi, 2002).

Pada sistem yang akan dibangun, mendapatkan tingkat resiko DM diperlukan suatu mekanisme inferensi dengan mempertimbangkan faktor-faktor tersebut. Pada model yang diusulkan, digunakan pendekatan basis aturan. *Fuzzy Inference System* digunakan untuk kepentingan tersebut. Beberapa contoh IF-THEN rule yang dapat diberikan adalah

R1: IF Usia Tua dan Obesitas dan Pola makan salah dan Kurang melakukan latihan jasmani dan Minum obat-obatan yang dapat menaikkan kadar glukosa darah dan Seang stress THEN Resiko DM Tinggi.

R2: IF Usia Tua dan Hipertensi dan Ada riwayat DM pada garis keturunan dan Obesitas dan Stress THEN Resiko Tinggi

b. Pohon keputusan

Pohon keputusan merupakan pohon terstruktur yang berisi sekumpulan atribut yang diuji secara berurutan untuk memprediksi output (Moore, 2008). Pohon keputusan merupakan representasi dukungan keputusan yang diberikan secara grafis. Permasalahan yang didekati dengan menggunakan pohon keputusan umumnya bersifat saling bebas antara satu kejadian dengan kejadian yang lainnya (Kusumadewi, *et al*, 2009). Salah satu kegunaan pohon keputusan adalah untuk merepresentasikan aturan-aturan pengklasifikasian (*classification rules*).

Pada sistem yang akan dibangun, pohon keputusan digunakan untuk dua subsistem, yaitu diagnosis DM dan diagnosis komplikasi DM untuk merepresentasikan pengetahuan. Model pohon keputusan yang diusulkan mengacu pada pola langkah-langkah diagnosis DM dan komplikasi DM yang telah ditetapkan oleh PERKENI.

c. Penalaran berbasis kasus.

Model sistem yang akan dibangun menggunakan pendekatan penalaran berbasis kasus untuk menentukan jenis obat yang akan dikonsumsi beserta dosisnya. *Case-Based Reasoning* (CBR) merupakan model penalaran untuk menyelesaikan masalah dengan menggunakan konsep analogi. Kapabilitas CBR di bidang medis mencakup diagnosis, prognosis, terapi, dan tindak lanjut pada pasien (Colloc *et al.*, 2001). Pada dasarnya, CBR akan membandingkan suatu kasus baru dengan kasus-kasus lain yang sudah tersimpan sebelumnya. Untuk menghitung tingkat kemiripan digunakan rumus:

$$T_i = \frac{\sum_{k=1}^m (w_k f_k)}{N} \quad (1)$$

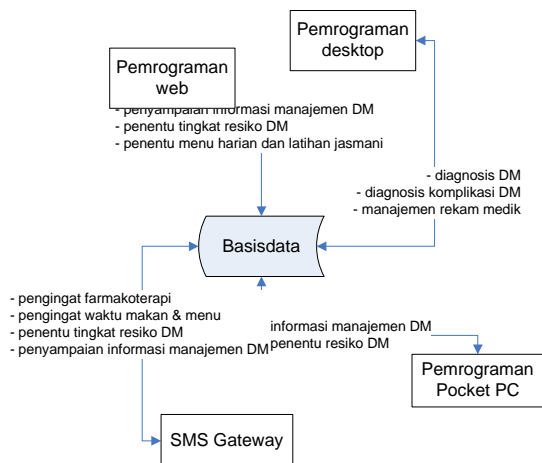
dengan:

- T_i = nilai kesamaan dengan kasus ke-i.
- w_k = bobot atribut ke-k.
- f_k = banyaknya kesamaan antara data yang akan dievaluasi dengan elemen pada objek ke-k.
- m = banyaknya objek.
- N = banyaknya elemen pada kasus ke-i.

Pada sistem ini, pendekatan CBR digunakan untuk penentuan menu harian, jenis latihan jasmani, dan manajemen farmakologis bagi penyandang DM Untuk menentukan menu harian dan jenis latihan jasmani dapat mempertimbangkan faktor usia, status gizi, aktivitas harian, tujuan diet dan pemulihan penyakit akan dijadikan sebagai objek dari setiap kasus. Untuk memodelkan manajemen farmakologis dapat dipertimbangkan faktor usia, disfungsi organ, atau pemakaian obat-obatan lainnya yang akan dijadikan sebagai objek dari setiap kasus. Pada pemodelan latihan jasmani dapat dipertimbangkan faktor usia, disfungsi organ, dan status gizi yang akan dijadikan sebagai objek dari setiap kasus untuk menentukan jenis, durasi, frekuensi dan intensitas latihan jasmani.

2.3 Subsistem dipandang dari basis pemrograman

Sistem penatalaksanaan DM terpadu dibangun dalam beberapa basis pemrograman. Alasan utama penggunaan beberapa basis pemrograman adalah untuk kemudahan akses data dan informasi serta pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi yang sudah sangat berkembang. Meskipun beberapa aplikasi dibangun dalam berbagai basis pemrograman, namun basisdata untuk semua aplikasi terpusat dalam satu basisdata saja. Gambar 1 menunjukkan keterhubungan antar aplikasi dalam satu basisdata terpusat.



Gambar 1. Subsistem dipandang dari sisi basis pemrograman

a. Aplikasi berbasis web

Basis web ditujukan untuk aplikasi yang membutuhkan akses via internet, dan dimungkinkan untuk dilakukan akuisisi data dalam frekuensi yang relatif tinggi, serta digunakan oleh beberapa pengguna sekaligus. Metode pendukung pengambilan keputusan yang digunakan juga tidak membutuhkan komputasi yang terlalu rumit yang dimungkinkan akan membutuhkan waktu proses yang lama. Aplikasi yang dibangun dengan berbasis web antara lain.

- Penentuan tingkat resiko DM
- Penentuan menu harian bagi penyandang DM.
- Penentuan jenis latihan jasmani bagi penyandang DM.

b. Aplikasi desktop

Aplikasi yang dibangun berbasis desktop digunakan untuk entry data rekam medis dan aktivitas diagnosis, baik diagnosis DM maupun diagnosis terhadap penyakit yang dimungkinkan sebagai penyulit. Aplikasi *desktop* ini dipilih dikarenakan pada aktivitas rekam medis dibutuhkan akses data yang relatif cepat dan relatif aman. Sedangkan pada aktivitas diagnosis dibutuhkan algoritma komputasi yang relatif kompleks, sehingga dibutuhkan kecepatan akses yang relatif lebih cepat pula.

c. Aplikasi berbasis *pocket PC* (PPC)

Aplikasi berbasis *pocket PC* (PPC) merupakan program yang dibuat dan diinstalasi di PPC pengguna. Aplikasi yang dibangun berbasis PPC bertujuan untuk memberikan kemudahan akses terutama bagi pengguna yang memiliki mobilitas tinggi. Aplikasi yang dibangun diharapkan bukan merupakan aplikasi yang harus senantiasa di-update. Beberapa aplikasi PPC seperti aplikasi penentuan tingkat resiko DM. Beberapa informasi terkait dengan manajemen DM juga dapat disertakan pada aplikasi ini, seperti: penentuan kalori harian bagi

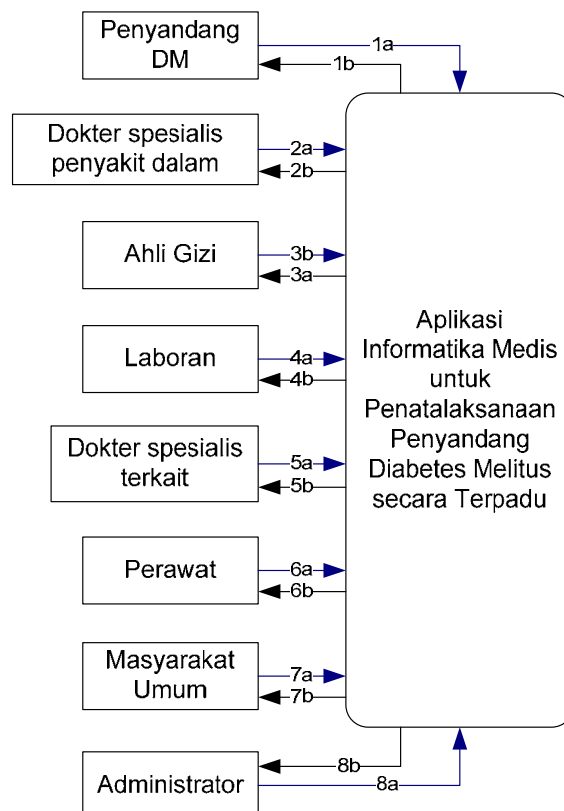
penyandang DM, jenis latihan jasmani, beberapa menu harian yang dapat dikonsumsi, dll.

d. Aplikasi berbasis Short Message Service (SMS)

Ada dua jenis layanan berbasis SMS (SMS gateway) yang akan digunakan, yaitu SMS request dan SMS reminder. Pada SMS request, pengguna akan memberikan data input yang dikirim melalui SMS, kemudian sistem akan memberikan balasan berupa informasi yang diperoleh berdasarkan data yang diberikan. Sedangkan pada SMS reminder, pengguna akan mendapatkan kiriman SMS pada saat-saat tertentu yang akan menginformasikan aktivitas tertentu pula. Sistem berbasis SMS digunakan untuk aplikasi yang tidak terlalu banyak membutuhkan data input dan juga tidak memberikan informasi dalam kalimat yang terlalu panjang. Aplikasi yang menggunakan basis SMS seperti aplikasi penentuan tingkat resiko DM (SMS request), SMS reminder untuk terapi farmakologis, dan SMS reminder sebagai pengingat jadwal makan. Aplikasi tambahan lain yang juga berbasis SMS seperti informasi hasil uji darah di laboratorium klinik (SMS request).

2.4 Subsistem dipandang dari sisi pengguna

Sistem ini diperuntukkan bagi beberapa jenis pengguna. Masing-masing memiliki hak akses yang berbeda. Ada delapan jenis pengguna yang dapat menggunakan sistem ini, yaitu (Gambar 2).



Gambar 2. Subsistem dipandang dari sisi pengguna.

a. Penyandang DM

Penyandang DM adalah orang yang sudah positif terdiagnosis menderita DM. Ada beberapa masukan yang dibutuhkan berasal dari penyandang DM, antara lain: nama, usia, jenis kelamin, faktor-faktor resiko DM, dll (1a). Penyandang DM dapat menerima informasi apapun tentang pengelolaan DM dengan berbagai cara dan berbagai teknologi (1b).

b. Dokter spesialis penyakit dalam

Dokter spesialis penyakit dalam merupakan orang ahli yang dibutuhkan dalam membangun basis pengetahuan. Ada beberapa masukan yang dibutuhkan berasal dari dokter spesialis penyakit dalam, antara lain: faktor-faktor yang mempengaruhi resiko DM, dan beberapa kasus yang pernah dialami dalam menentukan jenis terapi dan latihan jasmani penyandang DM (2a). Dokter spesialis penyakit dalam dapat menerima informasi terkait dengan basis pengetahuan dan data penyandang DM yang menjadi pasiennya yang sudah tersimpan pada sistem (2b).

c. Ahli gizi

Ahli gizi merupakan orang ahli yang dibutuhkan dalam membangun basis pengetahuan khususnya dalam penentuan menu harian dengan gizi seimbang. Ada beberapa masukan yang dibutuhkan berasal dari ahli gizi, antara lain: beberapa kasus yang pernah dialami dalam menentukan menu harian dengan gizi seimbang yang dibutuhkan bagi penyandang DM (3a). Ahli gizi dapat menerima informasi terkait dengan basis pengetahuan tentang manajemen diet penyandang DM beserta data penyandang DM yang menjadi asuhannya yang sudah tersimpan pada sistem (3b).

d. Laboran

Laboran adalah petugas yang bekerja di laboratorium klinik dan bertugas mengambil sampel darah sekaligus menganalisis sampel darah pengguna. Ada beberapa masukan yang dibutuhkan berasal dari laboran, antara lain: gula darah sewaktu, gula darah puasa, dan gula darah 2 jam pasca puasa (4a). Laboran dapat menerima informasi terkait dengan hasil uji gula darah yang pernah dilakukan (4b).

e. Dokter spesialis terkait dengan penyakit yang menjadi komplikasi

Dokter spesialis terkait dengan penyakit komplikasi merupakan dokter ahli yang dibutuhkan dalam membangun basis pengetahuan yang berhubungan dengan penyulit DM. Ada beberapa masukan yang dibutuhkan berasal dari dokter spesialis ini, antara lain: faktor-faktor yang mempengaruhi resiko komplikasi, dan beberapa

kasus yang pernah dialami dalam mendiagnosis adanya komplikasi bagi penyandang DM (5a). Dokter spesialis ini dapat menerima informasi terkait dengan basis pengetahuan dan data penyandang DM yang menjadi pasiennya yang sudah tersimpan pada sistem (5b).

f. Perawat

Perawat adalah orang yang bertugas merawat pasien di rumah sakit. Perawat memberikan data masukan berupa kondisi terkini dari pasien yang dirawatnya (6a). Perawat dapat menerima informasi terkait dengan intervensi yang perlu dilakukan terhadap penyandang DM (6b).

g. Masyarakat umum

Masyarakat umum adalah siapa saja yang ingin memanfaatkan sistem ini tanpa melalui proses login. Masyarakat umum hanya dapat mengakses aplikasi berbasis web. Masyarakat umum dapat melakukan penghitungan resiko DM dengan memberikan faktor-faktor resiko DM (7a) serta akan menerima beberapa informasi terkait DM secara umum dari sistem tersebut (7b).

h. Administrator

Administrator adalah seseorang yang bertugas melakukan manajemen sistem. Administrator berhak memberikan otentikasi terhadap anggota baru dan segala sesuatu yang berhubungan dengan pengaturan sistem secara teknis (8a, 8b).

3. PENELITIAN SELANJUTNYA

Sampai saat ini, proses penelitian baru dalam tahap penyelesaian untuk dua subsistem, yaitu SMS *reminder* untuk farmakoterapi dan subsistem penentuan menu makan harian untuk penyandang DM. Subsistem yang lainnya akan segera dibangun dan diharapkan sistem penatalaksanaan DM terpadu ini akan selesai dalam satu tahun ke depan. Salah satu kendala terbesar dalam penyelesaian sistem ini adalah minimnya basis pengetahuan (basis aturan dan basis kasus) yang ada. Oleh karena itu, sebagian besar waktu akan digunakan untuk menggali pengetahuan baik dari para pakar (dokter spesialis) maupun analisis dari literatur-literatur yang ada.

4. KESIMPULAN

Teknologi informasi dan komunikasi memberikan manfaat yang luar biasa di bidang informatika medis. Aplikasi informatika medis untuk penatalaksanaan DM secara terpadu memaksimalkan unsur-unsur ICT seperti pemrograman web, pemrograman *desktop*, SMS gateway dan pemrograman dengan pocket PC. Sistem yang dibangun dengan basisdata yang terpusat ini memungkinkan para pengguna untuk berbagi data meskipun beberapa aplikasi dibangun dengan *platform* yang berbeda. Melalui sistem ini,

pelayanan kesehatan dapat dilakukan meskipun terhalang oleh jarak dan waktu. Konsep telemedicine diterapkan dalam sistem ini.

PUSTAKA

- Andrew W Moore. (2008). *Decision Trees*. Diakses pada 01 Desember 2008 dari <http://www.autonlab.org/tutorials/dtree18.pdf>
- Boedisantoso, A; dan Imam Subekti. (2005). "Komplikasi Akut Diabetes Melitus" dalam *Penatalaksanaan Diabetes Melitus Terpadu*. Jakarta: Pusat Diabetes dan Lipid RSUP Nasional Dr. Cipto Mangunkusumo, Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.
- Colloc, J., dan Bouzidi, L. (2001). "A Case Based Reasoning Decision Support System for use in Medicine". *IS and the Transformation of Health Care*, Vol. II, No. 1. diakses pada 01 Februari 2007 dari <http://www.upgrade-cepis.org/issues/2001/1/up2-1Colloc.pdf>
- Direktorat Bina Farmasi Komunitas & Klinik. (2005). *Pharmaceutical Care untuk Penyakit Diabetes Melitus*. Diakses pada 30 April 2009 dari <http://ebooks.lib.unair.ac.id/files/disk1/22/adln--departemen-1096-1-12034264-m.pdf>
- Galanter, William L, Robert J. DiDomenico; dan Audrius Polikaitis. (2008). "Preventing Exacerbation of an ADE with Automated Decision Support". *Journal of Healthcare Information Management — Vol. 16, No. 4*. Diakses pada 12 Desember 2008 dari www.uic.edu/com_dom_gim_facpages/Galanter_JHIM.pdf
- Hans. (2008). *Jumlah Penderita Diabetes Melitus di Indonesia Meningkat*. Diakses pada 03 Mei 2009 dari http://www.nttonlinenews.com/nt/index.php?view=article&id=1105%3Ajumlah-penderita-diabetes-melitus-di-indonesia-meningkat&option=com_content&Itemid=70
- Hunt, Dereck L; R. Brian Haynes; Steven E. Hanna; dan Kristina Smith. (1998). "Effects of Computer-Based Clinical Decision Support Systems on Physician Performance and Patient Outcomes". *JAMA*, October 21, 1998—Vol 280, No. 15. Diakses pada 12 Desember 2008 dari [www.psg-mac43.ucsf.edu ... courses_2_2003_03_04_lecture_readings_Computer20Base_d20Clinical20Decision.pdf](http://www.psg-mac43.ucsf.edu...courses_2_2003_03_04_lecture_readings_Computer20Base_d20Clinical20Decision.pdf)
- Ilyas, Ermita I. (2005). "Latihan Jasmani bagi Penyandang Diabetes Melitus" dalam *Penatalaksanaan Diabetes Melitus Terpadu*. Jakarta: Pusat Diabetes dan Lipid RSUP Nasional Dr. Cipto Mangunkusumo, Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.
- Jenders, RA; Hao Huang; George Hripcsak, MD; dan Paul D. Clayton. (2008). *Evolution of a Knowledge Base for a Clinical Decision Support System Encoded in the Arden Syntax*. Diakses pada 10 Desember 2008 dari www.amia.org_pubs_symposia_D004910.PDF
- Kusumadewi Sri, et al. (2009). *Informatika Kesehatan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Kusumadewi Sri. (2002). *Artificial Intelligence: Teknik & Aplikasinya*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Nguyen Hoang Phuong dan Vladik Kreinovich. (2008). *Fuzzy logic and its applications in medicine*. Diakses pada 12 Desember 2008 dari www.cs.utep.edu/vladik/2000/tr00-36.pdf
- PERKENI. (2006). *Konsensus Pengelolaan dan Pencegahan Diabetes Melitus Tipe 2 di Indonesia*. Perkumpulan Endokrinologi Indonesia. Diakses pada 20 April 2009 dari http://www.perkeni.net/index.php?page=jurnal_tinjauan_protokol
- Shiffman Richard N, George Michel, Abdelwaheb Essaihi, dan Theodore W. Marcy. (2008). *Using a Guideline-Centered Approach for the Design of a Clinical Decision Support System*. Diakses pada 12 Desember 2008 dari www.gem.med.yale.edu/Publications_Guideline_CenteredCDSS.pdf
- Soegondo, Sidartawan. (2005). "Diagnosis dan Klasifikasi Diabetes Melitus Terkini" dalam *Penatalaksanaan Diabetes Melitus Terpadu*. Jakarta: Pusat Diabetes dan Lipid RSUP Nasional Dr. Cipto Mangunkusumo, Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.
- Sukardji, Kartini. (2005). "Penatalaksanaan Gizi pada Diabetes Melitus" dalam *Penatalaksanaan Diabetes Melitus Terpadu*. Jakarta: Pusat Diabetes dan Lipid RSUP Nasional Dr. Cipto Mangunkusumo, Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.
- Suyono, Slamet. (2005). "Patofisiologi Diabetes Melitus" dalam *Penatalaksanaan Diabetes Melitus Terpadu*. Jakarta: Pusat Diabetes dan Lipid RSUP Nasional Dr. Cipto Mangunkusumo, Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.
- Waspadji, Sarwono. (2005a). "Diabetes Melitus: Mekanisme Dasar dan Pengelolaannya yang Rasional" dalam *Penatalaksanaan Diabetes Melitus Terpadu*. Jakarta: Pusat Diabetes dan Lipid RSUP Nasional Dr. Cipto Mangunkusumo, Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.
- Waspadji, Sarwono. (2005b). "Diabetes Melitus, Penyulit Kronik dan Pencegahannya" dalam *Penatalaksanaan Diabetes Melitus Terpadu*. Jakarta: Pusat Diabetes dan Lipid RSUP Nasional Dr. Cipto Mangunkusumo, Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.