

PENGGUNAAN PENALARAN BERBASIS KASUS UNTUK MEMBANGUN BASIS PENGETAHUAN DALAM SISTEM DIAGNOSIS PENYAKIT

Kusrini¹⁾, Sri Hartati²⁾

STMIK AMIKOM Yogyakarta ¹⁾, Jur Fisika Fakultas MIPA UGM²⁾

Jl. Ringroad Utara Condong Catur Sleman Yogyakarta ¹⁾, Jl. Bulaksumur²⁾

E-mail : kusrini@amikom.ac.id¹⁾

Abstrak

Sudah banyak system dikembangkan untuk melakukan diagnosis penyakit dengan berbasiskan system pakar. Kesulitan dalam proses pembangunan sistem pakar adalah merepresentasikan pengetahuan pakar dalam bentuk yang sistematis sehingga mudah digunakan dalam penalaran sistem.

Dalam makalah ini, kami mengusulkan pembentukan pengetahuan dengan menggunakan penalaran berbasiskan kasus. Pengetahuan yang di bentuk tidak diperoleh secara langsung dari pakar, tetapi diperoleh dari kasus diagnosis terdahulu yang biasanya disimpan dalam rekam medis.

Kata kunci, penalaran berbasis kasus, diagnosis penyakit

1. Pendahuluan

1.A. Latar Belakang Masalah

Sudah banyak sistem dikembangkan untuk melakukan diagnosis penyakit dengan berbasiskan sistem pakar. Salah satu kesulitan dalam proses pembangunan sistem pakar adalah merepresentasikan pengetahuan pakar dalam bentuk yang sistematis sehingga mudah digunakan dalam penalaran sistem.

Dalam makalah ini, kami mengusulkan pembentukan pengetahuan dengan menggunakan penalaran berbasiskan kasus (*case based reasoning*). Pengetahuan yang di bentuk tidak diperoleh secara langsung dari pakar, tetapi diperoleh dari kasus diagnosis terdahulu yang biasanya disimpan dalam rekam medis.

1.B. Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas dalam makalah ini adalah bagaimana cara membentuk pengetahuan yang bisa digunakan dalam aplikasi sistem pakar dengan menggunakan metode *case based reasoning*

1.C. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini penyakit yang dibahas adalah penyakit *Tuberculosis* (TBC) pada anak. Data kasus yang diambil berasal dari data-data rekam medis pasien. Teknik representasi kasus yang digunakan adalah dengan menggunakan induksi dimana algoritma yang dipakai adalah algoritma pembentukan decision tree C4.5.

Metode yang dibahas dalam penelitian ini diterapkan untuk metode representasi pengetahuan dengan menggunakan kaidah produksi.

1.D. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan alternatif bagi pembangun aplikasi sistem pakar dalam melakukan akuisisi pengetahuan.

Selain itu diharapkan pengetahuan yang dimasukkan kedalam sistem adalah pengetahuan yang benar, karena didasarkan pada pengalaman yaitu kasus terdahulu.

2. Dasar Teori

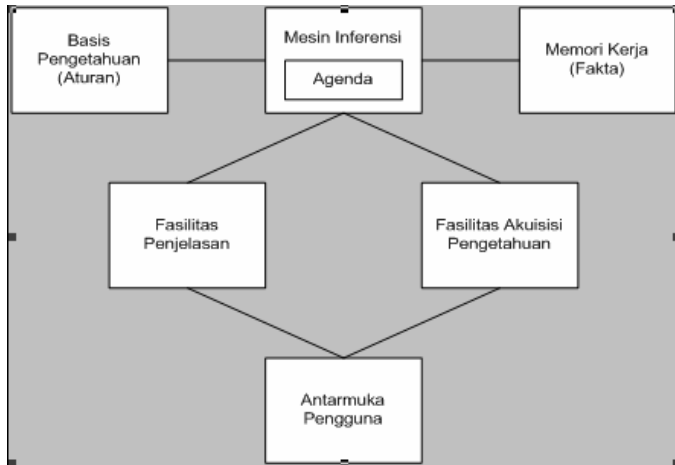
2.A. Sistem Pakar

Sistem pakar yaitu sistem berbasis komputer yang menggunakan pengetahuan, fakta dan teknik penalaran dalam memecahkan masalah yang biasanya hanya dapat dipecahkan oleh seorang pakar dalam bidang tersebut[6]

Sistem pakar memiliki beberapa komponen utama yaitu: antar muka pengguna (*user interface*), basis data sistem pakar (*expert system database*), fasilitas akuisisi pengetahuan (*knowledge acquisition facility*) dan mekanisme inferensi (*inference mechanism*). Selain itu ada satu komponen yang ada pada beberapa sistem pakar yaitu fasilitas penjelasan (*explanation facility*)[5]. Arsitektur dasar dari sistem pakar dapat dilihat pada Gambar 1.

Antar muka pengguna adalah perangkat lunak yang menyediakan media komunikasi antara pengguna dengan sistem. Basis data sistem pakar berisi pengetahuan setingkat pakar pada subyek tertentu. Pengetahuan ini bisa berasal dari pakar, jurnal, majalah, dan sumber pengetahuan lainnya. Fasilitas akuisisi pengetahuan merupakan perangkat lunak yang menyediakan fasilitas dialog antara pakar dengan

sistem. Fasilitas akuisisi ini digunakan untuk memasukkan fakta-fakta dan kaidah-kaidah sesuai dengan perkembangan ilmu. Mekanisme inferensi merupakan perangkat lunak yang melakukan penalaran dengan menggunakan pengetahuan yang ada untuk menghasilkan suatu kesimpulan atau hasil akhir. Fasilitas penjelasan berguna dalam memberikan penjelasan kepada pengguna mengapa komputer meminta suatu informasi tertentu dari pengguna dan dasar apa yang digunakan komputer sehingga dapat menyimpulkan suatu kondisi.



Gambar 1 Arsitektur Sistem Pakar

Agar pengetahuan dapat digunakan dalam sistem, pengetahuan harus di representasikan dalam format tertentu yang kemudian dihimpun dalam suatu basis pengetahuan.

Pengetahuan dapat direpresentasikan dalam bentuk yang sederhana atau kompleks tergantung dari masalahnya. Beberapa model representasi pengetahuan yang penting, yaitu: jaringan semantik (*semantic nets*), bingkai (*frame*), kaidah produksi (*production rule*), logika predikat (*predicate logic*).

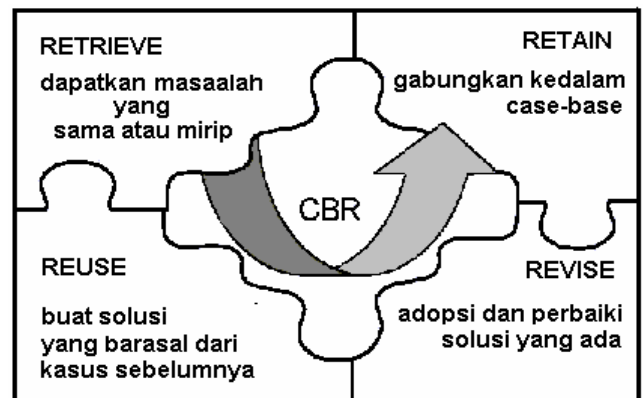
2.B. Case Based Reasoning

Case-based reasoning (CBR) adalah teknik penyelesaian masalah berdasarkan *knowledge* pengalaman yang lalu [2]. Aamodt dan Plaza (1994) menggambarkan tipe CBR sebagai suatu proses melingkar yang terdiri dari the *four Res*[1]:

1. Retrieve. Mendapatkan kasus-kasus yang mirip dibandingkan dengan kumpulan kasus-kasus dimasa lalu. Dimulai dengan tahapan mengenali masalah dan berakhir ketika kasus yang ingin dicari solusinya telah ditemukan serupa dengan kasus yang telah ada. Tahapan yang ada pada retrieve ini antara lain :
 - a. Identifikasi Masalah
 - b. Memulai Pencocokan

- c. Menyeleksi
2. Reuse. Menggunakan kembali kasus-kasus yang ada dan dicoba untuk menyelesaikan suatu masalah sekarang. Reuse suatu kasus dalam konteks kasus baru terfokus pada dua aspek yaitu : perbedaan antara kasus yang ada dengan kasus yang baru dan bagian mana dari retrieve case yang dapat digunakan pada kasus yang baru. Ada dua cara yang digunakan untuk me-reuse kasus yang telah ada yaitu : reuse solusi dari kasus yang telah ada (*transformatial reuse*) atau reuse metode kasus yang ada untuk membuat solusi (*derivational reuse*)
3. Revise. Merubah dan mengadopsi solusi yang ditawarkan jika perlu. terdapat dua tugas utama dari tahapan ini yaitu :
 - a. Evaluasi Solusi. Evaluasi solusi adalah bagaimana hasil yang didapatkan setelah membandingkan solusi dengan keadaan yang sebenarnya. Hal ini biasanya tahapan diluar dari sistim CBR. Pada tahap evaluasi ini sering memerlukan waktu yang panjang tergantung dari aplikasi apa yang sedang dikembangkan.
 - b. Memperbaiki Kesalahan
Perbaikan suatu kasus meliputi pengenalan kesalahan dari solusi yang dibuat dan mengambil atau membuat penjelasan tentang kesalahan tersebut.
4. Retain. Tetap memakai solusi yang terakhir sebagai bagian dari kasus baru. Pada tahap ini terjadi suatu proses penggabungan dari solusi kasus yang baru yang benar ke knowledge yang telah ada. Terdapat tiga tahapan antara lain : extract, index dan integrate.

Skema *case based reasoning* ditunjukkan oleh gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Skhema proses CBR

Sebuah kasus yang ditemukan dicocokkan dengan kasus yang ada pada *case based* dan selanjutnya satu atau beberapa kasus yang mirip kemudian diambil. Pemecahan masalah yang berasal dari kasus yang serupa kemudian digunakan kembali dan diuji kebenarannya. Jika pemecahan

masalah yang digunakan hampir benar maka diperlukan perbaikan yang kemudian selanjutnya akan menghasilkan suatu kasus baru yang akan disimpan kedalam *case based*

2.C. Algoritma C4.5

Pohon Keputusan (Decision Tree) merupakan metode klasifikasi dan prediksi yang sangat kuat dan terkenal. Metode pohon keputusan mengubah fakta yang sangat besar menjadi pohon keputusan yang merepresentasikan aturan. Aturan dapat dengan mudah dipahami dengan bahasa alami. Dan mereka juga dapat diekspresikan dalam bentuk bahasa basis data seperti SQL untuk mencari record pada kategori tertentu.

Pohon Keputusan juga berguna untuk mengeksplorasi data, menemukan hubungan tersembunyi antara sejumlah calon variabel input dengan sebuah variabel target.

Karena pohon keputusan memadukan antara eksplorasi data dan pemodelan, dia sangat bagus sebagai langkah awal dalam proses pemodelan bahkan ketika dijadikan sebagai model akhir dari beberapa teknik lain.

Sering terjadi tawar-menawar antara keakuratan model dengan transparansi model. Dalam beberapa aplikasi, akurasi dari sebuah klasifikasi atau prediksi adalah satu-satunya hal yang ditonjolkan, misalnya sebuah perusahaan direct mail membuat sebuah model yang akurat untuk memprediksi anggota mana yang berpotensi untuk merespon permintaan, tanpa memperhatikan bagaimana atau mengapa model tersebut bekerja.

Dalam situasi lain kemampuan untuk menjelaskan alasan pengambilan keputusan adalah sesuatu yang sangat penting. Misalnya pada perusahaan asuransi, ada larangan resmi untuk mendeskriminasi berdasarkan variabel-variabel tertentu. Perusahaan asuransi dapat mencari sendiri keadaan yang mencerminkan bahwa mereka tidak menggunakan deskriminasi yang ilegal dalam memutuskan seseorang diterima atau ditolak.

Sebuah pohon keputusan adalah sebuah struktur yang dapat digunakan untuk membagi kumpulan data yang besar menjadi himpunan-himpunan record yang lebih kecil dengan menerapkan serangkaian aturan keputusan. Dengan masing-masing rangkaian pembagian, anggota himpunan hasil menjadi mirip satu dengan yang lain [3].

Sebuah model pohon keputusan terdiri dari sekumpulan aturan untuk membagi sejumlah populasi yang heterogen menjadi lebih kecil, lebih homogen dengan memperhatikan pada variabel tujuannya.

Sebuah pohon keputusan mungkin dibangun dengan seksama secara manual, atau dapat tumbuh secara otomatis dengan menerapkan salah satu atau beberapa algoritma pohon keputusan untuk memodelkan himpunan data yang belum terklasifikasi.

Variabel tujuan biasanya dikelompokkan dengan pasti dan model pohon keputusan lebih mengarah pada

perhitungan probabilitas dari masing-masing record terhadap kategori-kategori tersebut, atau untuk mengklasifikasi record dengan mengelompokkannya dalam satu kelas.

Pohon keputusan juga dapat digunakan untuk mengestimasi nilai dari variabel kontinu, meskipun ada beberapa teknik yang lebih sesuai untuk kasus ini.

Banyak algoritma yang dapat dipakai dalam pembentukan pohon keputusan antara lain ID3, CART dan C4.5 [7].

Secara umum algoritma C4.5 untuk membangun pohon keputusan adalah sebagai berikut[7]:

- a. Pilih atribut sebagai root
- b. Buat cabang untuk masing-masing nilai
- c. Bagi kasus dalam cabang
- d. Ulangi proses untuk masing-masing cabang sampai semua kasus pada cabang memiliki kelas yang sama.

2.D. Tuberculosis

Tuberculosis (TBC) merupakan penyakit yang terjadi akibat infeksi *Mycobacterium tuberculosis complex* yaitu kuman *M. tuberculosis*, *M. bovis*, atau *M. africanum*. Penyakit ini diketahui hampir mengenai semua organ tubuh dalam bentuk Tuberculosis Paru dan Tuberculosis Ekstraparu [4].

Pemeriksaan biakan *M.tuberculosis* pada anak sulit dilakukan. Kendalanya adalah sulitnya mendapatkan bahan yang representatif. Pada dewasa untuk mendapatkan sputum cukup mudah, tetapi pada anak sangat sulit. Usaha lain melalui cara bilasan lambung karena anak sering menelan kembali sputumnya.

2.E. Rekam Medis

Yang dimaksud dengan rekam medis adalah berkas yang berisikan catatan dan dokumen tentang identitas pasien, pemeriksaan, pengobatan, tindakan, dan pelayanan lain yang telah diberikan kepada pasien.

3. Metode Penelitian

Langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah:

1. Pengumpulan data
Data yang dikumpulkan adalah data-data rekam medis.
2. Studi Literatur
Dalam tahap ini, peneliti akan mempelajari beberapa literatur terkait dengan algoritma C4.5
3. Analisis
Menganalisis penerapan algoritma C4.5 terkait dengan studi kasus yaitu untuk membentuk pohon keputusan diagnosis penyakit. Dalam analisis ini, akan dicari variabel-variabel yang ada dalam data rekam medis pasien yang mungkin mempengaruhi variabel tujuan yaitu diagnosis penyakit.

4. Perancangan

Pada tahap peancangan, peneliti akan membangun arsitekur sistem, model konseptual sistem, melakukan perancangan basis data dan merancang antar muka pengguna sistem.
5. Implementasi Sistem

Tahap ini merupakan tahap pembangunan aplikasi dengan didasarkan pada hasil perancangan. Implementasi akan dilakukan dengan menggunakan bahasa pemrograman borland Delphi dan DBMS SQL Server 2000.
6. Ujicoba

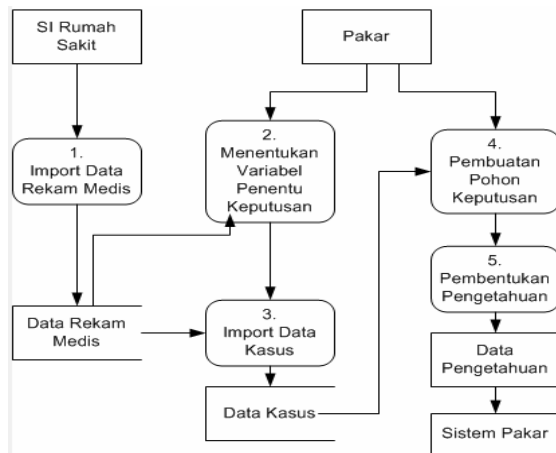
Tahap ini akan memastikan bahwa aplikasi yang dibangun sudah berjalan dengan baik. Ada 3 kesalahan yang coba diminimalisir dalam tahap ini, yaitu kesalahan sintaks, kesalahan run time error dan kesalahan logika. Untuk melakukan pengujian kami menggunakan data rekam medis yang kami bagi menjadi 2 yaitu sebagai bahan pembuat pohon keputusan dan sebagai bahan uji kasus.

4. Hasil dan Analisis

Dalam penlitian yang kami lakukan kami akan membuat tabel-tabel sebagai berikut:

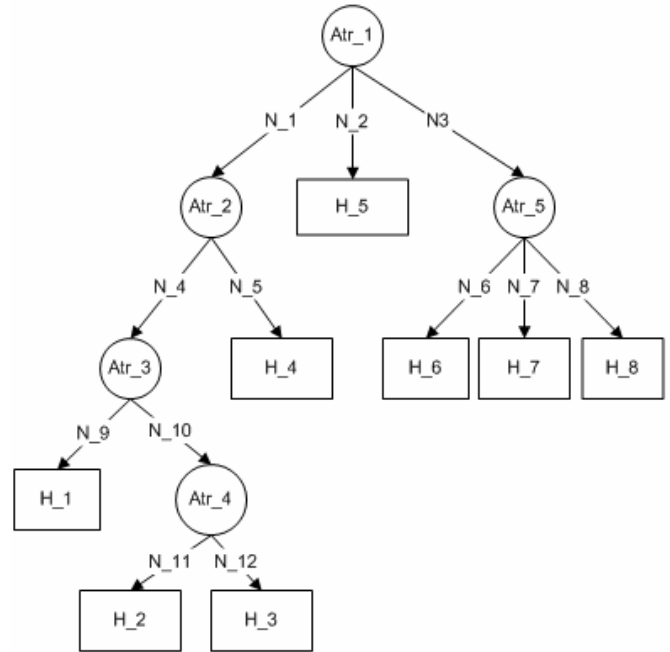
1. Tabel Rekam_Medis, berisi data asli rekam medis pasien
2. Tabel Kasus, berisi data variabel yang dapat mempengaruhi kesimpulan diagnosis dari pasien-pasien yang ada, misalnya Jenis Kelamin, Umur, Daerah_Tinggal, Gejala_1 s/d gejala_n, Hasil_Tes_1 s/d Hasi_Tes_n. Selain itu dalam tabel ini juga memiliki field Hasil_Diagnosis.
3. Tabel Aturan, berisi aturan hasil ekstrak dari pohon keputusan.

Proses akuisisi pengetahuan yang secara biasanya dalam sistem pakar dilakukan oleh sistem pakar, dalam sistem ini akan dilakukan dengan urutan proses ditunjukkan pada gambar 3:



Gambar 3. Data Flow Diagram Level 1

Hasil pembentukan pohon keputusan bisa seperti pohon keputusan yang tampak pada gambar 4.



Gambar 4. Pohon Keputusan

Lambang bulat pada pohon keputusan melambangkan sebagai node akar atau cabang (bukan daun) sedangkan kotak melambangkan node daun.

Jika pengetahuan yang terbentuk beruka kaidah produksi dengan format:

Jika Premis Maka Konklusi

Node-node akar akan menjadi Premis dari aturan sedangkan node daun akan menjadi bagian konklusinya.

Dari gambar pohon keputusan pada gambar 4, dapat dibentuk aturan sebagai berikut:

1. Jika $Atr_1 = N_1$
Dan $Atr_2 = N_4$
Dan $Atr_3 = N_9$
Maka H_1
2. Jika $Atr_1 = N_1$
Dan $Atr_2 = N_4$
Dan $Atr_3 = N_{10}$
Dan $Atr_4 = N_{11}$
Maka H_2
3. Jika $Atr_1 = N_1$
Dan $Atr_2 = N_4$
Dan $Atr_3 = N_{10}$

Dan Atr_4 = N_12
Maka H_2

4. Jika Atr_1 = N_1
Dan Atr_2 = N_5
Maka H_4
5. Jika Atr_1 = N_2
Maka H_5
6. Jika Atr_1 = N_3
Dan Atr_5 = N_6
Maka H_6
7. Jika Atr_1 = N_3
Dan Atr_5 = N_7
Maka H_7
8. Jika Atr_1 = N_3
Dan Atr_5 = N_8
Maka H_8

5. Penutup

Model case based reasoning dapat digunakan sebagai metode akuisisi pengetahuan dalam aplikasi system pakar diagnosis penyakit.

Aturan yang dihasilkan system ini mampu digunakan untuk mendiagnosis penyakit didasarkan pada data-data pasien. Dalam penentuan diagnosis penyakit belum diimplementasikan derajat kepercayaan terhadap hasil diagnosis tersebut.

6. Pustaka

- 1) Aamodt A., Plaza E., 1994, Case-Based Reasoning: Foundational Issues, Methodological Variations, and System Approaches, *AICom - Artificial Intelligence Communications, IOS Press, Vol. 7: 1, pp. 39-59.*
- 2) Armengol, E., Onta, S., dan Plaza, E., *Explaining similarity in CBR Eva Armengol*, Artificial Intelligence Research Institute (IIIA-CSIC). Campus UAB, 08193 Bellaterra, Catalonia
- 3) Berry, Michael J.A., Linoff, Gordon S., 2004, *Data Mining Techniques For Marketing, Sales, and Customer Relationship Management Second Edition*, Wiley Publishing, Inc., Indianapolis, Indiana
- 4) Dahlan, Z., 1997, *Diagnosis dan Penatalaksanaan Tuberkulosis*, Cermin Dunia Kedokteran No. 115
- 5) Giarrantano, J. Dan Riley G., 1994, *Expert System principle and programming*, PWS Publishing Company, Boston.
- 6) Kusriani, 2006, *Sistem Pakar Teori dan Aplikasi*, Penerbit Andi Offset, Yogyakarta.
- 7) Larose, T. D., 2005, *Discovering Knowledge in Data an Introduction to Data Mining*, John Wiley and Sons, Inc.

Biodata

Penulis pertama : Kusriani, M.Kom; S1 dari Program Studi Ilmu Komputer Universitas Gadjah Mada (1997-2002); S2 dari Program Studi Ilmu Komputer Universitas Gadjah Mada (2004-2006); S3 di Program Studi Ilmu Komputer Universitas Gadjah Mada (2007-sekarang).

Publikasi:

1. Question Quantification to Obtain User Certainty Factor in Expert System Application for Disease Diagnosis (The International Conference on Electrical Engineering and Informatics (ICEEI2007, ITB Bandung)
2. Implementation of C4.5 Algorithm to evaluate the Cancellation Possibility of new student Applicants At STMIK AMIKOM Yogyakarta (The International Conference on Electrical Engineering and Informatics (ICEEI2007, ITB Bandung)
3. Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Prestasi Pegawai Nakertrans Sumba Barat di Waikabubak (Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATI) 2007, UII, Yogyakarta)
4. Pembuatan Indeks dan Pencarian Dokumen Text (**Jurnal** Manajemen Informatika Gematika Volume 8 Nomor 1 Desember 2006, ISSN : 1411 – 2094, **Terakreditasi** (SK Dirjen DIKTI Nomor: 23a/DIKTI/Kep/2004))
5. Pengindekan dan Pencarian Dokumen Text (dimuat pada Jurnal Ilmiah DASI Vol 7 No 3 September 2006, ISSN:1411-3201)
6. Kuantifikasi Pertanyaan untuk Mendapatkan Certainty Factor Pengguna pada Aplikasi Sistem Pakar untuk Diagnosis Penyakit (**Proceeding** Seminar Ilmiah Nasional Komputasi dan Sistem Intelejen -KOMMIT Vol 4 Tahun 2006)
7. Pemanfaatan Analytical Hierarchy Process (AHP) sebagai Model Sistem Pendukung Keputusan Seleksi Karyawan (**Prosiding** Seminar Nasional Pascasarjana VI 2006, 1 Agustus 2006, Volume 2, ISBN : 979-545-0270-1)
8. Sistem Pendukung Keputusan Evaluasi Kinerja Karyawan untuk Promosi Jabatan (**Prosiding** KOPWIL IV Volume II No 3 Juli 2006, ISSN: 0216-9681)
9. Penyimpanan Data dengan menggunakan BLOB (**Prosiding** KOPWIL IV Volume II No 3 Juli 2006, ISSN: 0216-9681)
10. Tinjauan Umum mengenai Audit Sistem Informasi (**Prosiding** KOPWIL IV Volume II No 3 Juli 2006, ISSN: 0216-9681)
11. Sistem Pendukung Keputusan untuk Mencari Keuntungan Maksimal pada Perusahaan Tembikar dengan menggunakan Metode Simpleks (**Jurnal** Manajemen Informatika Gematika Volume 7 Nomor 2 Juni 2006, ISSN : 1411 – 2094, **Terakreditasi** (SK Dirjen DIKTI Nomor: 23a/DIKTI/Kep/2004))

12. Aplikasi untuk Menyelesaikan Program Linier dengan Menggunakan Metode Simpleks (**Proceeding** Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATI) 2006, 17 Juni 2006, ISSN: 1907-5022)
13. Algoritma Konversi antara Format Data MARC dengan Basis Data Relasional (dimuat pada Jurnal Teknologi ACADEMIA ISTA, Terakreditasi (No:56/DIKTI/KEP/2005), Vol 10 No. 2 Februari 2006,ISSN:1410-5829)
14. Penggunaan Temporal Terapi Untuk Terapi Penyakit (dimuat pada Proceeding Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATI) 2006, 17 Juni 2006, ISSN: 1907-5022)
15. Perancangan Sistem Pendukung Keputusan untuk Evaluasi Kinerja Dosen di STMIK AMIKOM Yogyakarta (dimuat pada Jurnal Ilmiah DASI Vol 7 No 2 Juni 2006, ISSN:1411-3201)
16. Perbandingan Penggunaan Subset Query dan Query dengan Banyak Join pada Basis Data Relasional (dimuat pada Proceeding SIIT 2005, 28-29 Juli 2005, Seminar Nasional Soft Computing, Intelligent Systems and Information Technology, ISBN: 979-99765-0-2)
17. Penggunaan Certainty Factor dalam Sistem Pakar untuk Melakukan Diagnosis dan memberikan terapi penyakit Epilepsi dan Keluarganya (dimuat pada Proceeding SIIT 2005, 28-29 Juli 2005, Seminar Nasional Soft Computing, Intelligent Systems and Information Technology, ISBN: 979-99765-0-2)
18. Estetika dan Kualitas Perangkat Lunak (dimuat pada Jurnal Ilmiah DASI Vol 6 No 1 September 2005, ISSN:1411-3201)
19. Sistem Informasi Akuntansi Landasan bagi Sistem Informasi Lain (dimuat pada Jurnal Ilmiah DASI Vol. 6. No. 1 Maret 2005, ISSN:1411-3201)
20. Interoperasi MARC dan basis data relasional (dimuat pada Proceedings SNATI Seminar Nasional Teknologi Informasi 2004, 19 Juni 2004, ISBN: 979-31896-1-7)
21. Penyimpanan Data Gambar Pada Basis Data Interbase dengan Bahasa Pemrograman Delphi (**Jurnal Ilmiah DASI** Vol. 5. No. 3 September 2004, ISSN:1411-3201)
22. Optimasi query untuk pencarian data dengan subset query (dimuat pada Jurnal Ilmiah DASI Vol. 5. No. 2 Juni 2004, ISSN:1411-3201)
23. Decision Support System untuk Anggaran Operasional rumah Sakit berbasis Balanced Scorecard (dimuat pada Jurnal Ilmiah DASI Vol 5 No 1 Maret 2004, ISSN:1411-3201)
24. Pembuatan Sistem Pakar untuk mendiagnosis dan memberikan terapi penyakit Epilepsy dan keluarganya dengan menggunakan certainty factor (dimuat pada Jurnal Ilmiah DASI Vol. 4. No. 4 Desember 2003, ISSN:1411-3201)

Buku:

1. Struktur Data dan Pemrograman dengan menggunakan PASCAL (Andi Offset Yogyakarta, 2004)
2. Sistem Pakar, Teori dan Aplikasi (Andi Offset Yogyakarta, 2006)
3. Strategi Perancangan dan Pengelolaan Basis Data (Andi Offset Yogyakarta, 2007)

Penulis Kedua : Sri Hartati Dra (UGM), M.Sc.(Canada)Ph.D (Canada); Dra. (S1, 1986): Electronics and Instrumentation, [Fac. of Mathematics and Natural Sciences](#), Gadjah Mada University (UGM); M.Sc. (S2, 1990): Computer Science, Faculty of Computer Science, University of New Brunswick, Canada. Field: Spatial Processing.; Ph.D. (S3, 1996): Computer Science, [Faculty of Computer Science](#), University of New Brunswick, Canada. Field: Artificial Intelligence.

Publikasi:

1. Murtiyasa, B. Subanar, Wardoyo, R. dan Hartati, S., "An Application of Public Key Cryptosystem by Right Inverse in Digital Signature Scheme", *Indonesia Cryptology and Information Security*, 11-14 March, 2005
2. Hartati, Sri dan Harjoko, Agus, "Perbaikan Kualitas Citra Berbasis Fuzzy Histogram Hyperbolization Untuk Pendeteksian Kelainan Citra Radiograf" ("A Fuzzy Histogram Hyperbolization-Based Image Enhancement for the Detection of Abnormality in Radiograph Image"), *International Conference on Statistics and Mathematics and Its Application in the Development of Science and Technology*, Bandung, October 2004.
3. Harjoko, Agus dan Hartati, Sri, Pengolahan Citra Digital Berbasis Fitur Untuk Pengklasifikasian Buah-Buahan ("A Feature-Based Digital Image Processing for Fruit Classification"), *International Conference on Statistics and Mathematics and Its Application in the Development of Science and Technology*, Bandung, October 2004.
4. Murtiyasa, Budi, Subanar, Wardoyo, Retantyo dan Hartati, Sri, "An Application of Left/Right Inverse in Public Key Cryptosystem", *Proceedings of The International Conference on Statistics and Mathematics and Its Application in the Development of Science and Technology*, Bandung, October 2004.
5. Hartati, S., Harjoko, A., dan Sitanggang, I.S., "Evaluating Land Suitability Using Fuzzy Logic Method", *Proceedings of the International Conference 2003 On Mathematics and Its Applications*, 14-17 Juli 2003, 437-445.
6. Harjoko, A., Hartati, S., dan Trisnawarman, D., 2003, "A Comparison Study of the Fourier Transform Based Algorithm, and the Artificial Neural Network Based Algorithm in Detecting Fabric Texture Defect",

- Proceedings of the International Conference 2003 On Mathematics and Its Applications*, 14-17 Juli 2003, 400-406.
7. Murtiyasa, B., Subanar, Wardoyo,R., Hartati,S., 2003, "Right Inverse in Public Key Cryptosystem Design". *Proceedings of the International Conference 2003 On Mathematics and Its Applications*, 14-17 Juli 2003, 414-418.
 8. Harjoko, Agus dan Hartati, Sri, "Metode Deteksi Cacat Untuk Kendali Mutu dalam Industri Ubin Keramik, Jogja Regional Physics Conference, September 2004.
 9. Hartati, S., Nickerson,B.G, and DeMille, G.R, "A model for Simulation of Nuclear Physics Processes". *International Journal of Modelling and Simulation*, vol. 17, no.4., pp. 276-283, 1997
 10. Hartati, S."Nuclear Physics Processes", *Ph.D. thesis*, University of New Brunswick, Canada, March, 1996.
 11. Hartati, S., Nickerson, B.G., and DeMille, G.R. "A model for Simulation of Nuclear Physics Processes". *International Journal of Modelling and Simulation*, vol. 17, no.4, pp. 276-283, 1997
 12. Hartati, S."A model for Computer Reasoning about Nuclear Physics Processes", *Jornal Bianglala*, vol.1, no.3, hal.9-16, November 1997
 13. Basuki, N.B., Hartati, S. "Model Multi-Tier untuk Sistem Informasi Jabatan Fungsional Akademik di Perguruan Tinggi" ("A Multi-Tier model for University Rank Promotion Information System"). *Sains dan Sibernetika*, Vol.18,h.159-171, Nomer 2, April 2005.
 14. Sumarno, B., Hartati, S.Aplikasi Sistem Komputasi Sosiolinguistik sebagai Penerjemah Kalimat Bahasa Indonesia ke Bahasa Jawa yang ber "Tataran Basa"("An Application of Sociolinguistic Computation as Translator for Indonesian to Javanese Language having "Tataran Basa"). *Sains dan Sibernetika*, Vol.18,h.173-184, Nomer 2, April 2005.
 15. Iswanti, Sari. dan Hartati, Sri," Aplikasi Sistem Pakar untuk Mendiagnosa Penyakit Pernafasan yang diawali dari Gejala Utama Penyakit Pernafasan (*An Application Of Expert System For Diagnosing Breathing Diseases started with Main Syndromes*)", *Sains dan Sibernetika*, Vol.18, Nomer 1,h.25-38, Jan 2005.
 16. <http://shartati.staff.ugm.ac.id/> - BackSunarno, dan Hartati, Sri."Simulasi Kendali Sistem Pendulum Tebalik Menggunakan Metoda Fuzzy dan Konvensional" ("Simulation of Inverted Pendulum Controller using Fuzzy and Conventional Methods"), *Sains dan Sibernetika*, Vol.18, Nomer 1,h.123-135, Jan 2005<http://shartati.staff.ugm.ac.id/> - Back
 17. Hartati, S. dan Desiani, A."Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan Pengusulan Kenaikan Pangkat/Jabatan Dosen" (*An Application of Decision Support System for Examination of Rank Promotion*"), *Teknoin*, *Jurnal Tekno In*, Vol.9, Nomor 4, Desember 2004, 271-283
 18. <http://shartati.staff.ugm.ac.id/> - BackAkhlis, Isa dan Hartati, Sri, "Perbaikan Kualitas Citra Radiograf Berbasis Fuzzy Histogram Hyperbolization dan Penerapannya pada Pendeteksian Kelainan" ("*Image Enhancement Quality Of Radiograph Image Based On Fuzzy Histogram Hyperbolization And It's Application At Anomaly Detection*"), *Sains dan Siberbetika*, Vol.17,No.3, Juli 2004.
 19. <http://shartati.staff.ugm.ac.id/> - BackHotland, Sampe: Hartati, S. 2004 "Sistem Pengenalan Karakter Tulisan Tangan Latin dengan Menggunakan Sel Matriks pada Metode Supervised Learning" ("*Hand Written Character Recognition System using Cell Matrix in Supervised Learning Method*"), *Sains dan Sibernetika*, Vol.17, No.1, Januari 2004, 75-93.<http://shartati.staff.ugm.ac.id/> - Back
 20. Aziz, A, Hartati,S."Sistem Cerdas Penciuman Untuk Mengidentifikasi Aroma Bahan Kimia Berbasis Jaringan Syaraf Tiruan" ("*Artificial Neural Network Based Nose Intelligent System For Identification Of Chemical Fragrant*"), *Teknosain*, Jilid 16, No.3, September, 2003,439-447.