

Deteksi Penyakit Tulang Osteopenia dan Osteoporosis Menggunakan Metode Threshold Otsu

Detection of Osteopenia and Osteoporosis Bone Disease Using Otsu Threshold Method
Markus P Sihombing^[1], Unang Sunarya, ST., MT.², Ratri Dwi Atmaja^[3], ST., MT.³

^{1,3}Fakultas Teknik Elektro, Telkom University

²Fakultas Ilmu Terapan, Telkom University

¹mps120592@gmail.com, ²unangsunarya@telkomuniversity.ac.id, ³ratridwiatmaja@telkomuniversity.ac.id

ABSTRAK

Osteopenia dan osteoporosis merupakan dua penyakit tulang yang sering terjadi pada manusia. Kedua penyakit ini sering terjadi tanpa adanya gejala pada penderita penyakit tersebut. Tugas akhir ini mengacu pada referensi tugas akhir yang ada sebelumnya, hanya saja dalam tugas akhir ini, tidak hanya dapat mendeteksi penyakit osteoporosis, tetapi juga dapat mendeteksi penyakit osteopenia. Sistem dirancang dengan menggunakan algoritma *threshold* metode *Otsu* dan memanfaatkan citra *X-Ray* tulang femur. Dalam analisisnya, metode *Otsu* dapat menentukan nilai ambang dari suatu citra secara otomatis. Sistem ini memakai dua buah nilai *threshold (SETUP)* sehingga dapat membedakan 3 jenis tulang, yaitu tulang normal, tulang osteopenia, dan tulang osteoporosis. Hasil dari sistem ini adalah sistem dapat mengklasifikasikan tulang menjadi 3 tulang yaitu tulang normal, tulang osteopenia, dan tulang osteoporosis secara *non-realtime* dengan tingkat akurasi sistem sebesar 80%.

Kata kunci : Osteopenia, Osteoporosis, Metode *Otsu*, *Threshold*, *Matlab*

ABSTRACT

Osteopenia and osteoporosis are two most common bone disease in humans. Both of them often occur without symptoms in patients. This thesis refers to the existing references before, but this thesis not only can detect osteoporosis, but also can detect osteopenia disease. The system is designed to be made using the method of Otsu threshold algorithm and utilizing the X-ray image of the femur bone. In otsu analysis, Otsu method able to determine the threshold value of an image with automatically. This system use two threshold values (SETUP) that can distinguish three types of bone, normal bone, osteopenia bone, and osteoporosis bone. Result of this system is the system able to distinguish normal bone, osteopenia bone and osteoporosis bone in a non-realtime system with an accuracy rate is 80%.

Keywords: *Osteopenia, Osteoporosis, Otsu method, Threshold, Matlab*

1. PENDAHULUAN

Osteoporosis adalah suatu keadaan dimana kepadatan tulang mulai berkurang dan disertai kerusakan mikroarsitektur tulang, sehingga tulang akan menjadi rapuh dan mudah patah. Penyakit osteoporosis umumnya terjadi tanpa gejala, sehingga seringkali orang tidak sadar telah menderita osteoporosis.^[9]

Osteopenia adalah sebuah terminologi yang digunakan untuk menggambarkan kepadatan (densitas) tulang yang sedemikian hingga bisa dikatakan kurang dari pada tulang normal namun tidak terlalu rendah nilainya untuk didiagnosis sebagai osteoporosis.^[13]

Salah satu teknik radiologi yang digunakan untuk mendeteksi osteoporosis dan osteopenia adalah *DEXA*. Namun untuk memakai alat ini membutuhkan biaya yang cukup mahal. Maka dari

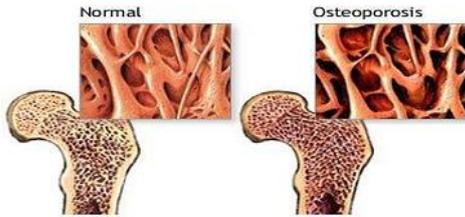
itu sistem ini kiranya dapat membantu dunia medis dalam mendeteksi penyakit tulang ini.^[13]

Sistem dirancang dengan menggunakan algoritma *thresholdOtsu* dan memanfaatkan citra *X-Ray* tulang femur. Dalam perancangan sistem memakai dua nilai *SETUP* (ambang batas) sehingga dapat mengklasifikasikan 3 jenis tulang, yaitu tulang normal, tulang osteopenia, dan tulang osteoporosis.

2. DASAR TEORI

2.1 Osteoporosis^[9]

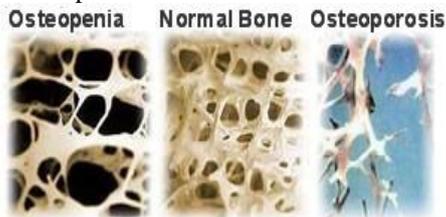
Osteoporosis adalah suatu keadaan dimana kepadatan tulang mulai berkurang dan disertai kerusakan mikroarsitektur tulang, sehingga tulang akan menjadi rapuh dan mudah patah.



Gambar 2.1 Tulang normal (A) dan tulang osteoporosis (B).

2.2 Osteopenia^[13]

Osteopenia adalah sebuah terminologi yang digunakan untuk menggambarkan kepadatan (densitas) tulang yang sedemikian hingga bisa dikatakan kurang dari pada tulang normal namun tidak terlalu rendah nilainya untuk didiagnosis sebagai osteoporosis.



Gambar 2.2 Tulang Osteopenia, Normal, dan Osteoporosis

2.3 DEXA (Dual Energy X-Ray Absorptiometry)^[13]

DEXA dipakai dalam dunia medis untuk menentukan seseorang apakah memiliki tulang yang normal, osteopenia atau osteoporosis. Tes ini memberikan T-Score yang membandingkan nilai BMD seseorang dengan BMD optimal dari orang dewasa sehat berusia 30 tahun. *T-score* -1,0 keatas menunjukkan kepadatan tulang yang normal. *T-score* antara -2,5 dan -1,0 menunjukkan bahwa seseorang memiliki massa tulang yang rendah (osteopenia). *Score* dibawah -2,5 menunjukkan bahwa seseorang telah menderita osteoporosis.

2.4 Citra Digital^[8]

Suatu citra dapat diwakili oleh fungsi $f(x,y)$ berukuran M baris dan N kolom, dimana nilai x dan y merupakan koordinat spasial. Nilai pada suatu irisan antara baris dan kolom (pada posisi x,y) disebut dengan *picture elements*, *image elements*, atau *pixels*. Citra digital dapat ditulis dalam bentuk matriks sebagai berikut :

$$f(x,y) = \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0,N-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \dots & f(1,N-1) \\ \vdots & \dots & \ddots & \vdots \\ f(M-1,0) & f(M-1,1) & \dots & f(M-1,N-1) \end{bmatrix}$$

Gambar 2.5 Matriks Citra Digital

Nilai $f(x,y)$ dari suatu citra digital 2 dimensi dapat dilihat dibawah ini.

2.4.1 Pengolahan Citra Digital^[8]

Pengolahan citra digital merupakan sebuah disiplin ilmu yang mempelajari hal-hal yang berkaitan dengan perbaikan kualitas gambar (peningkatan kontras, transformasi warna, restorasi citra), transformasi gambar (rotasi, translasi, skala, transformasi geometrik), melakukan pemilihan citra ciri yang optimal untuk tujuan analisis, melakukan proses penarikan informasi atau deskripsi objek atau pengenalan objek yang terkandung pada citra, melakukan kompresi atau reduksi data untuk tujuan penyimpanan data, transmisi data, dan waktu proses data.

2.4.2 Citra Grayscale^[8]

Citra *grayscale* adalah citra digital yang hanya memiliki satu nilai kanal pada setiap *pixel*-nya, artinya nilai dari *Red* = *Green* = *Blue*. Nilai-nilai tersebut digunakan untuk menunjukkan intensitas warna.

Citra *grayscale* disimpan dalam format 8 bit untuk setiap sample *pixel*, yang memungkinkan sebanyak 256 intensitas. Untuk mengubah citra berwarna yang mempunyai nilai matrik masing-masing R, G dan B menjadi citra *grayscale* dengan nilai X, maka konversi dapat dilakukan dengan mengambil rata-rata dari nilai R, G dan B sehingga dapat dituliskan menjadi:

$$X = \frac{(R + G + B)}{3} \quad (2.1)$$



Gambar 2.7 Visualisasi 256 Aras Keabuan

2.4.3 Citra Biner^[8]

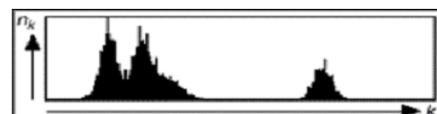
Citra biner (*binary image*) adalah citra digital yang hanya memiliki 2 kemungkinan warna, yaitu hitam dan putih.

Persamaan untuk binerisasi dapat dilihat pada rumus di bawah ini :

$$f(x,y) = \quad (2.2)$$

2.4.4 Histogram Citra^[11]

Histogram citra adalah grafik yang menggambarkan penyebaran kuantitatif nilai derajat keabuan (*grey level pixel*) di dalam (atau bagian tertentu) dari citra.



Gambar 2.8 Histogram Citra

Pada beberapa operasi pengolahan citra jumlah *pixel* yang memiliki derajat keabuan *k* dinormalkan terhadap jumlah seluruh *pixel* di dalam citra.

$$h_k = \frac{n_k}{n}, k = 0,1, \dots, L - 1 \quad (2.3)$$

2.4.5 Ekualisasi Histogram^[12]

Salah satu cara untuk memperbaiki citra digital adalah dengan mengatur level dari *brightness* dan *contrast*-nya.

Ekualisasi histogram merupakan operasi peningkatan kontras yang optimal, kurva histogram sehingga memiliki rentang yang maksimum, dari batas kiri ke batas kanan histogram.

Secara matematis proses ekualisasi sebagai berikut :

$$h(v) = \text{round} \left(\frac{cdf(v) - cdf(\min)}{(h \times w) - cdf(\min)} \times (L - 1) \right) \quad (2.4)$$

2.4.6 Thresholding

Thresholding adalah proses pengkonversian citra masukan menjadi citra biner berdasarkan intensitas citranya.

2.5 Metode Otsu^{[1][14]}

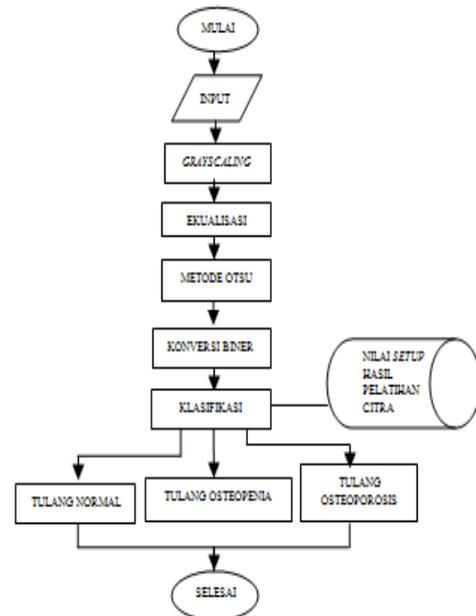
Metode *Otsu* merupakan suatu metode dalam segmentasi yang menghitung nilai ambang T secara otomatis berdasarkan citra masukan. Pendekatan yang digunakan oleh metode *Otsu* adalah dengan melakukan analisis diskriminan yaitu menentukan suatu variabel yang dapat membedakan antara dua atau lebih kelompok yang muncul secara alami. Analisis diskriminan akan memaksimumkan variabel tersebut agar dapat memisahkan objek dengan latar belakang.

3. PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM

3.1 Gambar Umum Sistem

Proses pelaksanaan perancangan sistem kompresi citra digital dapat digambarkan dalam gambar umum sebagai berikut :

3.2 Diagram Alir Pengujian Sistem



Gambar 3.3 Diagram Alir Proses Citra Uji

3.3 Proses Input Citra

Pengambilan citra dilakukan melalui *open file* pada *computer* berbentuk citra X-Ray tulang vertebra.

3.3.1 Pre-Processing

Pre-processing juga berfungsi untuk mengolah data-data citra untuk di analisis lebih lanjut. *Pre-procesing* ini bisa membersihkan *noise* pada citra, pengubahan format warna citra, dan proses deteksi edge citra. Beberapa proses yang ada diantaranya adalah komposit, *cropping*, ekualisasi dan mozaik citra.

Dalam sistem deteksi osteoporosis dan osteopenia ini, *pre-processing* yang dirancang adalah sebagai berikut :

3.3.1.1 Grayscale

Tujuan dari *grayscale* adalah untuk mengubah input citra RGB menjadi citra grayscale. Proses ini dilakukan agar mempermudah dan memperjelas citra pada proses ekualisasi di langkah berikutnya.

3.3.1.2 Ekualisasi

Dalam proses ekualisasi ini akan menampilkan citra asli yang akan diekualisasi, kemudian citra asli tersebut dihitung lebar (*w*) dan tinggi (*h*) citra. Dari citra hasil ekualisasi, *pixel-pixel* citra yang belum menyebar merata sesuai dengan warna *pixel* akan menyebar secara merata yang mana hasilnya akan lebih kelihatan dalam histogram citra hasil ekualisasi tersebut.

3.4 Ekstraksi Ciri

Proses ekstraksi ciri bertujuan untuk mengambil ciri yang terdapat pada suatu citra. Metode ekstraksi ciri yang digunakan adalah analisis *threshold otsu*.

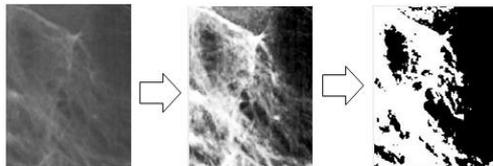
3.4.1 Analisis *threshold Otsu*

Hasil dari proses metode *Otsu* adalah sebuah nilai ambang (*threshold*) yang nilainya berkisar antar 0 sampai 255. Setiap citra masukan, akan memiliki nilai *threshold* yang berbeda-beda. Hal ini disebabkan karena perbedaan *brightness* dan intensitas setiap derajat keabuan pada citra *X-Ray* tulang femur.

3.4.2 Proses *Thresholding*

Proses *thresholding* adalah proses lanjutan dari metode *Otsu* dengan tujuan untuk mengeksekusi citra sesuai dengan nilai ambangnya.

Pada tugas akhir ini, citra hasil dari proses *pre-processing* citra *X-Ray* yaitu ekualisasi kemudian dilanjutkan dengan penentuan nilai *threshold* dengan metode *Otsu* akan di *threshold* sehingga hasilnya akan menjadi seperti gambar dibawah ini :



Gambar 3.4 Proses *Thresholding* : Citra *Grayscale*, Citra *Ekualisasi*, Citra *Biner*

3.4.3 Klasifikasi

Pada sistem ini, hasil dari proses *thresholding* tersebut dapat dihitung berapa perbandingan jumlah *pixel* putih dan jumlah *pixel* hitam. Jumlah kedua *pixel* tersebut diperbandingkan dengan rumus :

$$\text{Perbandingan} = \frac{\text{Pixel Putih}}{(\text{Pixel Putih} + \text{Pixel Hitam})} \times 100\%$$

Kemudian hasil nilai presentase tadi dibandingkan dengan menggunakan nilai setup yang sudah ditentukan dari proses pelatihan citra. Nilai *SETUP* disini memiliki 2 nilai ambang batas.

$$\text{Klasifikasi} = a < b_1 - b_2 < c$$

b = Nilai *SETUP* berupa range nilai

c = daerah tulang normal dimana presentase warna putih lebih besar dari range nilai *SETUP* b.

b1 - b2 = daerah tulang osteopenia dimana presentase nilai putihnya berada pada range nilai *SETUP* b sendiri.

a = daerah tulang osteoporosis dimana presentase nilai putih lebih kecil dari range nilai *SETUP* b.

4. PENGUJIAN SISTEM DAN ANALISIS

Dari sistem yang dibuat dapat diketahui beberapa parameter penting seperti nilai *threshold* masing-masing citra uji, presentase *pixel* putih dan hasil kebenaran sistem. Berikut adalah hasil nilai *threshold* masing-masing citra uji dari sistem yang dibuat:

Tabel 4.1 Nilai *Threshold* Citra Uji

| Data Uji | Nilai <i>Threshold</i> |
|-------------|------------------------|
| Data Uji 1 | 132 |
| Data Uji 2 | 130 |
| Data Uji 3 | 125 |
| Data Uji 4 | 130 |
| Data Uji 5 | 127 |
| Data Uji 6 | 125 |
| Data Uji 7 | 130 |
| Data Uji 8 | 130 |
| Data Uji 9 | 125 |
| Data Uji 10 | 125 |
| Data Uji 11 | 125 |
| Data Uji 12 | 130 |
| Data Uji 13 | 134 |
| Data Uji 14 | 125 |
| Data Uji 15 | 132 |
| Data Uji 16 | 132 |
| Data Uji 17 | 130 |
| Data Uji 18 | 127 |
| Data Uji 19 | 127 |
| Data Uji 20 | 130 |
| Data Uji 21 | 130 |
| Data Uji 22 | 125 |
| Data Uji 23 | 127 |
| Data Uji 24 | 125 |
| Data Uji 25 | 130 |
| Data Uji 26 | 127 |
| Data Uji 27 | 130 |
| Data Uji 28 | 125 |
| Data Uji 29 | 121 |

| | |
|-------------|-----|
| Data Uji 30 | 127 |
| Data Uji 31 | 125 |
| Data Uji 32 | 132 |
| Data Uji 33 | 130 |
| Data Uji 34 | 125 |
| Data Uji 35 | 130 |
| Data Uji 36 | 125 |
| Data Uji 37 | 125 |
| Data Uji 38 | 125 |
| Data Uji 39 | 127 |
| Data Uji 40 | 130 |
| Data Uji 41 | 130 |
| Data Uji 42 | 130 |
| Data Uji 43 | 132 |
| Data Uji 44 | 134 |
| Data Uji 45 | 125 |

Dari **Tabel 4.1** didapat nilai threshold maksimal adalah 134 dan nilai threshold minimal adalah 121 dengan rata-ratanya adalah 128,111.

Dari pengujian 45 citra, akurasi yang didapatkan adalah 80%. Hasil yang didapat sudah cukup baik tapi perlu adanya pengembangan lebih lanjut agar sistem memiliki akurasi yang lebih tinggi. Berikut adalah hasil lengkap parameter dan tabel kebenarannya :

Tabel 4.2Tabel Parameter dan Kebenaran Sistem

| Data | %Pixel Putih | Status Data Uji | | Hasil |
|------|--------------|-----------------|--------------|-------|
| | | <i>Otsu</i> | <i>DEXA</i> | |
| 1 | 48,27 | Osteoporosis | Osteoporosis | Benar |
| 2 | 48,82 | Osteoporosis | Osteoporosis | Benar |
| 3 | 50,69 | Normal | Normal | Benar |
| 4 | 49,29 | Osteoporosis | Osteoporosis | Benar |
| 5 | 49,78 | Osteopenia | Osteopenia | Benar |
| 6 | 50,07 | Osteopenia | Normal | Salah |
| 7 | 49,03 | Osteoporosis | Osteoporosis | Benar |
| 8 | 48,93 | Osteoporosis | Normal | Salah |
| 9 | 50,49 | Normal | Normal | Benar |
| 10 | 51,34 | Normal | Osteoporosis | Salah |
| 11 | 50,81 | Normal | Normal | Benar |
| 12 | 49,05 | Osteoporosis | Osteoporosis | Benar |
| 13 | 47,66 | Osteoporosis | Osteoporosis | Benar |
| 14 | 51,24 | Normal | Normal | Benar |
| 15 | 48,38 | Osteoporosis | Osteoporosis | Benar |

| | | | | |
|----|-------|--------------|--------------|-------|
| 16 | 48,66 | Osteoporosis | Osteoporosis | Benar |
| 17 | 49,67 | Osteopenia | Osteopenia | Benar |
| 18 | 49,57 | Osteopenia | Osteopenia | Benar |
| 19 | 50,26 | Osteopenia | Osteopenia | Benar |
| 20 | 49,02 | Osteoporosis | Osteoporosis | Benar |
| 21 | 49,68 | Osteopenia | Osteoporosis | Salah |
| 22 | 51,14 | Normal | Osteoporosis | Salah |
| 23 | 50,04 | Osteopenia | Osteoporosis | Salah |
| 24 | 50,75 | Normal | Normal | Benar |
| 25 | 49,19 | Osteoporosis | Osteoporosis | Benar |
| 26 | 49,66 | Osteopenia | Osteopenia | Benar |
| 27 | 49,25 | Osteoporosis | Osteoporosis | Benar |
| 28 | 50,39 | Normal | Osteoporosis | Salah |
| 29 | 52,09 | Normal | Normal | Benar |
| 30 | 49,55 | Osteopenia | Osteopenia | Benar |
| 31 | 50,75 | Normal | Osteoporosis | Salah |
| 32 | 48,11 | Osteoporosis | Osteoporosis | Benar |
| 33 | 49,04 | Osteoporosis | Osteoporosis | Benar |
| 34 | 50,74 | Normal | Normal | Benar |
| 35 | 48,56 | Osteoporosis | Osteoporosis | Benar |
| 36 | 51,25 | Normal | Osteoporosis | Salah |
| 37 | 50,79 | Normal | Normal | Benar |
| 38 | 50,25 | Osteopenia | Osteopenia | Benar |
| 39 | 50,52 | Normal | Normal | Benar |
| 40 | 48,71 | Osteoporosis | Osteoporosis | Benar |
| 41 | 48,64 | Osteoporosis | Osteoporosis | Benar |
| 42 | 48,79 | Osteoporosis | Osteoporosis | Benar |
| 43 | 48,38 | Osteoporosis | Osteoporosis | Benar |
| 44 | 48,25 | Osteoporosis | Osteoporosis | Benar |
| 45 | 50,71 | Normal | Normal | Benar |

5. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian dan analisis sistem yang telah dilakukan pada sistem deteksi penyakit tulang osteoporosis dan osteopenia, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil thresholding metode *Otsu*, pada proses pelatihan 31 citra yang terdiri dari 22 citra tulang normal dan 9 citra tulang osteopenia didapatkan nilai *SETUP* sebesar masing-masing 50.291 untuk nilai *SETUP* 1 dan 49.526 sebagai nilai *SETUP* 2.
2. Dari hasil pengujian 45 citra uji didapat bahwa sistem menghasilkan hasil benar sebanyak 36 data sedangkan yang salah sebanyak 9 data
3. Dalam pengujian 45 citra uji, didapatkan nilai *threshold* minimal adalah 121 dan nilai *threshold* maksimal adalah 134 dengan rata-rata nilai *threshold*-nya adalah 128,111.

4. Dari hasil pengujian sistem didapatkan nilai akurasi sebesar 80% sehingga perlu dilakukan pengembangan pada penelitian ini untuk menjadi alternatif pendeteksian osteoporosis dan osteopenia.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Cahyaningsih, Sri. 2010. "Deteksi Osteoporosis Dengan Tresholding Metode Otsu Pada Citra X-Ray Tulang Rahang". Skripsi UIN : Malang.
- [2] Fahmi. 2007. Perancangan Algoritma Pengolahan Citra Iris Mata Menjadi Citra Polar Iris Sebagai Bentuk Antara Sistem Biometrik. Medan : Karya Ilmiah USU.
- [3] Gabriel, J.F. 1996. Fisika Kedokteran. Penerbit Buku Kedokteran. EGC : Jakarta.
- [4] Gonzales, Rafael C., Woods, Richard E. 2010. "Digital Image Processing" Prentice Hall. Upper Saddle River : USA.
- [5] Noboyuki, Otsu. 1979. A Threshold Selection Method from Gray Level Histogram. IEEE Transmition on System, MAN Cybernetics, Vol. SMC-9, No.1. Janvani.
- [6] Mulyono, Agus. 2008. Analisis Tekstur Citra X-Ray Tulang Tangan, Tulang Lutut, dan Tulang Rahang Untuk Deteksi Osteoporosis. Tesis, Program Pascasarjana, Universitas Brawijaya : Malang.
- [7] Prasetyo, Eko. 2011. Pengolahan Citra Digital dan Aplikasinya Menggunakan Matlab. Yogyakarta : Penerbit Andi.
- [8] Putra, Darma. 2010. Pengolahan Citra Digital. Yogyakarta : Penerbit Andi.
- [9] Zaviera, Ferdinand. 2007. Osteoporosis : Deteksi Dini, Penanganan dan Terapi Praktis. Yogyakarta : Kata Hatai.
- [10] Susworo, R. 2007. Radioterapi : Dasar-Dasar Radioterapi, Tata Laksana Radioterapi Penyakit Kanker. Penerbit UI Press : Jakarta.
- [11] Munir, Rinaldi. 2004. "Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik". Penerbit Informatika : Bandung.
- [12] Achmad, Balza., Firdausy, Kartika. 2005. Teknik Pengolahan Citra Digital Menggunakan Delphi. Penerbit PT. Mitra Aksara Mulia : Yogyakarta.
- [13] <http://www.webmd.com>
- [14] <http://labbookspages.co.uk/software/imgProc/otsuThreshold>
- [15] Rahayu, Yuli Purwaning 2011. "Pengaruh Pemberian Limbah Jamur Kombucha Sebagai Pakan Tambahan Pada Lele Dumbo (Clarias gariepinus) Dalam Pemeliharaan Intensif Terhadap Kadar Kalsium dan Phospor Tulang". Skripsi IKIP PGRI : Semarang