

# **PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK BERBASIS KECERDASAN BUATAN UNTUK ANALISIS KONDISI GINJAL PASIEN <sup>1)</sup>**

R. Muhammad Subekti <sup>2)</sup>, Balza Achmad <sup>3)</sup>, Gogot Suyitno<sup>4)</sup>

## **ABSTRAK**

### **PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK BERBASIS KECERDASAN BUATAN UNTUK ANALISIS KONDISI GINJAL PASIEN.**

Pengembangan perangkat lunak berbasis kecerdasan buatan untuk menganalisis dan memprediksi data keluaran renograf dual probe (BI-756) telah dilakukan dengan baik. Renograf dual probe (BI-756) adalah perangkat medis hasil rekayasa desain dan pabrikasi BATAN. Bantuan dokter ahli yang berpengalaman sangat dibutuhkan untuk menganalisis kondisi ginjal pasien dengan tepat. Karena keberadaan dokter ahli yang berpengalaman di bidang analisis ginjal sangat terbatas, masalah ini bisa diatasi dengan menyediakan suatu sistem perangkat lunak berbasis kecerdasan buatan yang memiliki pengetahuan dan analisis komprehensif dari dokter ahli yang berpengalaman. Tujuan penelitian adalah mengembangkan perangkat lunak yang dapat menganalisis kondisi ginjal pasien dengan tepat. Perangkat lunak yang dikembangkan mampu memprediksi kondisi ginjal pasien dengan tepat. Data masukan perangkat lunak yang dikembangkan adalah data keluaran digital dari renograf dual probe (BI-756). Perangkat lunak telah diujikan terhadap data pasien yang sesungguhnya dan kemampuan identifikasi 98 % diperoleh dari 618 data uji. Hasil ini menunjukkan bahwa perangkat lunak memiliki kemampuan baik dimana hanya dilatih dengan 6 data saja.

## **ABSTRACT**

### **THE DEVELOPMENT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE SOFTWARE FOR ANALYSING PATIENT'S KIDNEY CONDITION.**

The development of artificial intelligence software for analyzing and predicting the output of dual probe renograf (BI-756) has been done. The dual probe renograf (BI-756) is medical tool, which was designed and fabricated by BATAN. The assistance's of experienced doctor is needed to analyze the condition of patient's kidney exactly. Since the availability of experienced doctor in the kidney analysis field is limited, this trouble can be solved through artificial intelligence software that has knowledge and comprehensive analysis from experienced doctor. The objective of the research is to develop software that can analyze patient's kidney condition exactly. The developed software can predict exactly the condition of patient's kidney. The input of the developed software is the digital output of dual probe renograf (BI-756). The software has been tested to the real patient's data and identification capability of 98% was obtained from 618 tested data. These results showed that the software has a good performance that trained by 6 data only.

---

<sup>1)</sup> Diajukan untuk dipresentasikan pada Lokakarya Komputasi Dalam Sains Dan Teknologi Nuklir X, P2TIK-BATAN 1999

<sup>2)</sup> Staf P2TRR – BATAN

<sup>3)</sup> Staf pengajar di Jurusan Teknik Nuklir, Fakultas Teknik, UGM, Yogyakarta.

<sup>4)</sup> Dokter Spesialis Kedokteran Nuklir dan Spesialis Radionuklida di rumah sakit Sardjito, Yogyakarta.

## **PENDAHULUAN**

Data keluaran renograf dual probe (BI-756) buatan BATAN adalah urutan angka hasil akuisis data pencacahan yang membentuk spektrum sangat kompleks dan bersifat tidak spesifik, sehingga analisis terhadap data tersebut cenderung memberikan penilaian subyektif akibat penilaian visual spektrum renograf. Oleh karena itu, bantuan seorang dokter ahli yang berpengalaman sangat dibutuhkan untuk memperoleh hasil analisa medis yang benar. Bila keberadaan seorang dokter ahli yang berpengalaman sulit dipenuhi, maka masalah ini akan dapat teratasi jika tersedia suatu sistem perangkat lunak berbasis kecerdasan buatan yang memiliki pengetahuan berbagai data kasus hasil analisis komprehensif dari para dokter ahli yang berpengalaman. Perangkat lunak yang telah ada memiliki keterbatasan, yaitu tidak memiliki sistem analisi kondisi ginjal pasien otomatis, dan hanya dapat dioperasikan pada alat renograf dual probe (BI-756).

Tujuan penelitian ini adalah menyediakan perangkat lunak berbasis kecerdasan buatan yang dapat menganalisis kondisi ginjal pasien dengan tepat. Pengembangan perangkat lunak berbasis kecerdasan buatan merupakan salah satu jalan keluar untuk memperoleh sistem perangkat lunak yang dapat menganalisis kondisi ginjal pasien secara otomatis. Perangkat lunak berbasis kecerdasan buatan dikembangkan menggunakan sistem jaringan syaraf tiruan umpan maju dan perambatan ralat balik (*backpropagation*). Sistem ini mampu dilatih dengan menggunakan data yang sudah diketahui hasilnya dan dapat mengklasifikasikan setiap pola yang telah dilatihkan sesuai dengan hasil yang dikehendaki [1]. Jaringan syaraf buatan dilatih menggunakan beberapa konfigurasi data dan pengujian kemampuan identifikasinya dilakukan pada setiap konfigurasi data pelatihan. Dengan demikian, dalam tahap akhir pengembangan perangkat lunak ini, perlu sekali dilakukan penelitian dan pengujian terhadap variasi konfigurasi data pelatihan, sehingga diperoleh perangkat lunak berbasis kecerdasan buatan untuk analisa ginjal pasien yang memiliki kemampuan identifikasi maksimal.

## **DASAR TEORI**

### **Masukan dan Keluaran Jaringan Syaraf Tiruan**

Renogram seperti terlihat pada Gambar 1 adalah hasil rekaman renografi yang digambarkan sebagai kurva dan mengandung informasi tentang keadaan fungsi ginjal.

Kurva renograf yang ditampilkan oleh perangkat komputer mampu memberikan informasi secara kuantitatif tentang kapasitas ekskresi relatif untuk masing-masing ginjal [2]. Kondisi inilah yang dijadikan sebagai masukan jaringan syaraf tiruan. Deskripsi spektrum renograf terlihat pada Gambar 2 yang memperlihatkan kondisi ginjal normal dan Gambar 3 yang memperlihatkan bahwa ginjal bagian kiri tidak normal karena ada gangguan sistem pengeluaran urine.

Keluaran perangkat lunak adalah hasil analisa terhadap gejala-gejala kondisi ginjal normal maupun abnormal berdasarkan analisis grafik data fungsi ginjal pasien, dimana kondisi ginjal yang tercatat pada data-data yang telah ada meliputi kondisi ginjal normal, *nephrectomy type*, *total obstruktive*, *partial obstruktive*, *parenchymal disease* dan *renal artery stenosis*. Analisa yang dihasilkan berupa hasil tunggal kondisi ginjal pasien dan hasil gabungan lebih dari satu kondisi ginjal pasien seperti tersebut di atas. Jadi, perangkat lunak ini mampu mengeluarkan hasil analisa ginjal normal saja atau hasil analisa ginjal normal yang memiliki kecenderungan gejala *partial obstruktive* atau hasil analisa lainnya baik hasil tunggal maupun hasil gabungan.

### **Analisis Jaringan Syaraf Tiruan**

Sistem jaringan syaraf tiruan merupakan suatu sistem yang memiliki pengetahuan dalam menganalisa suatu masalah dan melakukan pekerjaan-pekerjaan klasifikasi pola, pemodelan sistem dan memori asosiasi [1,3,4]. Klasifikasi pola digunakan untuk menganalisis pola-pola masukan dengan cara mencari kemiripan pola-pola masukan. Pemodelan sistem digunakan untuk pembuat simulasi sistem yang mampu menghasilkan keluaran dari suatu pola masukan yang akan disimulasikan. Sedangkan memori asosiasi digunakan untuk

menganalisis pola masukan yang tidak lengkap, misalnya pola masukan memiliki derau, terpotong-potong, rusak dan hanya bisa tampil sebagian [1].

Analisa jaringan syaraf tiruan umpan maju yang diterapkan seperti pada Gambar 4, memanfaatkan perbaikan ralat dengan metode perambatan balik (*backpropagation*). Perangkat lunak berbasis kecerdasan buatan yang memanfaatkan jaringan syaraf tiruan umpan maju terlihat pada Gambar 5. Data input sistem  $X_i$  perlu dinormalisasi dengan persamaan sebagai berikut :

$$X_r = \frac{(X_{r_{maks}} - X_{r_{min}})(X - X_{min})}{(X_{maks} - X_{min}) + X_{r_{min}}} \quad (1)$$

dimana :  $X_r$  = input ternormalisasi

$X_{r_{maks}}$  = nilai ternormalisasi maksimum

$X_{r_{min}}$  = nilai ternormalisasi minimum

$X_{maks}$  = nilai input maksimum sebelum normalisasi

$X_{min}$  = nilai input minimum sebelum normalisasi

$X$  = nilai yang akan dinormalisasi

Algoritma jaringan syaraf tiruan umpan maju ditunjukkan pada Gambar 6 dan ditulis secara matematis sebagai berikut :

$$v_j^{(l)}(n) = \sum_{i=0}^P w_{ji}^{(l)}(n) \cdot y_i^{(l-1)}(n) \quad (2)$$

dengan :  $j$  = neuron pada lapisan tersembunyi ke- $l$

$l$  = lapisan tersembunyi

Keluaran dari elemen proses di atas merupakan fungsi transfer yang umumnya menggunakan fungsi sigmoid [1,5,6] dimana fungsi sigmoid yang digunakan terlihat pada Gambar 7. Persamaan umum sigmoid :

$$y_j^{(l)} = \frac{1}{1 + \exp(-v_j^{(l)}(n))} \quad (3)$$

Proses yang terjadi untuk masing-masing lapisan tersembunyi adalah :

$$y_j^{(0)}(n) = x_j(n) \quad (4)$$

Untuk lapisan keluaran dimana  $l = L$ , maka :

$$y_j^{(L)}(n) = o_j(n) \quad (5)$$

Nilai ralat dari sistem ini merupakan hasil pengurangan keluaran sistem terhadap keluaran yang kita inginkan [3,6]. Dengan demikian nilai ralat adalah :

$$e_j(n) = d_j(n) - o_j(n) \quad (6)$$

dengan  $d_j(n)$  adalah elemen keluaran yang kita inginkan.

Ralat ini adalah ralat untuk masing-masing parameter keluaran, sehingga dari persamaan (6) diperoleh ralat total :

$$d_k = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^{N_y} (e_j)^2 \quad (7)$$

Proses belajar sistem jaringan syaraf tiruan ini menggunakan pelatihan perambatan ralat balik (*backpropagation*) seperti terlihat pada Gambar 8. Perhitungan perambatan ralat balik dimulai dari ralat keluaran sistem yang diumpankan ke belakang merambat sampai ke lapisan aktif terdepan. Perambatan ralat ke belakang ini berfungsi sebagai parameter pembanding dalam proses perbaikan nilai bobot yang telah diperoleh. Persamaan gradien lokal pada masing-masing lapisan jaringan dapat ditulis sebagai berikut :

$$\delta_j^{(l)}(n) = y_j^{(l)}(n) \cdot (1 - y_j^{(l)}(n)) \cdot \sum_k \delta_k^{(l+1)}(n) \cdot w_{kj}^{(l+1)}(n) \quad (8)$$

dimana  $j$  menunjukkan posisi neuron pada lapisan tersembunyi  $l$ .

Untuk lapisan keluaran dimana  $l = L$ , persamaan yang digunakan :

$$\delta_j^{(L)}(n) = e_j^{(L)}(n) \cdot o_j(n) \cdot (1 - o_j(n)) \quad (9)$$

dimana  $j$  adalah posisi neuron pada lapisan keluaran  $L$ .

Dengan demikian, perbaikan bobot yang akan dilakukan oleh jaringan syaraf tiruan tergantung pada hasil perhitungan gradien lokal yang melibatkan perambatan ralat dari lapisan keluaran sampai lapisan aktif terdepan [1,7]. Aliran proses generalisasi jaringan pada lapisan tersembunyi l adalah sebagai berikut :

$$w_{ji}^{(l)}(n+1) = w_{ji}^{(l)}(n) + \alpha(w_{ji}^{(l)}(n) - w_{ji}^{(l)}(n-1)) + \eta \delta_j^{(l)}(n) \cdot y_i^{(l-1)}(n) \quad (10)$$

dimana :  $\eta$  = nilai laju belajar (learning-rate),

$\alpha$  = konstanta momentum (momentum constan).

Selanjutnya proses yang terjadi adalah proses iterasi dalam dengan syarat batas adalah nilai ralat yang sudah ditentukan. Proses iterasi dalam dan iterasi luar terlihat dalam Gambar 9 dimana proses belajar jaringan syaraf tiruan adalah seluruh proses jaringan syaraf tiruan dimulai dari pemasukan parameter masukan jaringan sampai terpenuhinya syarat iterasi luar.

## **METODE PENGEMBANGAN DAN PELATIHAN PERANGKAT LUNAK**

Pengembangan aplikasi perangkat lunak ini menggunakan perangkat lunak Delphi 4 sebagai alat *programming*. Kompilasi perangkat lunak yang dikembangkan mampu berjalan di Windows 95/97/NT [8]. Cara kerja jaringan syaraf tiruan yang diterapkan mirip dengan cara kerja jaringan syaraf biologis. Pengujian sistem perangkat lunak untuk mengenali gejala-gejala kondisi ginjal normal maupun abnormal berdasarkan analisis grafik data fungsi ginjal pasien, dimana kondisi ginjal yang tercatat pada data-data yang telah ada meliputi kondisi ginjal normal, *nephrectomy type*, *total obstruktive*, *partial obstruktive*, *parenchymal disease* dan *renal artery stenosis*. Identifikasi gejala-gejala normal dan abnormal rekaman fungsi ginjal pasien menggunakan jaringan syaraf tiruan dilakukan berdasarkan data-data *expertise* dari dokter pemeriksa sebagai bahan pelatihan dan pengujian. Konfigurasi optimal yang digunakan adalah [1]:

- laju belajar ( $\eta$ ) = 1
- batas ambang (threshold) = 0.1
- konstanta momentum ( $\alpha$ ) = 0
- lapisan tersembunyi = 1

Jenis pelatihan jaringan syaraf tiruan adalah pelatihan terbimbing (*supervised*) dan tak terbimbing (*unsupervised*) [1,3,4]. Pelatihan terbimbing dilakukan menggunakan data pelatihan yang sudah diketahui hasilnya, sedangkan pelatihan tak terbimbing menggunakan data yang belum diketahui hasilnya . Karena semua data pelatihan sudah diketahui hasilnya, jaringan syaraf tiruan dalam perangkat lunak yang dikembangkan dilatih menggunakan pelatihan terbimbing.

## **HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN**

Dalam penelitian ini telah dikembangkan perangkat lunak berbasis kecerdasan buatan yang dapat menganalisis kondisi ginjal pasien tanpa melibatkan secara langsung kehadiran dokter ahli yang berpengalaman. Kekurangan teknis melekat adalah hasil kompilasi perangkat lunak pada sistem Window akan memerlukan spesifikasi perangkat keras lebih tinggi dari pada hasil kompilasi perangkat lunak pada sistem DOS [8]. Pengujian perangkat lunak tersebut terhadap 618 data pasien diperoleh tingkat kemampuan identifikasi sebesar 98%. Kemampuan identifikasi 100% sulit diperoleh karena spektrum grafik renogram untuk masing-masing kondisi memiliki kemiripan yang tinggi dan bersifat tidak spesifik. Adapun nilai kemampuan identifikasi ini diperoleh dari sistem yang telah mempelajari 6 data pelatihan saja. Hasil identifikasi perangkat lunak dan kemampuan identifikasi terlihat pada Gambar 10 dan Tabel 1.

Data pengujian telah diidentifikasi oleh seorang dokter spesialis yang berpengalaman di bidangnya selama 15 tahun. Pelatihan menggunakan 3 konfigurasi seperti pada Tabel 1 memperlihatkan bahwa penambahan 1 data pelatihan mampu meningkatkan kemampuan identifikasinya menjadi 98%. Data pelatihan untuk masing-masing konfigurasi ditunjukkan dalam Tabel 2. Penambahan 1 data pelatihan menjadi 7 data pelatihan pada konfigurasi III akan menambah jumlah kesalahan identifikasi meskipun tidak signifikan. Hal ini terjadi karena bobot yang sudah terbentuk dengan menggunakan 6 data pelatihan berubah akibat pelatihan data baru. Data kondisi ginjal pasien tidak spesifik ditunjukkan dengan kemiripan spektrum ginjal yang sangat tinggi, sehingga penambahan data pelatihan saat kemampuan identifikasinya mendekati maksimal memiliki resiko

penurunan kemampuan identifikasi. Perubahan bobot yang bisa mengurangi kemampuan identifikasi ini bisa dihindari bila data yang ditambahkan memiliki hasil keluaran yang spesifik terhadap suatu kondisi yang mewakili dan jumlah kesalahan identifikasi terhadap data kondisi ginjal yang belum terwakili ini cukup banyak.

## **KESIMPULAN**

Perangkat lunak berbasis kecerdasan buatan untuk analisi kondisi ginjal pasien telah dikembangkan dengan baik. Kemampuan identifikasi yang dimiliki sebesar 98% dengan pola pelatihan optimal menggunakan 6 buah data ginjal pasien. Perangkat lunak yang dikembangkan memberikan hasil kuantitatif dan kualitatif. Kelebihan utama perangkat lunak berbasis kecerdasan buatan ini dibandingkan dengan perangkat lunak yang telah ada pada renograf dual probe (BI-756) adalah memberikan hasil analisis terhadap ginjal pasien secara otomatis dan tidak memerlukan kehadiran dokter ahli yang berpengalaman secara langsung. Kekurangan teknis yang dijumpai adalah spesifikasi perangkat keras yang diperlukan lebih tinggi dari pada yang digunakan oleh perangkat lunak pada renograf dual probe (BI-756).



## DAFTAR PUSTAKA

1. Haykin, S., *Neural Networks*, Macmillan College Publishing Company, New York, 1994.
2. Prajitno, *Petunjuk Perangkat Lunak* dalam buku *Petunjuk Renograf Model BI-756*, PPNY–BATAN, Yogyakarta, 1996.
3. Timothy, *Advanced Algorithms for Neural Networks*, John Wiley and Sons, Inc. New York, 1995.
4. Harvey, R, *Neural Network Principles*, Prentice-Hall International, Inc, New Jersey, 1994.
5. Kosko, B, *Neural Networks and Fuzzy Systems*, Prentice-Hall International, Inc., New Jersey, 1992
6. Timothy, *Signal and Image Processing with Neural Networks*, John Wiley and Sons, Inc., New York, 1994.
7. Nelson, M. M., dan Illingworth, W. T, *A Practical Guide to Neural Nets*, Addison-Wesley Publishing Company, Massachusetts, 1991.
8. Rubenking, N., *Delphi Programming Problem Solver*, IDG Books Worldwide, Inc., Chicago, 1996.