

Identifikasi Tumor Otak Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Propagasi Balik pada Citra *CT-Scan* Otak

Vinny Marita^a, Nurhasanah^{a*}, Iklas Sanubary^a

^aProdi Fisika, FMIPA Universitas Tanjungpura, Jalan Prof. Dr. Hadari Nawawi, Pontianak, Indonesia

*Email : nurhasanah@physics.untan.ac.id

Abstrak

Telah dilakukan penelitian untuk mengidentifikasi tumor otak menggunakan jaringan syaraf tiruan dengan ekstraksi ciri *Gray Level Co-Occurrence Matrix* (GLCM). Penelitian ini menggunakan 10 citra otak normal dan 10 citra otak abnormal (tumor). Tahap *preprocessing* dimulai dengan memotong citra menjadi ukuran 256 x 256 piksel, kemudian dilanjutkan dengan mengubah citra berwarna (RGB) menjadi citra beraras keabuan (*grayscale*), proses histogram, dan ekualisasi histogram untuk memperbaiki kualitas tampilan citra. Proses selanjutnya menghitung ciri statistik menggunakan *Gray Level Co-Occurrence Matrix* (GLCM) 4 arah (0°, 45°, 90° dan 135°) dengan jarak $d = 1$. Fitur yang digunakan ada 4 yaitu kontras, korelasi, energi dan homogenitas. Identifikasi citra menggunakan jaringan syaraf tiruan propagasi balik dengan arsitektur [12 2 1]. Nilai *Mean Square Error* (MSE) antara target dan output jaringan saat pelatihan adalah 0,000253, sedangkan nilai MSE pada saat pengujian adalah 0,010688. Hasil penelitian menunjukkan bahwa propagasi balik dapat digunakan untuk mengidentifikasi citra otak normal dan citra otak abnormal (tumor) dengan tingkat akurasi sebesar 70%.

Kata Kunci : Citra Otak, GLCM, Jaringan Syaraf Tiruan, Propagasi Balik

1. Latar Belakang

Otak merupakan salah satu bagian terpenting dalam tubuh manusia yang berfungsi untuk mengatur dan mengkoordinir seluruh tubuh serta pemikiran manusia. Fungsi otak akan terganggu saat kepala cedera apalagi jika terdapat tumor dalam otak. Tumor otak merupakan penyakit berbahaya kedua yang menyebabkan kematian bagi pria di usia 20-30 tahun dan merupakan penyakit berbahaya kelima yang menyebabkan kematian bagi wanita berusia 20-30 tahun [1]. Menurut data dari International Agency for Research on Cancer, lebih dari 126.000 orang di dunia setiap tahunnya mengidap tumor otak dan lebih dari 97.000 jiwa meninggal dunia [2]. Pada stadium awal, tumor sangat sulit diketahui karena batas tumor masih tidak jelas, kontrasannya rendah dan terkadang mirip seperti jaringan normal.

Computed Tomography Scanning (CT-Scan) merupakan alat penunjang diagnosa yang memiliki aplikasi yang universal untuk pemeriksaan organ tubuh seperti susunan syaraf pusat, otot, tulang, tenggorokan hingga rongga perut [3]. Pembacaan hasil citra *CT-Scan* otak membutuhkan ketelitian yang tinggi supaya tepat dalam pemberian terapi guna memperlambat perkembangan tumor otak. Seiring dengan perkembangan teknologi, muncul metode-metode baru yang digunakan untuk menganalisa citra otak. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk pengenalan pola tumor otak adalah jaringan syaraf tiruan. Metode ini merupakan salah satu metode yang

baik dalam pengenalan pola-pola kompleks. Jaringan syaraf tiruan dengan metode *perceptron* dapat mengidentifikasi pola tumor *benigna* [4]. Tidak hanya itu, metode *backpropagation* dengan pengembangan menggunakan model *waterfaal* dapat digunakan untuk pengenalan sel kanker otak [5].

Penelitian ini menggunakan metode *Gray Level Co-Occurrence Matrix* (GLCM) 4 arah (0°, 45°, 90° dan 135°) jarak $d=1$ dengan jaringan syaraf tiruan propagasi balik untuk mengidentifikasi citra otak normal dan citra otak abnormal (tumor). GLCM adalah matriks yang menggambarkan frekuensi munculnya pasangan dua piksel dengan intensitas tertentu dalam jarak (d) dan orientasi arah dengan sudut (θ) [6]. GLCM digunakan karena metode ini merupakan ekstraksi ciri yang paling baik [7]. Metode ini dapat digunakan untuk mengklasifikasi massa pada citra mammogram pada GLCM 4 arah dengan jarak $d=1$ dan $d=2$, GLCM 8 arah ($d=1$) dan GLCM 16 arah dengan jarak $d=2$ [8].

Tahap identifikasi menggunakan jaringan syaraf tiruan propagasi balik. Metode ini dipilih karena metode ini paling sesuai untuk identifikasi dan klasifikasi [5]. Propagasi balik melatih jaringan agar seimbang antara kemampuan jaringan untuk mengenali pola yang digunakan selama pelatihan dan kemampuan jaringan dalam memberikan respon yang benar terhadap pola masukan yang sama dengan pola yang digunakan selama pelatihan [9].

2. Metodologi

a. Data

Data yang digunakan berupa citra *CT-Scan* otak yang diperoleh dari bagian radiologi rumah sakit dan telah diubah menjadi citra digital dengan ukuran 256x256 piksel yang disimpan dalam format JPEG. Data yang digunakan berjumlah 25 citra yang terdiri dari 20 citra latih (10 citra otak normal dan 10 citra tumor otak) dan 5 citra uji (2 citra otak normal dan 3 citra tumor otak).

b. Pengolahan Citra

Pengolahan citra merupakan sebuah proses untuk meningkatkan kualitas tampilan citra. Secara umum citra yang dapat diolah dan dihasilkan oleh komputer yaitu citra biner, *grayscale* dan citra berwarna. Proses *preprocessing* terdiri dari:

1. Cropping

Cropping berfungsi untuk memotong bagian tertentu pada citra menjadi matriks baru yang independen. Citra dipotong dengan ukuran 256x256 piksel.

2. Grayscale

Grayscale merupakan sebuah proses untuk merubah citra dari citra berwarna (RGB) menjadi citra beraras keabuan. Warna yang dimiliki adalah warna hitam, keabuan dan putih dengan tingkat keabuan berupa bilangan antara 0 sampai 255. Nilai 0 untuk warna hitam, nilai 255 untuk warna putih dan nilai antara 0 sampai 255 untuk warna abu-abu.

3. Perhitungan Histogram Citra

Citra hasil *grayscale* dibuat histogram untuk mengetahui nilai sebaran keabuan sebuah citra yang kemudian digunakan untuk mengetahui rentang piksel antara otak dengan *background* yang berfungsi untuk membuang tulang.

4. Ekualisasi Histogram

Ekualisasi histogram bertujuan untuk menghasilkan histogram citra yang seragam. Teknik ini hanya melakukan distribusi ulang terhadap distribusi intensitas dari histogram awal.

c. Segmentasi Citra

Segmentasi citra bertujuan untuk mempartisi citra menjadi bagian-bagian pokok yang mengandung informasi penting. Segmentasi citra yang digunakan adalah *thresholding* yang bertujuan untuk memisahkan tulang dan jaringan pada citra yang dihasilkan berdasarkan tingkat keabuan citra.

d. Ekstraksi Citra

Ekstraksi ciri adalah proses mengambil ciri-ciri yang terdapat pada obyek di dalam citra. Ekstraksi ciri pada penelitian ini dilakukan menggunakan *Gray Level Co-occurrence Matrix*

(GLCM). GLCM merupakan metode yang cukup efektif dalam melakukan klasifikasi dan identifikasi karena mampu memberikan informasi yang detail tentang suatu citra dalam hal tekstur [8]. Matriks kookurasi merupakan salah satu metode statistik yang dapat digunakan untuk analisis tekstur. Parameter untuk menghitung ciri statistik terdiri dari kontras, korelasi, energi dan homogenitas.

Tahap ini membentuk GLCM 4 arah (0° , 45° , 90° dan 135°) dengan jarak $d=1$ yang akan menentukan koordinat arah. Selanjutnya, dibentuk matriks kookurasi dengan cara menghitung frekuensi kemunculan pasangan nilai keabuan piksel referensi dan piksel tetangga pada jarak dan arah yang ditentukan. Kemudian menjumlahkan semua elemen untuk menghitung probabilitas setiap elemen dengan cara membagi setiap elemen GLCM dengan total semua elemen. Langkah terakhir yaitu menghitung ciri statistik GLCM. Ciri-ciri tersebut adalah:

1. Energi

Energi menyatakan ukuran konsentrasi pasangan dengan intensitas keabuan tertentu pada matriks. Nilai energi (E) dapat dihitung dengan persamaan (1) [6]

$$E = \sum_{i,j} (p(i,j))^2 \quad (1)$$

dengan,

i : nilai level keabuan baris ke-i

j : nilai level keabuan kolom ke-j

$p(i,j)$: peluang nilai level keabuan pada baris ke i dan kolom ke-j

2. Kontras

Kontras menyatakan perbedaan intensitas antara nilai tertinggi (terang) dan nilai terendah (gelap) dari seperangkat piksel yang saling berdekatan. Nilai Kontras (*Con*) dapat dihitung dengan persamaan (2) [6]

$$Con = \sum_{i,j} |i - j|^2 p(i,j) \quad (2)$$

3. Korelasi

Korelasi digunakan untuk mengukur ketergantungan linear derajat keabuan di sekitar piksel. Nilai korelasi (*Corr*) dapat dihitung dengan persamaan (3) [6]

$$Corr = \sum_{i,j} \frac{(i - \mu_i)(j - \mu_j)p(i,j)}{\sigma_i \sigma_j} \quad (3)$$

dengan,

μ_i : rata-rata dari p_i

μ_j : rata-rata dari p_j

σ_i : standar deviasi dari p_i

σ_j : standar deviasi dari p_j

4. Homogenitas

Homogenitas digunakan untuk mengukur kehomogenan variasi intensitas citra. Nilai homogenitas (H) dapat dihitung dengan persamaan (4) [6]

$$H = \sum_{i,j} \frac{p(i,j)}{1+|i-j|} \tag{4}$$

e. Identifikasi Citra Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan syaraf tiruan (JST) merupakan salah satu pemrosesan informasi yang mempunyai karakteristik menyerupai jaringan syaraf manusia yang dirancang dengan menirukan cara kerja otak manusia dengan melakukan proses pembelajaran melalui perubahan bobot sinapsisnya [10]. Sama halnya dengan otak manusia, JST terdiri dari beberapa neuron yang saling terhubung satu sama lain meskipun memiliki lapisan yang berbeda. Setiap neuron pada jaringan menerima dan mengirim sinyal dari atau ke neuron lain pada lapisan yang sama pula. Pengiriman sinyal disampaikan melalui penghubung dan kekuatan hubungan yang terjadi antara neuron yang saling berhubungan dinyatakan dengan bobot [10].

Propagasi balik merupakan suatu teknik pembelajaran atau pelatihan *supervised learning* yang paling banyak digunakan. Metode ini merupakan salah satu metode yang sangat baik dalam menangani masalah pengenalan pola-pola kompleks. Proses pembelajaran pada metode propagasi balik terdiri dari 3 fase yaitu fase propagasi maju, fase propagasi mundur dan fase perubahan bobot.

Mean Square Error (MSE) adalah fungsi kinerja yang sering digunakan untuk propagasi balik. Fungsi ini akan mengambil rata-rata kuadrat eror yang terjadi antara output jaringan dan target. MSE dapat dihitung dengan persamaan (5)

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (f_i - y_i)^2 \tag{5}$$

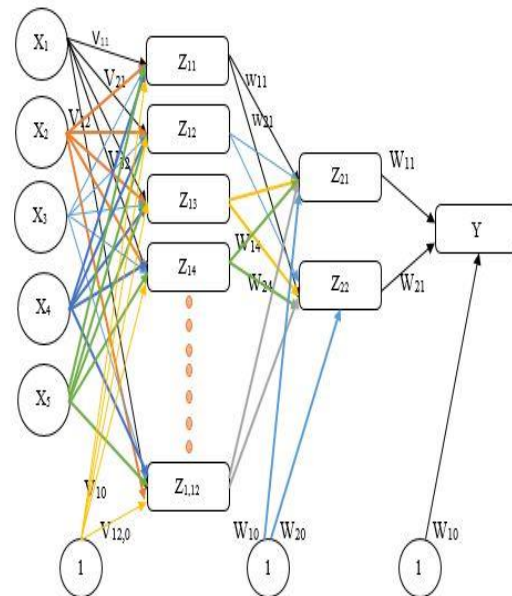
dengan,

n : jumlah data

f_i : nilai target/keluaran yang diinginkan

y_i : nilai keluaran yang dihasilkan/diperoleh

Arsitektur JST metode propagasi balik yang digunakan terdiri dari 1 lapisan input, 2 lapisan tersembunyi dan 1 lapisan output. Lapisan input terdiri dari 5 neuron, lapisan tersembunyi pertama terdiri dari 12 neuron dengan fungsi aktivasi sigmoid bipolar (*tansig*), lapisan tersembunyi kedua terdiri dari 2 neuron dengan fungsi aktivasi sigmoid biner (*logsig*) dan lapisan output terdiri dari 1 neuron dengan fungsi aktivasi identitas (*purelin*). Arsitektur JST dapat dilihat pada Gambar 1 berikut ini

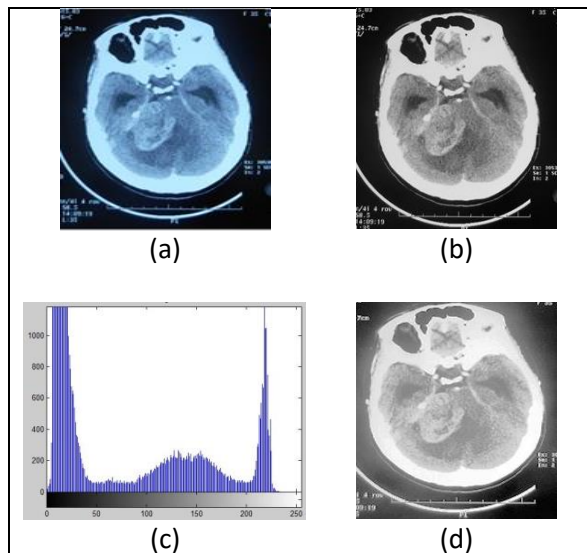


Gambar 1 Arsitektur JST propagasi balik

Arsitektur JST propagasi balik dari Gambar 1 terdiri dari 1 lapisan masukan (x_1, \dots, x_5), 2 lapisan tersembunyi (z_1, \dots, z_{12}) dan 1 lapisan keluaran (y). Sedangkan (v_{ij}) merupakan perubahan bobot dari layer tersembunyi ke layer masukan, (w_{kj}) merupakan perubahan bobot dari layer keluaran ke layer tersembunyi. Lapisan tersembunyi dapat memiliki bias yang memiliki bobot sama dengan satu.

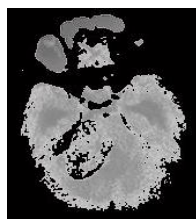
3. Hasil dan Pembahasan

Proses pengolahan citra dimulai dari *cropping* yang bertujuan untuk mengambil bagian yang diperlukan (Gambar 2a). Selanjutnya, citra tersebut diubah menjadi citra beraras keabuan (Gambar 2b). Kemudian, dari citra tersebut ditampilkan histogramnya untuk mengetahui nilai sebaran tingkat keabuan sebuah citra (Gambar 2c). Tahap terakhir yaitu ekualisasi histogram untuk memperoleh tampilan citra yang lebih jelas (Gambar 2d).



Gambar 2 Citra Otak (a), Citra Beraras Keabuan (b), Histogram (c) Ekualisasi Histogram (d)

Proses selanjutnya yaitu segmentasi citra menggunakan *thresholding*. Proses ini bertujuan untuk memisahkan tulang dengan jaringan sehingga diperoleh citra otak tulang tanpa tulang kepala (Gambar 3).



Gambar 3 Citra Otak Tanpa Tulang Kepala

Tahap terakhir dalam pengolahan citra yaitu tahap ekstraksi ciri. Ekstraksi ciri menggunakan GLCM 4 arah (0°, 45°, 90° dan 135°) dengan jarak $d=1$. Matriks GLCM pada penelitian ini menggunakan ukuran 64 x 64 piksel. Kemudian dihitung nilai ciri statistik dari kontras, korelasi, energi dan homogenitas. Keempat nilai ciri statistik tersebut akan menginformasikan nilai minimum dan nilai maksimum dari masing-masing citra otak normal dan citra otak abnormal (tumor) sebagai parameter masukan untuk data pelatihan dan data pengujian.

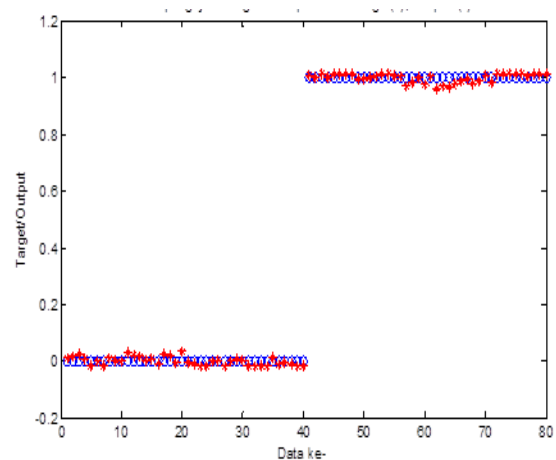
Tabel 1 Hasil perhitungan ciri statistik citra tumor otak

Kontras	Korelasi	Energi	Homogenitas
54,695	0,907	0,595	0,882
68,438	0,884	0,588	0,868
52,383	0,910	0,596	0,886
69,459	0,882	0,588	0,869

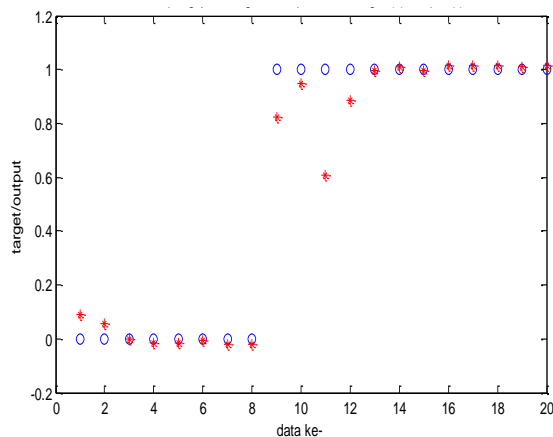
Hasil perhitungan ciri statistik tersebut dianalisis menggunakan jaringan syaraf tiruan. Sebelum melakukan pengujian, terlebih dahulu dilakukan proses pembelajaran atau pelatihan JST propagasi balik menggunakan data masukan. Proses pelatihan ini dilakukan agar JST melakukan proses pengenalan pola-pola data dari data pelatihan. Sebelum data digunakan untuk proses pelatihan, perlu dilakukan penskalaan terhadap nilai-nilai masukan dan target hingga data masukan dan target tersebut masuk dalam suatu rentang tertentu. Proses ini disebut dengan normalisasi data. Setelah itu, arsitektur JST dirancang dengan menentukan banyaknya lapisan masukan, lapisan tersembunyi dan lapisan keluaran yang akan digunakan.

Arsitektur JST yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari 1 lapisan masukan, 2 lapisan tersembunyi dan 1 lapisan keluaran dengan fungsi pembelajaran *traingdm*. Proses pelatihan berhenti pada iterasi 10.748 dan telah mencapai MSE 0,001. Ada 3 syarat yang digunakan untuk menghentikan iterasi pada JST. Pertama, iterasi akan berhenti jika iterasi maksimum tercapai. Kedua, iterasi akan berhenti jika nilai MSE yang diinginkan tercapai dan yang ketiga batas maksimum gradien tercapai.

Perbandingan antara target dengan output jaringan untuk data pelatihan citra otak normal dan abnormal (tumor), seperti yang terlihat pada gambar 4. Pada gambar tersebut dapat dilihat bahwa output (o) dan target (*) sebagian besar mendekati posisi yang sama. Target dan output jaringan dapat menghasilkan hasil yang lebih baik jika posisi output (o) dan target (*) tepat berada posisi yang sama dengan MSE sebesar 0,000253.



Gambar 4 Perbandingan target dan output data Latih



Gambar 5 Perbandingan target dengan output data uji

Perbandingan antara target dengan output jaringan untuk data pengujian citra otak normal dan abnormal (tumor) ditunjukkan pada gambar 5. Pada Gambar tersebut dapat dilihat bahwa dari 20 data uji yang digunakan, ada 6 titik output jaringan yang terletak jauh dari target dengan MSE sebesar 0,010688. Hal ini disebabkan oleh ketidaksesuaian penentuan ciri statistik GLCM ataupun ketidakjelasan citra masukan awal yang digunakan. Untuk memperkecil kesalahan dalam identifikasi maka diperlukan banyak pola dalam proses pelatihan. Dengan demikian, tingkat akurasi yang diperoleh untuk mengidentifikasi citra tumor otak menggunakan jaringan syaraf tiruan sebesar 70%.

4. Kesimpulan

Penelitian ini dilakukan untuk mengekstraksi ciri citra *CT-Scan* otak menggunakan GLCM, sehingga diperoleh empat ciri karakteristik yaitu kontras, korelasi, energi dan homogenitas untuk 4 arah. Nilai tersebut digunakan untuk identifikasi tumor otak menggunakan JST propagasi balik. Identifikasi menggunakan JST propagasi balik menunjukkan bahwa nilai MSE untuk data pelatihan sebesar 0,000253 dan MSE untuk data pengujian sebesar 0,010688 dengan akurasi JST propagasi balik untuk identifikasi sebesar 70%.

Daftar Pustaka

[1] Avenue BM. About Brain Tumors a Primer for Patients and Caregivers. Chicago: American Brain Tumor Association (ABTA); 2012.

- [2] Ferlay J, Shin H, Bray F, Forman D, Mathers C, Parkin D. International Agency for Research on Cancer. [Online].; 2010 [cited 2016 Maret. Available from: <https://www.iarc.fr/en/media-centre/iarcnews/2010/globocan2008.php>.
- [3] Bushberg J. The Essential Physics of Medical Imaging Philadelphia: USA; 2003.
- [4] Susmikanti M. Pengenalan Pola Berbasis Jaringan Syaraf Tiruan dalam Analisa CT-Scan Tumor Otak Benigna. In Seminar National Aplikasi Teknologi Informasi 2010 (SNATI 2010); 2010; Yogyakarta.
- [5] Handayani N. Analisis Metode Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation untuk Pengenalan Sel Kanker Otak (Skripsi S1) Bandung: Universitas Komputer Indonesia; 2013.
- [6] Gadkari D. Image Quality Analysis using GLCM (Tesis S2) Orlando, Florida: University of Central Florida; 2004.
- [7] Nithya R, Santi B. Comparative Study on Feature Extraction Method for Breast Cancer Classification. Journal of Theoretical and Applied Information Technology. 2011 November; 33(2).
- [8] Listia R, Harjoko A. Klasifikasi Massa pada Citra Mammogram Berdasarkan Gray Level Cooccurrence Matrikx (GLCM). IJCCS. 2014 Januari; 8(1).
- [9] Hermawan A. Jaringan Syaraf Tiruan (Teori dan Aplikasi) Yogyakarta: Andi; 2006.
- [10] Anggriyani N. Klasifikasi Kanker Serviks Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation dengan Graphical User Interface (GUI) (Skripsi S1) Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta; 2015.

